

00521  
100



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN  
DE PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRAL  
DE CONTAMINANTES EN ZONAS  
SEMIURBANAS**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERA QUÍMICA**

**P R E S E N T A:**  
**PAOLA MORENO MURGUÍA**



**MÉXICO, D.F.**



**EXAMENES PROFESIONALES 2003  
FACULTAD DE QUÍMICA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

Presidente: Prof. Ernesto Pérez Santana  
Vocal: Prof. Alejandro Iñiguez Hernández  
Secretaria: Profa. Rina Guadalupe Aguirre Saldívar  
1er Suplente: Prof. Víctor Manuel Luna Pabello.  
2do Suplente: Prof. Gabriel Baldomero Pérez.

Sitio donde se desarrolló el tema:

División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería.

Asesora del tema:

Sustentante:

Prof. Rina Guadalupe Aguirre Saldívar

Paola Moreno Murguía

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a situar en formato electrónico e imprimir el contenido de mi trabajo recepción:  
NOMBRE: Horacio Arguía Paola  
FECHA: 20-Febrero 2003  
FIRMA: [Firma]

## **Agradecimientos**

A mi papá que me mostró lo que es la verdadera lucha.

A mi mamá por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis hermanitos Rocio, Rodrigo y Bárbara.

A la Dra. Rina Aguirre por su apoyo y dirección.

## Índice

	Página
Lista de tablas	7
Lista de figuras	8
1. Introducción	10
1.1 Objetivo	11
1.2 Justificación	11
1.3 Alcances y limitaciones	12
2. Contaminación ambiental	13
2.1 Fuentes contaminantes	13
2.1.1 Contaminación del aire	13
2.1.2 Contaminación del agua	15
2.1.3 Contaminación por residuos sólidos	18
2.1.4 Contaminación por residuos peligrosos	21
2.1.5 Contaminación por ruido	23
2.2 Riesgo ambiental	25
2.3 Efectos de los contaminantes	26
2.3.1 Efectos sobre la salud	27
2.3.2 Otros efectos	30
3. Manejo de información	36
3.1 Muestreo estadístico	36
3.2 Métodos de recolección de datos	39
3.3 Planeación de la recolección de datos	42
3.4 Análisis y presentación de datos	45
4. Sistemas ambientales	48
4.1 Sistemas de Administración Ambiental	50
4.2 Programas de manejo integral de contaminantes	53

4.2.1	Estructura del PMIC	54
5.	Metodología	56
5.1	Diagnóstico	56
5.1.1	Información bibliográfica	57
5.1.2	Visitas al sitio	60
5.1.3	Observación directa	62
5.1.4	Encuestas	66
5.2	Análisis de la información	68
5.3	Identificación de la problemática ambiental	68
5.3.1	Cuantificación de contaminantes	71
5.3.2	Estimación de contaminantes en aguas residuales	72
5.3.3	Estimación de emisiones a la atmósfera	73
5.3.4	Estimación de producción y composición de los residuos sólidos	77
5.3.5	Identificación de riesgos ambientales	79
5.4	Identificación de áreas de oportunidad	79
5.5	Identificación de alternativas	80
5.5.1	Distribución y uso de agua potable	82
5.5.2	Manejo y disposición de agua residual	87
5.5.3	Contaminación atmosférica	92
5.5.4	Manejo y disposición de residuos sólidos municipales	94
5.5.5	Manejo y disposición de residuos peligrosos	97
5.5.6	Riesgo ambiental	97
5.6	Programa de manejo	100
5.6.1	Aceptación de la población	100
5.6.2	Acciones de un PMIC	101

6.	Caso de aplicación	106
6.1	Descripción general	107
6.2	Diagnóstico	109
6.2.1	Distribución y uso de agua potable	111
6.2.2	Manejo y disposición de agua residual	112
6.2.3	Contaminación atmosférica	113
6.2.4	Manejo y disposición de residuos sólidos municipales	117
6.2.5	Riesgo ambiental	122
6.3	Identificación de áreas de oportunidad	123
6.4	Análisis de alternativas	125
6.4.1	Distribución y uso de agua potable	125
6.4.2	Manejo y disposición de agua residual	128
6.4.3	Contaminación atmosférica	131
6.4.4	Manejo y disposición de residuos sólidos municipales	133
6.4.5	Manejo y disposición de residuos peligrosos	136
6.4.6	Riesgo ambiental	136
6.5	Programa de manejo	138
7.	Conclusiones y recomendaciones	141
8.	Bibliografía	145

## Lista de tablas

	Página
Tabla 2.1 Contaminantes emitidos a la atmósfera	14
Tabla 2.2 Residuos peligrosos en zonas semiurbanas	23
Tabla 2.3 Niveles máximos permisibles de ruido	24
Tabla 2.4 Fuentes de contaminación por ruido en una zona semiurbana	25
Tabla 2.5 Efectos de los contaminantes sobre la salud humana	27
Tabla 2.6 Agentes infecciosos presentes en el agua residual doméstica	29
Tabla 2.7 Efectos de la contaminación sobre la vegetación	31
Tabla 2.8 Efectos de la contaminación sobre la fauna	32
Tabla 2.9 Efectos de la contaminación sobre los materiales	34
Tabla 3.1 Características de los distintos tipos de muestreo probabilístico	37
Tabla 3.2 Redacción de las preguntas	45
Tabla 5.1 Fuentes de información para PMIC	57
Tabla 5.2 Información necesaria para elaborar el diagnóstico ambiental	59
Tabla 5.3 Fuentes de contaminación para cada tema ambiental	69
Tabla 5.4 Contaminantes esperados en una zona semiurbana	71
Tabla 5.5 Distribución típica del uso de agua en residencias	72
Tabla 5.6 Composición típica del agua residual doméstica	72
Tabla 5.7 Factores de emisión	74
Tabla 5.8 Composición de residuos sólidos domiciliarios en el D.F.	78
Tabla 5.9 Composición de residuos sólidos municipales en zonas rurales	78
Tabla 5.10 Acciones de un PMIC	101
Tabla 6.1 Características poblacionales del Zacatón	109
Tabla 6.2 Emisiones por el uso de solventes	116
Tabla 6.3 Generación per cápita de RSM para Zacatón	118
Tabla 6.4 Cantidad promedio de pepena recuperada en la recolección	120
Tabla 6.5 Alternativas de solución para la distribución y uso de agua potable	126
Tabla 6.6 Alternativas de solución para el manejo y disposición de agua residual	129
Tabla 6.7 Alternativas de solución para la contaminación atmosférica	131

Tabla 6.8 Alternativas de solución para el manejo y disposición de residuos sólidos municipales	134
Tabla 6.9 Costos de las actividades involucradas en las alternativas de solución para riesgo ambiental	136

### Lista de figuras

	Página
Figura 2.1 Ciclo hidrológico	17
Figura 2.2 Tlazoltéotl Diosa de la basura	19
Figura 2.3 Diosa Toci, patrona del aseo personal	20
Figura 2.4 Ciclo de vida de los materiales peligrosos	22
Figura 4.1 Esquema general de un sistema	49
Figura 4.2 Esquema de organización para un PMIC	54
Figura 5.1 Hoja de observaciones de campo	63
Figura 5.2 Claves para observaciones de campo	64
Figura 5.3 Encuesta para ser aplicada en un asentamiento semiurbano	66
Figura 5.4 Formato para aforo vehicular	75
Figura 5.5 Hojas de calculo para estimación indirecta de emisiones a la atmósfera	77
Figura 5.6 Alternativas para la mejora del sistema de distribución actual	83
Figura 5.7 Diagrama de flujo del aprovechamiento de agua de lluvia	85
Figura 5.8 Diagrama de flujo del reuso de aguas grises	86
Figura 5.9 Fosa séptica tipo	88
Figura 5.10 Cámaras subterráneas, caseta y asiento móvil	89
Figura 5.11 a) Sistema de humedal SFS, b) Configuración en planta	91
Figura 5.12 Tambo para producir composta casera	96
Figura 5.13 Dispositivo de tres compartimentos para producir composta	96
Figura 6.1 Localización del Zacatón	108
Figura 6.2 Localización de puntos de almacenamiento comunal de agua potable	111
Figura 6.3 Recipientes utilizados en el almacenamiento comunal de agua potable	112
Figura 6.4 Distribución de animales en Zacatón	114

<b>Figura 6.5 Pavimentación en Zacatón</b>	<b>115</b>
<b>Figura 6.6 Distribución de árboles</b>	<b>117</b>
<b>Figura 6.7 Distribución de basura en Zacatón</b>	<b>120</b>

## **I. Introducción**

El ser humano es un eslabón de una larga cadena que forma, a su vez, una compleja red de interacciones sobre los diferentes elementos del medio. Cualquier actividad desarrollada por el hombre influye en el delicado balance que el ambiente trata de mantener de forma natural. Pero, en ocasiones la ruptura de este equilibrio es definitiva y se producen alteraciones en los procesos naturales, poniendo en peligro no solo la supervivencia del hombre, sino de todas las demás especies. Indiscutiblemente es necesario reducir los efectos ocasionados por el ser humano sobre el ambiente y, para esto, debe realizarse un estudio sobre los posibles disturbios ambientales asociados con cada actividad y definir las estrategias que disminuyan y prevengan alteraciones mayores al ambiente.

A partir de la aparición del hombre sobre la Tierra, éste ha utilizado los recursos naturales no solo para asegurar su supervivencia sino para procurarse satisfactores con menor esfuerzo. Inicialmente, la población humana era escasa y los problemas ambientales de origen antropogénico (producidos por el hombre) inexistentes. Además las poblaciones eran nomadas y los desechos generados de sus diversas actividades eran pocos y se reintegraban a la naturaleza sin llegar a causar problemas ambientales.

La aparición de la agricultura y la ganadería originó los primeros asentamientos humanos importantes, en los que se consumían alimentos de fácil descomposición y se producían bienes basados en materias naturales como la madera, el barro, el cuero y las fibras textiles, cuyos residuos eran aún fácilmente asimilables por el medio.

Pero surgió la metalurgia, la alfarería, la producción de yeso, cal, y se originaron sociedades que comenzaron a tener dificultades para eliminar sus residuos, sobre todo donde las concentraciones urbanas eran mayores.

La revolución industrial y la utilización a gran escala de fuentes no renovables de energía, y la intensificación de la industria extractiva, causaron gran explosión demográfica. Las ciudades sufrieron un enorme crecimiento y los seres humanos rompieron el equilibrio entre ellos y el ambiente

El crecimiento de las sociedades industrializadas en los últimos años ha llevado consigo una serie de ventajas indiscutibles, la calidad de vida ha aumentado considerablemente, pero al mismo tiempo ha sido la causa principal de la aparición de residuos de diferentes tipos, que no pueden ser asimilados por la naturaleza y deben ser tratados para su reutilización o eliminación.

En la Ciudad de México, la gente se ha visto en la necesidad de ocupar terrenos de manera irregular en los alrededores de la zona urbana, formando asentamientos semiurbanos, a través de procesos espontáneos de autoconstrucción, en la mayoría de los casos generando graves problemas, entre otros, el deterioro ambiental por la ausencia de infraestructura de servicios públicos o por la baja calidad de los mismos.

Una de las principales estrategias para proteger el ambiente es la elaboración y aplicación de *programas de administración ambiental*, que contengan planes para conocer la situación ambiental de una zona, técnicas para analizar las actividades que en ella se realizan y la forma para seleccionar las mejores alternativas para evitar o minimizar los efectos que ocasionan.

### **1.1 Objetivo**

Desarrollar una metodología para elaborar programas de manejo integral de contaminantes para zonas semiurbanas.

### **1.2 Justificación**

Dado el crecimiento no planeado que ha sufrido la Ciudad de México, la gente se ha visto en la necesidad de ocupar terrenos de manera irregular en la periferia de la misma. Estos asentamientos no poseen la infraestructura necesaria para el manejo de los contaminantes que ahí se producen. Por esto, es de suma importancia establecer una metodología para diagnosticar la situación ambiental de estos asentamientos semiurbanos y elaborar programas para la reducción y manejo de los contaminantes (al aire, agua, residuos sólidos y peligrosos), que ahí se producen.

### 1.3 Alcances y limitaciones

Para cumplir con el objetivo de este trabajo se han establecido los siguientes alcances y limitaciones:

- Acotar el número de contaminantes a considerar, para reducir costos y aumentar efectividad.
- Determinar la información mínima necesaria para elaborar un programa de manejo integral de contaminantes.
- Establecer en forma detallada las actividades a realizar, incluyendo el formato de las encuestas y hojas de observaciones de campo.
- Establecer las técnicas para el análisis estadístico de la información.
- Para este trabajo y dentro de la metodología desarrollada no se consideran la realización de mediciones de niveles de contaminación (pruebas de campo), ni la instalación de equipo para medidas ambientales.
- Finalmente, la metodología desarrollada se aplicará a un asentamiento irregular de la Delegación de Tlalpan de la Ciudad de México.

Antes de desarrollar la metodología deseada, se revisarán los conceptos básicos de contaminación ambiental, manejo estadístico de información y sistemas de administración ambiental, necesarios para comprender dicha metodología, sus alcances y el ejemplo de aplicación.

## 2. Contaminación ambiental

El aumento de la población en las ciudades, y la búsqueda de terrenos disponibles, han originado la migración de personas a la periferia de éstas, ocupando terrenos cuya vocación no es para asentamientos humanos, y por lo tanto no están acondicionadas con los elementos necesarios para el manejo de los contaminantes producidos.

Se entiende por contaminante toda *aquella sustancia que se encuentra presente en niveles perjudiciales para la vida del hombre, de plantas o animales* (Gutiérrez, 1997). El problema de la contaminación es, en sentido amplio, *la alteración de alguno de los elementos necesarios para la vida, tierra, agua o aire* (Seoanez, 1999) y desde el punto de vista del bienestar humano se entiende como *la presencia en el ambiente de sustancias o factores físicos, químicos o biológicos que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad del aire, agua, suelo, de los bienes, de los recursos de la nación en general, o de los particulares.*

### 2.1 Fuentes contaminantes

Las fuentes emisoras de contaminantes se clasifican en naturales y antropogénicas. Las naturales siempre han existido, mientras que las antropogénicas, como su nombre lo indica, son causadas por las actividades humanas. Además, atendiendo el medio que se contamina, los problemas ambientales se subdividen para su análisis en: contaminación del aire, del agua o del suelo.

#### 2.1.1 Contaminación del aire

Entre las principales fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera están el transporte y la industria, siendo el primero el de mayor importancia en los asentamientos semiurbanos. La tabla 2.1 presenta los principales contaminantes y sus fuentes.

**Tabla 2.1**  
**Contaminantes emitidos a la atmósfera**

Contaminantes	Fuente	
	Antropogénica	Natural
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Combustión de carbón, combustóleo y diesel.	Volcanes.
Monóxido de carbono (CO)	Combustión incompleta.	
Oxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	Combustión.	Acción bacteriana.
Hidrocarburos (HC)	Combustión, escapes, procesos químicos, solventes.	Procesos biológicos.
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Combustión.	Descomposición biológica, liberación de océanos.
Partículas suspendidas totales (PST)	Polvos de carreteras, deforestación, combustión incompleta e industrias.	Erosión, aspersión marina, emisiones volcánicas, emanaciones de flora, incendios de bosques.

Fuente: Gutierrez, 1997 y Climent, 1996

De las emisiones mencionadas en la tabla 2.1 se puede concluir que dentro de un área semiurbana las principales fuentes de emisión de contaminantes son:

- De fuentes antropogénicas: dentro de los hogares, los equipos de gas, tales como, estufas, hornos y pilotos, quema de madera para cocinar los alimentos o calentar agua, quema de basura y sembradíos. Como fuentes móviles tenemos los automóviles, camiones y tránsito por falta de organización y espacio en las calles. También se tienen emisiones procedentes de sustancias empleadas para limpiar y germicidas, que pueden liberar diferentes compuestos orgánicos. Partículas por defecación al aire libre, materia pulverizada proveniente de chimeneas (hollín) y de combustibles no quemados.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- De fuentes naturales: incendios forestales, terrenos erosionados, terrenos desecados.

A pesar de que la atmósfera posee un poder importante de autodepuración, tiene un límite que depende de factores meteorológicos y geográficos. Las características meteorológicas más importantes que determinan el potencial autodepurador de la atmósfera son: el viento, la humedad y la lluvia; en cuanto al viento, según su velocidad y dirección, arrastra los contaminantes fuera de las ciudades y los diluye; al contrario del viento la humedad juega un papel negativo en la evolución de los contaminantes ya que favorece la acumulación de humos y polvo y puede reaccionar con ciertos aniones aumentando la agresividad de los mismos, por ejemplo el trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) en presencia de agua se transforma en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), lo mismo ocurre con los cloruros y los fluoruros que forman ácido clorhídrico ( $\text{HCl}_{(ac)}$ ) y fluorhídrico ( $\text{HF}_{(ac)}$ ) respectivamente. En cuanto a la lluvia, realiza un lavado y disuelve gases y vapores arrastrando las partículas sólidas que encuentra a su paso limpiando el aire.

La topografía es decisiva para facilitar la acción de los fenómenos meteorológicos o limitarlos y aún provocar condiciones desfavorables permanentes o frecuentes como en el caso de la Ciudad de México, en donde las formaciones montañosas forman un "cinturón", dando lugar a que nuestra ciudad se encuentre en una cuenca cerrada, dentro de la cual queda encerrado el aire contaminado.

### 2.1.2 Contaminación del agua

El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insípido formado por una combinación de hidrógeno y oxígeno ( $\text{H}_2\text{O}$ ), es el constituyente mayor de los seres vivos y, por tanto, de sus alimentos, por lo que sin ella no sería posible la vida tal como se conoce en la Tierra. Por otra parte, es el disolvente más importante que existe. Es el recurso que ha condicionado el desarrollo de la civilización. Los núcleos de población se han asentado, a lo largo de la historia junto a los cursos de los ríos, lagos y lagunas.

Así, las fuentes de agua han influido no solo en el mantenimiento de la vida, sino también en el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida. Entre los principales aspectos que

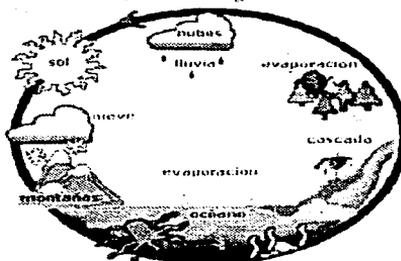
relacionan al ser humano con el vital líquido están: abastecimiento de agua potable, sostenimiento de la fauna acuática, producción agraria e industrial, generación de energía, navegación y recreo, evacuación de residuos. Para analizar estas actividades se deben definir los términos *demanda* y *consumo*. La *demanda* es la cantidad de agua que se requiere para un uso determinado, mientras que el *consumo* es la cantidad de agua que deja de estar disponible después de su utilización, por no ser reaprovechable al haber alterado sus características físicas o químicas (Jarabo, 2000).

La calidad que debe tener el agua puede ser diferente según el uso al que se destine, y puede verse seriamente alterada según el uso que se le dé. El aprovechamiento del agua genera las llamadas *aguas residuales*, es decir el agua *contaminada*, efluente de actividades domésticas, agrarias o industriales

La superficie de la Tierra está cubierta por agua en sus tres cuartas partes, lo que destaca su importancia como objeto de estudio. Su cantidad se mantiene constante de forma dinámica, mediante un proceso conocido como *ciclo hidrológico o ciclo del agua* (ver figura 2.1), en el que el agua pasa por diferentes estados físicos, según las condiciones a las que se ve sometida, se inicia con la *evaporación* de las superficies de los cuerpos de agua, este vapor es transportado por el viento y al llegar a cierta altura en la atmósfera se *condensa* para formar las nubes que daran origen a las precipitaciones bajo sus diferentes formas: líquida (niebla o lluvia) o sólida (nieve o granizo).

Parte de esta precipitación se evapora rápidamente en la atmósfera nuevamente, pero la parte mas importante permanece en la superficie de la tierra de donde se evapora desde el suelo o desde las hojas y tallos de las plantas sobre las que ha caído (*transpiración*), o se *infiltra* ingresando a través del suelo a varios niveles en los que permanecerá como agua subterránea hasta reaparecer en la superficie bajo la forma de manantiales (Senamhi, 2002).

Figura 2.1  
Ciclo hidrológico



Fuente: Senambit, 2002

Durante varias etapas del ciclo del agua, ésta entra en contacto con sustancias contaminantes, además de que ataca física y químicamente a los componentes del suelo, provocando erosión y cargándose de diversas sustancias, disueltas o en suspensión (Jarabo, 2000).

Según datos estimativos, publicados por la UNESCO en 1978, el volumen total de agua que participa en el ciclo hidrológico es de 1.386 millones de kilómetros cúbicos aproximadamente, de los cuales:

- el 97.5 %, es agua salada,
- el 2.24 % es agua dulce, conformada por las aguas congeladas en las profundidades de la Antártica y por las aguas subterráneas profundas,
- y solo 0.26 % es agua dulce accesible para el consumo y se encuentra en los lagos, embalses, suelos y de los acuíferos poco profundos

La contaminación del agua puede definirse como la alteración de su calidad por la acción natural o humana que hace que no sea adecuada para la aplicación a la que se destina (Jarabo, 2000). Las actividades humanas pueden generar focos de contaminación de diversos tipos, que suelen clasificarse en tres grandes grupos:

- aguas residuales domésticas (aguas negras o fécales),
- efluentes agrarios (procedentes de cultivos agrícolas) y

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- efluentes industriales (agua que ha sido utilizada en procesos industriales).

Las proteínas y carbohidratos constituyen el 90% de la materia orgánica presente en el agua residual doméstica (Henry y Heinke, 1999). Las fuentes de estos contaminantes incluyen el excremento y la orina humana, los residuos alimenticios y los jabones y detergentes provenientes del lavado de ropa. Por su parte, el material inorgánico presente se compone de cloruros, sulfatos, nitrógeno, fósforo, carbonatos, bicarbonatos, sustancias tóxicas como arsénico y cianuro, y metales pesados entre los que están: cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio y zinc (Metcalf y Eddy, 1996).

Además, dentro de los contaminantes del agua residual se incluye una gran variedad de microorganismos, entre ellos los responsables de la transmisión de diversas enfermedades (microorganismos patógenos).

### 2.1.3 Contaminación por residuos sólidos

En México el manejo de los residuos sólidos ha sido un problema constante a partir de la caída de la gran Tenochtitlán, ya que en esa época se tenía gran cuidado de que estuvieran barridas y limpias todas las calles y calzadas. La sociedad mexicana tenía funciones en materia de limpieza, el acto de barrer y llevar a cabo el aseo general no era considerada una tarea inferior, sino una distinción de acuerdo con quien lo realizaba. Los ministros de los templos, ayudados por estudiantes de los *calmecac*, regaban y barrían los techos, azoteas, los interiores, muros y las grandes explanadas.

El barrido, aparte de ser una operación de limpieza, representaba también una forma de mantener la ocupación de las personas, principalmente de las mujeres, en el hogar, en los palacios y en los templos. Los residuos domésticos se enterraban en patios interiores, o se daban a los animales como alimento o elaboraban con ellos abono, mezclándolos con hierbas secas o estiércol.

En el pueblo mexica el concepto de limpieza se reforzaba con las divinidades, como la diosa de la basura *Tlazoltéotl* (figura 2.2), que se encargaba de limpiar la suciedad, la basura humana y la culpa del amor carnal. También llamada *Tlachcuani*, "comedora de inmundicias", la cual imponía la limpieza como un valor integral del hombre.

Figura 2.2

Tlazoltéotl Diosa de la basura

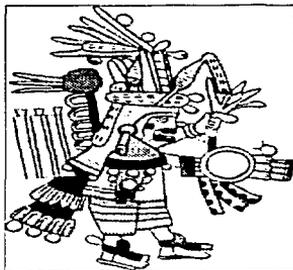


Fuente: Álvarez, 1999

También existían otras deidades como la diosa *Tocti* (figura 2.3), "patrona del aseo general", cuya fiesta se celebraba en la veintena de *Ochpanztl*, cuando todo mundo barriá chozas, palacios, templos, calles, caminos, cerros, ríos, lagunas y todo cuanto fuera motivo de aseo; el ribereño se hacía cargo de la porción de río cercana a su habitación; el costero, de un tramo de playa, etcétera.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 2.3  
Diosa Toci, patrona del aseo personal



Fuente: Alvarez, 1999

Actualmente nuestra ciudad, como otras grandes ciudades del mundo enfrenta uno de los grandes problemas urbanos: el manejo de los desperdicios que tiran sus habitantes.

El término *residuo sólido* que se utilizara a lo largo de este trabajo se refiere a la masa heterogénea de los desechos de una comunidad urbana o semiurbana, y su posible mezcla con residuos agrícolas, industriales y minerales. Dentro de estos residuos, a los de origen urbano se les llama comúnmente *basura* y está compuesta de: alimentos, papel, metales, vidrio, plásticos y productos de limpieza de jardines. El contenido orgánico puede estimarse entre un 70 a 90 por ciento. Para México es importante mencionar que:

- cada habitante genera en promedio 865 gramos de basura al día,
- cada día se generan en el país cerca de 84,200 toneladas de basura,
- se producen 25 mil toneladas diarias de residuos industriales y hospitalarios,
- del total de residuos generados, se "recolecta" solo el 78%,
- sólo se disponen en "rellenos sanitarios" y "tiraderos controlados" 53% del total,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- se estima que quedan abandonados a cielo abierto en cañadas, caminos, lotes baldíos y cuerpos de agua, así como en tiraderos clandestinos alrededor del 47% de los desechos.

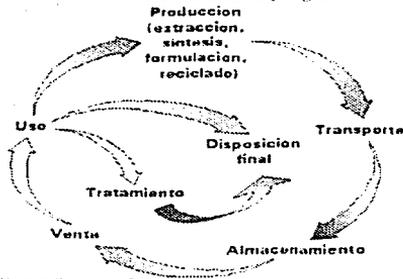
Por lo tanto, el manejo inadecuado de la basura afecta al suelo, al aire y al agua. Además de que frecuentemente los residuos peligrosos son indebidamente mezclados con la basura municipal en los rellenos sanitarios, "tiraderos" o vertidos a drenajes y cuerpos de agua.

#### 2.1.4 Contaminación por residuos peligrosos

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), define como materiales peligrosos a los: *elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas*. La Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1996, establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad. En dicha norma se plantea que, además de las características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o características biológico-infecciosas), se tomarán como base para determinar la peligrosidad de los residuos, el que éstos se encuentren comprendidos en los listados que se incluyen en sus anexos y que permiten su clasificación de acuerdo con su origen o composición.

Los residuos químicos peligrosos, como lo indica la figura 2.4, se generan en la fase final del ciclo de vida de los materiales peligrosos. Es decir, se generan al desechar productos que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos; al desperdiciar materiales peligrosos que se usan como insumos de procesos productivos (industriales, comerciales o de servicios) o al generar subproductos o desechos peligrosos no deseados en esos procesos.

Figura 2.4  
Ciclo de vida de los materiales peligrosos



Fuente: Semamat, 2002

En el caso de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, éstos incluyen: materiales de curación que contienen microbios o gérmenes (por ejemplo: sangre y fluidos corporales, cadáveres y órganos extirpados en operaciones), asimismo, incluyen cultivos usados con fines de investigación y objetos punzo cortantes (agujas de jeringas, material de vidrio roto y otros objetos contaminados).

Los residuos peligrosos se generan prácticamente en todas las actividades humanas, inclusive en el hogar. Aunque, en el caso de los residuos químicos peligrosos, son establecimientos industriales, comerciales y de servicios los que generan los mayores volúmenes, mientras que los residuos biológico-infecciosos, se generan en mayor cantidad de los establecimientos médicos o laboratorios.

Algunos artículos utilizados todos los días en casa, tales como productos de limpieza, baterías, solventes, pinturas, productos para automóviles, pesticidas y fertilizantes para el jardín, pueden ser tóxicos para la salud y peligrosos para el ambiente.

En el caso de un asentamiento semiurbano los residuos peligrosos que se considera pueden encontrarse, se resumen en la tabla 2.2.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 2.2**  
**Residuos peligrosos en zonas semiurbanas**

Artículo	Característica
Productos domésticos y de limpieza: polvos abrasivos, limpiacristales, limpiadores con amoníaco, limpia hornos, etc.	Corrosivos
Productos de cuidado personal: productos para ondular el cabello, champús medicos, quitasmaltes de uñas	Tóxicos
Productos de automóvil: líquido de frenos y transmisión, gasolina, aceite residual, diesel	Inflamables, tóxicos, explosivos
Pintura y productos relacionados	Inflamables, tóxicos
Pilas	Corrosivas, tóxicas
Pesticidas, herbicidas y fertilizantes: incluyendo insecticidas de jardín, mata hormigas y cucarachas, herbicidas domésticos.	Tóxicos

Fuente: Tchobanoglous, 1994

### 2.1.5 Contaminación por ruido

El sentido del oído tiene una gran amplitud entre los límites de percepción, se pueden escuchar sonidos con valores de apenas 15 Hertz<sup>1</sup>, hasta tan altos como de 2000 Hz.

Todo sonido indeseable se clasifica como *ruido*, de esta manera, para distintas personas y dentro de ciertos límites, la música puede ser aceptada agradablemente o rechazada como molesta, catalogada en este último caso como ruido.

El sonido es producido por una fluctuación de la presión en el aire, para medir su intensidad, se referencia a un patrón que se mide en *decibeles* (dB). La escala auditiva (dBA), es la que más se aproxima a la escala que percibe el oído humano y abarca de 400 a 12000 Hz.

Las fuentes artificiales de contaminación por ruido o contaminación acústica, se consideran de dos tipos: fijas y móviles. Dentro de las primeras se hallan fábricas, talleres, comercios, termoeléctricas, refineries, etcétera, las segundas comprenden aviones, helicópteros,

<sup>1</sup> La intensidad de frecuencia es el Hertz, abreviado Hz, a su vez es el número de ciclos o vibraciones por unidad de tiempo (segundo) de un tono puro.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

embarcaciones, ferrocarriles, tranvías, camiones, automóviles, motocicletas, tractores y otras semejantes.

El ruido como alterador del ambiente, debe considerarse tanto en intensidad como en duración o exposición al mismo. El Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido (d.o.f. 6 de diciembre de 1982), indica en sus artículos 11 y 29 respectivamente:

"El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB(A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

El grado de molestia producido por la emisión de ruido máximo permisible será de 5 en una escala Likert<sup>2</sup> modificada de 7 grados. Este grado de molestia será evaluado, en un universo estadístico representativo conforme a las normas correspondientes."

Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A) (tabla 2.3).

Tabla 2.3  
Niveles máximos permisibles de ruido

Peso bruto (Kg)	Nivel máximo permisible en dB(A)
Hasta 3 000	79
Más de 3 000	81
Más de 10 000	84

<sup>2</sup> Es una escala de respuesta de cinco puntos que se utiliza en los cuestionarios. Por ejemplo, completamente de acuerdo, de acuerdo, sin decidir, en desacuerdo, completamente en desacuerdo. Stephen Polgar

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los valores anteriores serán medidos a 15 metros de distancia de la fuente, por el método dinámico, de conformidad con la norma correspondiente. Para el caso de las motocicletas, así como de las bicicletas y triciclos motorizados, el nivel máximo permisible será de 84 dB (A). Este valor será medido a 7.5 metros de distancia de la fuente por método dinámico, de conformidad con la norma correspondiente.”

Para una zona semiurbana las posibles fuentes de contaminación por ruido se muestran la tabla 2.4.

**Tabla 2.4**  
**Fuentes de contaminación por ruido en una zona semiurbana**

Fuentes móviles	Fuentes fijas
Camiones	Herrerías
Automóviles	Tortillerías
Motocicletas	Molinos
Trailers	

Fuente: Jarabo, 2000

El ruido producido por los vehículos automotores, depende de múltiples factores, siendo los más importantes:

- Categoría del vehículo: motocicletas, turismos, camiones, autobuses.
- Antigüedad y estado de conservación del motor y del sistema de escape.
- Régimen de marcha: arranques, frenadas, velocidad.
- Rozamiento con el aire a velocidades elevadas ( $> 70 \text{ km/h}$ ).
- Tipo y disposición de la calzada: rampas, anchura, calidad del firme (Jarabo, 2000).

## 2.2 Riesgo ambiental

El riesgo ambiental se define como la probabilidad de que ocurran accidentes mayores, que puedan trascender los límites de la instalación en donde el accidente se produce y se afecte adversamente a la población, los bienes o el ambiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Un material o residuo peligroso no necesariamente provoca daños al ambiente, los ecosistemas o la salud, para que esto ocurra es necesario que se encuentre en una forma que permita que se difunda en el ambiente alterando la calidad del aire, suelo y agua, así como que entre en contacto con los seres humanos, organismos acuáticos o terrestres.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 18, señala que un estudio de riesgo consistirá en presentar los escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; la descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, el señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

La Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1 establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales, definiendo también el contenido básico para un programa de evaluación de riesgo epidemiológico a la salud del hombre por exposición a agentes potencialmente dañinos en el ambiente general y de trabajo, cuya información es necesaria para la toma de decisiones en la protección contra efectos indeseables en la salud humana y para coadyuvar en la práctica de medidas de control.

En el caso de los asentamientos semiurbanos, se considera que pueden ser riesgos ambientales los deslaves por erosión, por lluvias, por inestabilidad de taludes, condiciones de inundación, de incendios forestales, descargas de aguas residuales a grietas, conexiones clandestinas de energía eléctrica.

### **2.3 Efectos de los contaminantes**

Los contaminantes afectan en mayor o menor grado a todos los organismos vivos. Los materiales también se ven afectados por sustancias contaminantes, de forma especial los metales y las rocas de tipo calcáreo.

### 2.3.1 Efectos sobre la salud

El hombre respira unos 13 kilogramos de aire, bebe 1.5 litros de agua, ingiere 1.6 kilogramos de alimentos al día, así que la presencia de sustancias extrañas en el aire, agua y alimentos, aunque se encuentren en baja concentración pueden ejercer un efecto nocivo sobre la salud.

La tabla 2.5 presenta algunos de los efectos de los contaminantes sobre la salud humana:

Tabla 2.5  
Efectos de los contaminantes sobre la salud humana

Contaminante	Efecto
Monóxido de carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formación de carboxihemoglobina, con la consiguiente disminución de oxihemoglobina, lo que implica disminución del transporte de oxígeno al organismo, ocasionando bajo rendimiento, cansancio, desmayo, pudiendo llegar hasta la muerte.</li></ul>
Bóxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Broncoconstricción.</li><li>• Cambio significativo en la función pulmonar.</li><li>• Aumento de incidencia a resfrios con la exposición al virus.</li><li>• Alteraciones en la función pulmonar.</li></ul>
Ozono (O <sub>3</sub> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor incidencia a las enfermedades respiratorias.</li><li>• Efectos negativos sobre personas asmáticas.</li><li>• Efectos extrapulmonares (descenso de la frecuencia cardiaca y de la presión arterial, alteraciones en glándulas paratiroides, tiroides y adrenales).</li></ul>
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento en la morbilidad por bronquitis.</li></ul>
Oxido nitroso (NO)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acumulación de líquido en los espacios vacíos de aire, imposibilitando el funcionamiento eficaz de los pulmones.</li></ul>
Partículas suspendidas totales (PST)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agravación de las enfermedades pulmonares crónicas y del asma.</li><li>• Aumento de la tos, molestias torácicas y restricción de la actividad.</li></ul>
Oxidantes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agravación de las enfermedades pulmonares crónicas y del asma.</li></ul>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritación del aparato respiratorio en adultos sanos.</li> <li>• Disminución de las reservas cardiopulmonares en las personas sanas.</li> <li>• Disminución de la agudeza visual, irritación en los ojos.</li> </ul>
Hidrocarburos aromáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáncer de pulmón (por inhalación), estómago (por ingestión), piel (por contacto epidérmico).</li> <li>• Daños en el hígado, dermatitis.</li> </ul>
Basura (insectos, hongos, bacterias y fauna nociva)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cólera, amibiasis, infección intestinal, diarrea, malaria, tifóidea.</li> </ul>
Aguas negras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cólera, diarrea, salmonelosis, fiebre tifóidea.</li> </ul>
Insecticidas y plaguicidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáncer de garganta, de estómago y de páncreas.</li> </ul>
Materiales radioactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vómito, diarrea y pérdida moderada del cabello.</li> <li>• Infecciones, hemorragias, muerte, deshidratación, cáncer.</li> </ul>
Plomo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumores en el riñón.</li> <li>• Peso de nacimiento reducido</li> <li>• Aumento de la tensión sanguínea.</li> <li>• Daños al cerebro y riñones, deterioro del IQ, disminución de aprendizaje.</li> </ul>
Arsénico (por inhalación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáncer de pulmón.</li> <li>• Daños en el hígado, fibrosis pulmonar.</li> <li>• Daños neurológicos</li> </ul>
Cadmio (por inhalación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáncer de pulmón.</li> <li>• Daños en riñones, osteoporosis, anemia.</li> </ul>
Cromo (por inhalación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cáncer de pulmón</li> <li>• Bronquitis, daños en hígado y riñones.</li> </ul>
Compuestos orgánicos clorados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños en el hígado, efectos neurológicos.</li> </ul>
Fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intoxicación, enfermedades gastrointestinales.</li> </ul>
Detergentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños digestivos</li> </ul>
Solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envenenamiento</li> </ul>

TESIS  
FALLA DE ORIGEN

(thiner, aguarrás,  
gasolina)

Fuente: Climent, 1996; Gutiérrez, 1997; Dirección de Educación Ambiental 2002, SIMA, 2002; Universidad de Atacama, 2002.

La salud humana depende de muchos factores entre los que se halla en forma primordial tanto la cantidad como la calidad del agua utilizada. Según dice la Organización Mundial de la Salud "casi la cuarta parte de las camas disponibles en todos los hospitales del mundo están ocupadas por enfermos cuyas dolencias se deben a la insalubridad del agua" (Murguía, 1983).

Los contaminantes biológicos que se encuentran en el agua y causan enfermedades al ser humano se presentan en la tabla 2.6.

Tabla 2.6  
Agentes infecciosos presentes en al agua residual doméstica

Organismo	Enfermedad	Efecto
<b>Bacteria</b>		
<i>Escherichia coli</i> (enteropatógena)	Gastroenteritis	Diarrea
<i>Legionella pneumophila</i>	Legionelosis	Enfermedades respiratorias
<i>Leptospira</i> (150 especies)	Leptospirosis	Leptospirosis, fiebre (enfermedad de Weil)
<i>Salmonella Typhi</i>	Fiebre tifoidea	Fiebre, diarrea, úlceras en el intestino delgado
<i>Salmonella</i> (1700 especies)	Salmonelosis	Envenenamiento de alimentos
<i>Shigella</i> (4 especies)	Shigelosis	Disenteria bacilar
<i>Vibrio Cholerae</i>	Colera	Diarreas fuertes
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Yersinosis	Diarrea
<b>Virus</b>		
Adenovirus (51 tipos)	Enfermedades respiratorias	
Enterovirus (67 tipos p e polio, eco y virus Cossakie)	Anomalías cardíacas Meningitis	
Hepatitis A	Hepatitis infecciosas	Leptospirosis, fiebre
Agente Norwalk	Gastroenteritis	Vómitos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Reovirus	Gastroenteritis	
Rotavirus	Gastroenteritis	
Protozoos		
<i>Balantidium coli</i>	Balantidiasis	Diarrea, disenteria
<i>Cryptosporidium</i>	Critosporidiosis	Diarrea
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria amebica	Diarreas prolongadas con sangre, abscesos en el hgado y en el intestino delgado
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis	Diarrea, nausea, indigestion
Helmintos		
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis	Infestacion de gusanos
<i>Enterobius vermicularis</i>	Enterobiasis	Gusanos
<i>Fasciola hepatica</i>	Fascioliasis	Gusanos (tercera)
<i>Hymenolepis nana</i>	Hymenolepiasis	Tenia enana
<i>Taenia saginata</i>	Teniasis	Tenia (buey)
<i>T. solium</i>	Teniasis	Tenia (cerdo)
<i>Trichuris trichiura</i>	Trichuriasis	Gusanos

Fuente: Metcalf y Fddy, 1996

Es importante mencionar que el agua tiene dos formas de participar en la transmisión de enfermedades: la directa o contacto, por ingestión que es la más frecuente, y la indirecta, como el caso de alimentos preparados con agua contaminada con patógenos (por ser un elemento indispensable del ciclo de vida de vectores, como el paludismo, la oncocercosis, el tracoma, encefalitis y tripanosomiasis).

El ruido, aunque no provoca un daño directo importante, si genera desarreglos de conducta y malhumor, empeorando la calidad de vida y llegando a provocar la pérdida de audición.

### 2.3.2 Otros efectos

Además de los efectos sobre la salud humana, los contaminantes ejercen también efectos nocivos sobre la vegetación, los animales y materiales. En las tablas siguientes se mencionan

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

algunos efectos que causa la contaminación a la flora, fauna y materiales (tabla 2.7 2.8 y 2.9, respectivamente):

**Tabla 2.7**  
**Efectos de la contaminación sobre la vegetación**

Contaminante	Efecto
Bioxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Areas muertas de las hojas.</li> <li>• Clorosis (cambio de coloracion de las hojas).</li> </ul>
Ozono (O <sub>3</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotosíntesis reducida.</li> <li>• Pigmentación punteada de color pardo rojizo en la superficie de la hoja.</li> </ul>
Partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferencia para llevar a cabo la fotosíntesis.</li> </ul>
Oxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la tasa de fotosíntesis</li> </ul>
Fertilizantes químicos en lagos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eutrofización, crecimiento anormal de las plantas acuáticas, provocando agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras.</li> </ul>
Detergentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A las plantas acuáticas les producen daños semejantes a los producidos por los fertilizantes</li> </ul>
Hydrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detiene el crecimiento de las plantas</li> </ul>
Desechos orgánicos (heces fecales y restos de comida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento anormal en plantas acuáticas.</li> </ul>
Envases de plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción del crecimiento de plantas acuáticas.</li> </ul>
Desechos de construcciones (arena, cemento, yeso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte de plantas acuáticas por azolvamiento de ríos y lagos.</li> </ul>
Acido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño a tejidos externos en plantas acuáticas. En concentraciones altas, las mata.</li> </ul>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Solventes (thiner, aguarrás, gasolina)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recubre la epidermis de las plantas acuáticas impidiendo la realización de la fotosíntesis.</li> </ul>
Metales pesados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Envenenamiento.</li> </ul>

Fuente: Climent, 1996; Seoanez, 1999; SFXA, 2002

Los agentes contaminantes de la atmósfera pueden afectar a los animales directamente, mediante la inhalación de los gases o de las partículas nocivas, o bien indirectamente mediante la ingestión de vegetales contaminados por absorción o sedimentación (Seoanez, 1999).

La salud de los animales puede verse afectada de forma crónica, enmascarándose los síntomas debido a enfermedades o carencias y los efectos suelen consistir en pérdidas de fecundidad y de productividad, así como lesiones externas o internas diversas, según sea el agente contaminante que actúe.

Tabla 2.8  
Efectos de la contaminación sobre la fauna

Contaminante	Efecto
Cemento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración en el número de individuos de entomofauna (artrópodos: ortópteros, coleópteros, isópodos) éste decrece a medida que la concentración de partículas aumenta.</li> <li>Aumento en la alcalinidad de la orina de la liebre y aumento en el coeficiente de reproducción.</li> </ul>
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de 2 a 15 veces más en el contenido de fluor en los huesos de <i>Emberizidae</i> (escribanos) y <i>Phocaidae</i> (gorriones). Aumento en algunas poblaciones de aves y disminución en otras.</li> </ul>
Arsénico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Envenenamiento y muerte de gamos, ciervos, liebres, corzos</li> </ul>
Sinergismos <sup>1</sup> de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) con otros agentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuciones apreciables en el coeficiente de reproducción (hasta un 40% inferior al normal) en mamíferos.</li> </ul>

<sup>1</sup> Los agentes contaminantes que se vierten a la atmósfera pueden reaccionar entre sí y dar lugar a efectos de mayor o menor toxicidad que en forma aislada (Seoanez, 1999).

Partículas suspendidas totales (PST)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los mamíferos provoca reacciones patógenas sobre todo en vías respiratorias.</li> <li>• Aumento del riesgo de cáncer con humedad elevada y temperaturas bajas.</li> </ul>
Ozono (O <sub>3</sub> ) y óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritación de las mucosas de las vías respiratorias, tos, irritaciones de las conjuntivas y disminución de la resistencia a los microorganismos patógenos en los mamíferos.</li> </ul>
Monóxido de carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los mamíferos provoca síntomas hasta que la concentración alcanza niveles que provocan una hipoxia de los tejidos o disminución de oxígeno disponible, sobre todo en el corazón y sistema nervioso central.</li> </ul>
Bisulfuro de azufre (SO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución en el número de abejas sociales (<i>Apis mellifera</i>).</li> </ul>
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los animales acuáticos quema sus epitelios externos, los mata en concentraciones altas.</li> <li>• Irritación de las mucosas del aparato digestivo en animales terrestres.</li> </ul>
Solventes (thiner, aguarrás, gasolina)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envenenamiento de animales acuáticos o asfixia al obstaculizar la oxigenación del agua.</li> </ul>
Fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte de animales acuáticos por intoxicación o asfixia.</li> <li>• Intoxicación y enfermedades gastrointestinales en animales terrestres.</li> </ul>
Detergentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte por intoxicación o asfixia a animales acuáticos.</li> <li>• Daños digestivos a animales terrestres.</li> </ul>
Desechos orgánicos (heces fecales y restos de comida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A los animales acuáticos les provocan enfermedades a causa de microorganismos patógenos cuya proliferación propician.</li> <li>• Infecciones y parasitosis en animales terrestres.</li> </ul>
Desechos de construcciones (arena, cemento, yeso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte por ingestión o estrangulamiento. Eliminación de sitios de anidación y guarda para animales acuáticos.</li> <li>• Intoxicaciones y daños digestivos a animales terrestres.</li> </ul>
Envases de plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muerte de animales acuáticos por ingestión o estrangulamiento.</li> <li>• Eliminación de sitios de anidación y guarda.</li> </ul>

TESIS C  
FALLA DE ORIGEN

Metales pesados (plomo, mercurio y cadmio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envenenamiento.</li> </ul>
--	---

Fuente: Sesosmez, 1999, Dirección de Educación Ambiental, 2002.

Por lo que se refiere a los materiales, hay que señalar, que todos son susceptibles, en mayor o menor grado a la degradación por contacto con la atmósfera, pero los que más han demostrado daños son las rocas de tipo calcáreo, como la caliza y el mármol (Climent, 1996).

**Tabla 2.9**  
**Efectos de la contaminación sobre los materiales**

Contaminante	Efecto
Lluvia ácida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eflorescencia, ligeros tonos blanquecinos sobre las superficies de rocas tipo calcáreo (caliza, mármol).</li> </ul>
Ion sulfato SO <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfatación (capas de yeso sobre esculturas), en rocas de tipo calcáreo (caliza y mármol)</li> </ul>
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación de nitrato de calcio en rocas de tipo calcáreo (caliza y mármol).</li> </ul>
Dioxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleración de la corrosión en superficies metálicas.</li> <li>• Deterioración de contactos eléctricos, papel, textiles, pinturas, materiales de construcción y monumentos históricos.</li> </ul>
Partículas suspendidas totales (PST)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suciedad o daños químicos cuando transportan sustancias corrosivas.</li> </ul>
Ozono (O <sub>3</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de el hule, textiles y pintura.</li> </ul>
Dioxido de nitrogeno (NO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decoloración de pinturas</li> </ul>

Fuente: Climent, 1996, SIMA, 2002

Además de los efectos sobre la salud y los materiales, algunos contaminantes como el ozono (O<sub>3</sub>), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y las partículas suspendidas (PST) disminuyen la visibilidad, además éstas últimas también favorece la formación de nubes (SIMA, 2002).

El ruido también puede afectar a los materiales; cuando una onda acústica incide sobre un material, parte de la energía que transporta es absorbida por dicho material, pudiendo causar diversas alteraciones internas a nivel molecular. Los efectos fundamentales de este fenómeno son la resonancia y la fatiga.

La resonancia es el fenómeno que se produce en un material cuando actúa sobre él una vibración cuyo periodo es múltiplo del de la vibración natural de dicho material. Bajo estas circunstancias, la amplitud de vibración del material va aumentando hasta llegar un momento en que puede producirse su fractura por sobrepasarse el límite de elasticidad (rotura de una tubería debido a una bomba desequilibrada que provoca vibraciones anormales).

La fatiga es el fenómeno que se produce en un material, principalmente en metales, cuando actúan sobre éstos vibraciones cíclicas y repetitivas. En tal caso, el metal va perdiendo paulatinamente sus propiedades elásticas lo que hace que finalmente se produzca su rotura (grietas en el bloque de un motor después de prolongado tiempo de funcionamiento) (Jarabo, 2000).

En los asentamientos semiurbanos los efectos principales a considerar son: en la salud humana, el agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, daños digestivos, infecciones y parasitosis, enfermedades gastrointestinales, irritación de los ojos. En la vegetación: inhibición del crecimiento y disminución de la tasa de fotosíntesis; y en los materiales su deterioro.

### 3. Manejo de información

La *teoría de muestreo* es el estudio de las relaciones existentes entre una población y las muestras extraídas de la misma. Su función básica es determinar qué parte de una población o universo debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. Es útil para determinar si las diferencias que se observan entre dos muestras son debidas a la aleatoriedad de las mismas o si por el contrario son significativas.

Para que las conclusiones de la teoría de muestreo e inferencias estadísticas sean válidas, las muestras deben de elegirse de forma que sean representativas de la población, de acuerdo a una regla o plan.

Dichas muestras contienen información que nos interesa, la cual podemos obtener por medio de algún método de recolección de datos; las entrevistas personales y las entrevistas por teléfono son los más utilizados.

#### 3.1 Muestreo estadístico

Algunas de las razones para la toma de muestras son: posibles restricciones de tiempo, dinero o personal; imposibilidad de estudiar todos los elementos de la población por inaccesibles o porque el examen requiere la destrucción del elemento de estudio (Ostle, 1988).

Entre los métodos de muestreo probabilístico más utilizados para investigación encontramos:

- muestreo aleatorio simple
- muestreo estratificado
- muestreo sistemático
- muestreo polietápico o por conglomerados

El muestreo propuesto para el estudio de zonas urbanas irregulares es el *estratificado aleatorio y sistemático*, el cual consiste en subdividir a la población en  $L$  subpoblaciones o estratos, de modo que la muestra esté constituida por elementos de cada uno de ellos, y dentro de cada

estrato, la selección es por muestreo aleatorio sistemático. En la tabla 3.1 se mencionan las ventajas e inconvenientes de estos tipos de muestreo.

La subdivisión en estratos se realiza atendiendo el nivel socio económico de la población, lo cual en los asentamientos semiurbanos también implica generalmente diferencias en el nivel de organización social y en la disponibilidad de servicios públicos

Al aplicar una estratificación, se busca aumentar la precisión de las estimaciones al agrupar la población en zonas con características comunes, garantizando así que existan muestras más representativas, además de lograrse un mejor aprovechamiento de la organización administrativa y en general de las particularidades de los diferentes grupos de elementos de la población (Azorin, 1972). Además este tipo de muestreo en muchas ocasiones incrementa la cantidad de información disponible para un costo dado (Mendelhall, 1987).

Tabla 3.1  
Características de los distintos tipos de muestreo probabilístico

	Características	Ventajas	Inconvenientes
Aleatorio simple	Se selecciona una muestra de tamaño $n$ de una población de $N$ unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida igual a $n/N$ .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sencillo y de fácil comprensión.</li> <li>• Cálculo rápido de medias y varianzas.</li> <li>• Se basa en la teoría estadística, y por tanto existen paquetes informáticos para analizar los datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población.</li> <li>• Cuando se trabaja con muestras pequeñas es posible que no represente adecuadamente a la población.</li> </ul>
Sistemático	Se consideran las $N$ unidades de la población arregladas en algún orden Si la muestra requerida es de tamaño $n$ , se toma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de aplicar.</li> <li>• No siempre es necesario tener un listado de toda la población.</li> <li>• Cuando la población</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la constante de muestreo está asociada con el fenómeno de interés, las estimaciones obtenidas a partir de la muestra</li> </ul>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	al azar una unidad de las primeras $k = N/n$ unidades y, a partir de ahí, se toma cada $k$ ésima unidad	está ordenada siguiendo una tendencia conocida, asegura una cobertura de unidades de todos los tipos.	pueden contener sesgo de selección
<b>Estratificado</b>	En ciertas ocasiones resultará conveniente estratificar la muestra según las variables de interés. Para ello debemos conocer la composición de la población objetivo a muestrear. Una vez calculado el tamaño muestral apropiado, este se reparte de manera proporcional entre los distintos estratos definidos en la población usando una simple regla de tres.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de las variables seleccionadas.</li> <li>• Se obtienen estimaciones más precisas.</li> <li>• Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo que a la o las variables estratificadas se refiere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe de conocer la distribución en la población de las variables utilizadas para la estratificación.</li> </ul>
<b>Conglomerados</b>	Se realizan varias fases de muestreo sucesivas (polietápico). Una muestra por conglomerados es una muestra aleatoria en la cual cada unidad de muestreo es una colección, o conglomerado, de elementos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy eficiente cuando la población es muy grande y dispersa.</li> <li>• No es preciso tener un listado de toda la población, sólo de las unidades primarias de muestreo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El error estándar es mayor que en el muestreo aleatorio simple o en el estratificado.</li> <li>• El cálculo del error estándar es complejo</li> </ul>

Fuente: Valledor y Carrera, 2002; Azorin, 1972.; Mendenhall, 1987

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El número total de muestras en la zona de estudio se obtiene de acuerdo a criterios estadísticos de representatividad, y a la disponibilidad de recursos en cuanto a personal y tiempo. En general se requiere que el número de elementos de la muestra sea mayor de 30 para así hacer la extrapolación a la población de los datos obtenidos a través de intervalos de confianza para las medias y proporciones respectivas usando una distribución normal.

En los asentamientos semiurbanos (como en zonas urbanas), la unidad de muestreo se define a nivel de *lote (predio)*, y para que el muestreo sea de tipo sistemático, se selecciona un lote por manzana (bloque habitacional), de manera que éste tendrá la misma ubicación relativa en todas las manzanas seleccionadas.

Se puede usar *paquetería excel, o calculadora científica*, para la generación de números aleatorios o tablas de números aleatorios. Se selecciona un lote del lugar (del total de lotes numerados consecutivamente en el asentamiento), para que sirva como punto de referencia, para la ubicación relativa de todos los lotes de muestreo.

Posteriormente, empleando nuevamente el generador de números aleatorios se seleccionan, sin recambio, las manzanas del asentamiento, en las cuales se realizará el muestreo (una manzana por muestra).

Para agilizar el trabajo de campo y lograr que los observadores puedan recabar las muestras (levantamiento de encuestas), en el tiempo estipulado, se puede muestrear siguiendo rutas de trabajo preestablecidas y no el orden aleatorio de generación de la muestra.

### **3.2 Métodos de recolección de datos**

Los métodos comúnmente utilizados para la recolección de datos en muestras sociales son: cuestionarios, es decir una serie de preguntas que son planeadas y diseñadas para ser contestadas por los individuos de la muestra sin la participación de entrevistadores; o entrevistas, que son preguntas de un cuestionario, formuladas por entrevistadores a los individuos de la muestra.

Los cuestionarios enviados por correo a un grupo específico de personas presuntamente interesadas, pueden proporcionar buenos resultados; pero generalmente, la tasa de respuesta para este tipo de recolección de información es tan baja, que los resultados no son confiables. Las entrevistas (personales ó por teléfono), pueden alcanzar tasas de respuesta mayores al 75%. Frecuentemente, se puede encontrar información objetiva a través de observación directa, más que de una entrevista o de un cuestionario enviado por correo (Mendenhall, 1987).

*Entrevistas por teléfono.* La información requerida puede ser obtenida de las personas en la muestra a través de entrevistas por teléfono, que son frecuentemente menos costosas que las entrevistas personales, debido a la eliminación de gastos de transporte. En este caso, es conveniente que el investigador escuche la entrevista para asegurarse de que el entrevistador está siguiendo el procedimiento especificado para la misma.

Un problema importante en las encuestas por teléfono es el establecimiento de un marco que corresponda fielmente a la población. Los directorios telefónicos tienen muchos números que no corresponden a hogares, y muchos hogares tienen números que no aparecen en el directorio. Además en asentamientos semiurbanos generalmente no se cuenta con este servicio.

Las entrevistas por teléfono generalmente deben realizarse en un periodo más corto que las entrevistas personales, porque los entrevistados tienen a impacientarse más fácilmente cuando se está hablando por teléfono que durante una charla personal (Mendenhall, 1987).

*Cuestionarios autoaplicados.* Estos cuestionarios son enviados por correo a los individuos en la muestra, aunque se pueden usar otros métodos de distribución. El cuestionario debe ser cuidadosamente construido si se desea estimular la participación de las personas.

El cuestionario autoaplicado no requiere entrevistadores, por lo que su uso produce un ahorro en el costo de la encuesta. Este ahorro en el costo es a expensas de una tasa de respuesta muy baja. La falta de respuesta puede ser un problema en cualquiera de las formas de recolección

de datos; pero en un cuestionario enviado por correo, frecuentemente es muy elevada, ya que no hay contacto con la gente.

Otro inconveniente, para el caso de asentamientos semiurbanos, es que éstos no cuentan con servicio postal, o forma alguna de hacerles llegar el cuestionario, por lo que tendría que hacerse la entrega personalmente y no se obtiene un gran ahorro.

*Entrevista personal.* Los datos son obtenidos por el entrevistador que realiza preguntas preparadas y registra las respuestas de la persona entrevistada. La ventaja primordial de estas entrevistas es que la gente usualmente responde cuando es confrontada en persona. Además, el entrevistador puede notar reacciones específicas y eliminar malos entendidos acerca de las preguntas hechas. La mayor limitación de la entrevista personal está relacionada con los entrevistadores, ya que en algunas ocasiones pueden desviarse del protocolo requerido, introduciendo un sesgo en los datos muestrales. Cualquier movimiento, expresión facial o aseveración hecha por el entrevistador puede afectar la respuesta obtenida.

*Observación directa.* La observación directa es usada cuando no se requieren mediciones en las personas o para recabar información que no se puede incluir en entrevistas o cuestionarios.

Este procedimiento puede tomar más tiempo, pero produce grandes recompensas en análisis importantes. Dentro de asentamientos semiurbanos se puede obtener información técnica que los habitantes ignoran o no desean divulgar (como: capacidad de sus sistemas de almacenamiento de agua, disposición inadecuada de residuos peligrosos, tomas clandestinas de energía eléctrica, etcétera). Esta información no siempre conviene incluirla en una encuesta, porque la haría muy extensa o podría obstaculizar la participación de los habitantes.

Por lo anterior, para el estudio de una zona irregular o semiurbana se recomienda la entrevista personal y la observación directa. Las entrevistas se aplicarán a los individuos de las muestras seleccionadas estadísticamente y la observación directa puede realizarse por todas las calles de la zona si ésta no es muy grande y se cuenta con el personal y tiempo disponibles o solamente por la calle en la que se encuentra el lote muestreado para la aplicación de la encuesta.

### 3.3 Planeación de la recolección de datos

En la planeación de la recolección de datos se deben seguir los siguientes pasos:

1. *Establecimiento de objetivos.* Los objetivos de la recolección de datos (encuesta) deben establecerse de una manera clara y concisa, y deben ser entendidos por quienes realizarán su levantamiento; de lo contrario no es posible garantizar el éxito de la misma.
2. *Población objetivo.* Definir cuidadosamente la población que debe ser representada por la muestra, estableciendo qué grupo (grupos) está incluido en la misma.
3. *El marco.* Crear un marco de trabajo que debe actuar como una heliografía para el proyecto entero. En cualquier caso los integrantes del grupo de trabajo deben de ser capaces de ver y observar si lo que se está haciendo brinda alguna ayuda para medir algún elemento identificado dentro del marco de trabajo. Si no es así, se puede haber perdido el rumbo (lo cual es muy fácil), y encontrar que se está trabajando en algo lejano a sus intereses reales.
4. *Diseño de muestreo.* Seleccionar el diseño de muestreo, incluyendo el número de elementos en la muestra, de tal manera que la muestra proporcione suficiente información para los objetivos de la encuesta.
5. *Método de recolección de datos.* Seleccionar el método de colección de muestra (entrevista, encuesta, observación directa, etc.) y decidir si es suficiente un solo método de recolección o es necesario emplear más de uno.
6. *Instrumento de medición.* En conjunto con el paso cinco, especificar cuidadosamente qué mediciones van a ser obtenidas. En el caso de usar un cuestionario, planear las preguntas de tal manera que se minimice la falta de respuesta y el sesgo por respuesta incorrecta.

7. *Capacitación.* Seleccionar y capacitar al personal que aplicará el (los) método de recolección de datos, indicándoles, además de los aspectos prácticos del trabajo de campo, el objetivo del estudio y el significado técnico de cada pregunta y respuesta, o de cada elemento a observar.
8. *Prueba piloto.* Seleccionar una pequeña muestra para una prueba piloto, para probar en el campo el cuestionario y otros instrumentos de medición y calificar al personal. Los resultados de la prueba piloto usualmente sugieren algunas modificaciones antes de realizar el muestreo a escala completa.
9. *Organización del trabajo de campo.* Planear a detalle el trabajo de campo: grupos de trabajo, rutas a seguir, número de cuestionarios a aplicar por grupo, información y forma de reporte para la observación directa, puntos de aplicación de encuestas o realización de observaciones, horario de trabajo, etc.
10. *Organización de manejo de datos.* Elaborar un esquema de cómo se debe manejar la información durante todas las etapas de la encuesta.
11. *Análisis de los datos.* Durante la etapa de diseño del muestreo debe definirse el (los) análisis que deben realizarse para evaluar la información obtenida (Mendelhall, 1987).

Si una encuesta se realiza para obtener información de personas, entonces deben considerarse todas las fuentes potenciales de errores, pero no de muestreo, esto puede controlarse mediante el diseño cuidadoso del cuestionario. Algunos problemas importantes en la construcción del cuestionario son esbozados a continuación:

*Ordenamiento de las preguntas.* Las personas que responden a cuestionarios generalmente tratan de ser consistentes en sus respuestas, esta consistencia puede ocasionar que el orden de las preguntas afecte las respuestas, además la actitud hacia una pregunta en una encuesta es determinada o cambiada por preguntas anteriores relacionadas con el mismo tema. Es por eso

que al diseñar un cuestionario se debe tener cuidado con el orden "pregunta - respuesta", considerando las siguientes técnicas:

- Formulación del cuestionario en diferente orden para diferentes subconjuntos de la muestra.
- Usar letreros o repetición de las preguntas tan frecuentemente como sea necesario en una entrevista, de tal manera que la pregunta y posibles respuestas sean entendidas.
- Explicación cuidadosa en el análisis de los datos del contexto en el cual se hizo la pregunta.

*Preguntas abiertas contra preguntas cerradas.* Una pregunta cerrada es aquella que debe tener una respuesta numérica simple o un número fijo de selecciones predeterminadas. Permiten una fácil codificación y análisis.

En las preguntas abiertas se permite a la persona entrevistada la libre expresión de una respuesta no estructurada, pudiendo expresar algunas peculiaridades y matices del significado de la respuesta. Ocasionan algunas dificultades para el análisis, porque las respuestas no son fácilmente cuantificables y pueden ser prácticamente imposibles de comparar entre los cuestionarios, aunque en algunas ocasiones solo es posible obtener lo que se busca mediante este tipo de preguntas. Obtener una lista de opciones de respuestas en preguntas abiertas proporciona alternativas más realistas.

*Opción de respuesta.* Forzar a la gente a tomar decisiones sobre cuestiones que desconoce es inapropiado. un buen cuestionario debe proporcionar preguntas seleccionadas para determinar si el entrevistado tiene suficiente información para formarse opinión acerca de un determinado problema.

*Redacción de las preguntas.* En la tabla 3.2 se muestran algunos ejemplos de cómo deben redactarse algunas preguntas para que exista menor error en la recolección de los datos.

**Tabla 3.2**  
**Redacción de las preguntas**

Pregunta imprecisa	Pregunta precisa	Comentario
¿Apoya usted la pena de muerte?	¿Apoya usted la pena de muerte o se opone a ella?	Se debe hacer la pregunta mas equilibrada.
¿Considera usted que Mexico debe prohibir discursos públicos contra la democracia?	¿Considera usted que México debe permitir discursos públicos contra la democracia?	Prohibir es una palabra enérgica y produce una actitud negativa. permitir es una palabra mucho mas tolerable
¿Que tanta agua toma usted?	¿Cuántos vasos de 1/2 de litro de agua toma usted diariamente?	Las preguntas deben ser hechas en terminos claramente definidos para minimizar errores.
¿Cuantos niños hay en su familia?	¿Cuántas personas menores de 18 años viven en su hogar y reciben de usted más de la mitad de su apoyo financiero?	La pregunta debe ser especifica. con todos los componentes bien definidos?

### 3.4 Análisis y presentación de datos

Finalmente, los datos obtenidos se pueden vaciar a una hoja de cálculo, para poder elaborar tablas, gráficas o presentar los datos de manera que sean entendibles y fácilmente analizados, además de calcular ciertos valores representativos que resuman un gran volumen de información.

**Promedio aritmético.** Es el más común de los valores representativos, se simboliza con  $\bar{X}$  y se define como el valor medio aritmético de todos los valores de la muestra (X). La fórmula para calcularlo es:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \sum \frac{X}{n}$$

donde n es el número de observaciones (elementos) en la muestra.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Mediana.** Un valor representativo, frecuentemente empleado como ayuda en la descripción de datos, es la mediana, representada con  $M$ , es la  $[(n-1)/2]$ ésima observación, cuando los valores están ordenados en orden de magnitud.

**Moda.** Se define como el valor que ocurre más frecuentemente en la muestra. La moda de la muestra se representa con  $MO$ . La moda no siempre ocurrirá como un valor central, sino que puede ser un valor extremo. Asimismo una muestra puede tener más de una moda

**Rango.** Es la medida de variación más simple. Se calcula como:  $R = X_{max} - X_{min}$ , donde  $X_{min}$  es el valor más pequeño de la muestra y  $X_{max}$ , el más grande. A menudo es calificado de ineficiente porque ignora toda la información disponible en los valores intermedios de la muestra, sin embargo para muestras pequeñas ( $n < 10$ ) la eficiencia con respecto a otras medidas de variación es lo suficientemente alta.

**Varianza.** Cuando el número de encuestas (elementos de la muestra) es mayor a 30, la fórmula para calcular la variancia es:

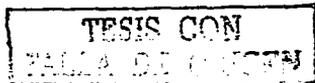
$$S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

La extrapolación a la población realiza través de intervalos de confianza. Para la media se realiza de la siguiente manera:

$$P\{A \leq \mu_x \leq B\} = 1 - \alpha$$

$$P\{x - z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x \leq \mu_x \leq x + z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x\} = 1 - \alpha$$

Donde  $x$  es el promedio aritmético de la muestra,  $z_{\alpha/2}$  es un valor leído de tablas de distribución normal para un intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  establecido (por lo general se utiliza un intervalo de confianza del 95%),  $\sigma_x$  es la desviación estándar calculada como  $S_x/\sqrt{n}$  (Freud y Wilson, 1997).



Si se calcularon proporciones ( $p = x/n$ , donde  $x$  es el número de sucesos en la muestra, por ejemplo para saber la proporción de la población que está de acuerdo en que se lleve a cabo cierta medida), la extrapolación a la población se realiza de la manera siguiente:

$$p = z_{\alpha} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Al igual que en la extrapolación de la media se utiliza un intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  del 95% (Freud y Wilson, 1997).

En el siguiente capítulo se desarrolla el tema de sistemas ambientales necesario para comprender que los problemas ambientales son *problemas sistémicos*.

#### 4. Sistemas ambientales

La realidad ambiental es compleja y cambiante. Su complejidad se debe tanto a los elementos que intervienen en ella como a las interacciones que se establecen entre ellos; los cambios ambientales son el resultado del comportamiento dinámico de estos elementos. Al conjunto de elementos ambientales, contaminantes y receptores, interrelacionados entre sí y con el entorno que les rodea lo denominamos *Sistema Ambiental*. La realidad ambiental (el medio, el ambiente, la Naturaleza) es, por tanto, un sistema.

En consecuencia, los problemas ambientales son *problemas sistémicos* cuya solución no afecta únicamente a la más evidente de las causas sino a otras que pueden pasar inadvertidas y que sin embargo, están relacionadas con ellos (Pronatura, 1999).

Este modelo sistémico surge de:

- la teoría general de los sistemas de Bertalanffy (Jarabo, 2000), en el que se contempla el planeta como un todo relacionado. De tal modo que cualquier modificación de una de las partes afectará a las demás,
- y del modelo natural-sociocultural (Jarabo, 2000), en el que el ambiente entra en las ciudades y contempla la interacción humana como una más de las existentes.

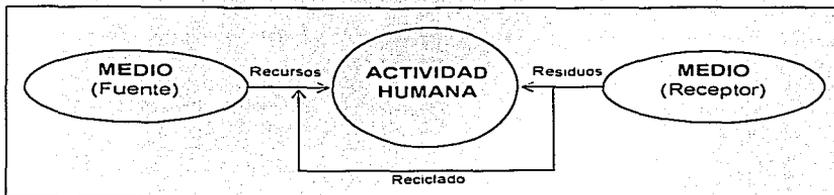
Bajo este modelo, el objetivo de estudio del ambiente será establecer las relaciones entre todas las partes del sistema con el fin de lograr las mejores condiciones posibles para todos los que en él habitan.

El ambiente puede considerarse como un conjunto de elementos esenciales e imprescindibles para las funciones del ser humano, que puede ser contemplado como: *frente* de recursos naturales para la actividad humana y *receptor* de impactos debidos a la actividad humana.

La relación entre el medio y la actividad humana tiene lugar a través de un flujo recíproco de materiales y energía que se rige por el principio de la conservación: *la cantidad de materiales devueltos al medio como residuos de la actividad humana debe ser igual a la cantidad de*

materiales que el medio proporciona a la actividad humana (Jarabo, 2000). De aquí, surge el esquema general de un sistema, que se muestra en la figura 4.1.

Figura 4.1  
Esquema general de un sistema



Fuente: Jarabo, 2000.

Considerando este principio, el ser humano debe aceptar la responsabilidad de vigilar y proteger su ambiente, administrando debidamente los recursos de que dispone, valorando correctamente las consecuencias, tanto positivas como negativas, a corto y largo plazo, que cada una de sus acciones pueda tener sobre el medio, y encontrando alternativas de solución capaces de mitigar o anular estas consecuencias.

Para aplicar el enfoque sistémico y el principio de la conservación, habrá que definir el sistema ambiental que corresponde a un asentamiento semiurbano: tamaño, fronteras, elementos e interrelaciones entre elementos. Del tamaño y número de elementos del sistema dependerán las características y cantidad de personal necesario para su análisis.

El tamaño de un sistema puede clasificarse dentro de tres escalas: macroescala, mesoescala y microescala. En la primera se sitúan los problemas globales de contaminación (efecto invernadero del bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el agujero en la capa de ozono), su extensión puede afectar a varios países, su duración puede ser de años y el número de investigadores y recursos para su estudio es considerable. En la segunda escala se sitúan problemas en los que se analizan varias fuentes de emisión (transporte, industrias, fauna), que afectan solamente un

radio de kilómetros y producen reacciones que duran solo días, pudiendo ser problemas dentro de un estado, ciudad o colonia. Por último, la microescala se refiere a una sola fuente de emisión, abarca unos cuantos metros de extensión, minutos de reacción y por lo general se analiza a partir de principios básicos de física, química o biología requiriéndose de poco personal pero altamente calificado para su estudio: reacciones químicas responsables de las emisiones de un automóvil, una casa o una fábrica.

La identificación de los elementos de un sistema y sus interrelaciones, así como su posible subdivisión depende de las fronteras establecidas para ese sistema, las cuales pueden considerarse cerradas o abiertas. Un sistema con fronteras cerradas es autocontenido y no interactúa de manera significativa con su ambiente. El ambiente proporciona el medio en que el sistema opera; no obstante, el impacto es mínimo.

Los sistemas con fronteras abiertas interactúan con su ambiente. Los límites son traspasados (aún el flujo de información, energía y/o material), existen numerosas interacciones entre los diversos componentes del sistema por lo que es la más próxima a la realidad ambiental

Si bien el estudio de los problemas del ambiente es un tema complejo, por su diversidad, se abordarán dividiéndolos artificialmente de acuerdo con la naturaleza de los contaminantes o el medio contaminado. Esto es:

- contaminación del aire
- contaminación del agua
- contaminación por residuos sólidos
- contaminación por residuos peligrosos
- riesgo ambiental

#### **4.1 Sistemas de administración ambiental**

Organizaciones de toda índole tienen creciente interés en lograr y demostrar un desempeño ambiental sano, controlando el impacto de sus actividades, productos o servicios sobre el ambiente. Esto se hace en el contexto de una legislación cada vez más rigurosa, del desarrollo

de políticas económicas y otros medios para fomentar la protección ambiental, y de un crecimiento generalizado de la preocupación (por parte de autoridades, comunidad, proveedores, contratistas, bancos, aseguradoras, entre otros) por los asuntos ambientales, incluyendo el desarrollo sostenible (ICONTEC, 2002).

Un sistema de administración ambiental (SAA) es una parte del sistema de administración total de una empresa, el cual incluye la estructura organizacional, planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implantar, revisar y mantener la política ambiental establecida.

A los sistemas de administración ambiental se les conoce de tres maneras, ya que el nombre proviene de la traducción al español del concepto *Environmental Management Systems* donde *management* se traduce como "administración", "manejo" y "gestión", por tanto:

Sistemas de Administración Ambiental    Sistemas de Manejo Ambiental    Sistemas de Gestión Ambiental

La norma ISO 1400 (ISO, del inglés: International Organization for Standardization), forma parte de una familia de normas que se refieren a la gestión ambiental aplicada a la empresa, cuyo objetivo consiste en la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, aumentando la calidad del producto y como consecuencia la competitividad del mismo ante la demanda de productos cuyos componentes y procesos de elaboración sean realizados en un contexto donde se respete al ambiente.

Estas normas forman parte además de la serie ISO de donde provienen las conocidas ISO 9000 e ISO 9001, referidas estas últimas a la calidad total dentro de la empresa.

La norma ISO 14001, Environmental Management Systems, publicada en 1996 por la Organización internacional de normas, es la que certifica a las empresas o especifica las principales exigencias de un sistema de Gestión Ambiental, en ella no se presentan criterios específicos de desempeño ambiental, pero sí le exige a cada organización elaborar su propia política y contar con objetivos que estudien las exigencias legales y la información referente a

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

los impactos ambientales significativos. La norma se aplica a los efectos ambientales que pueden ser controlados por la organización y sobre los cuales se espera que la misma ejerza una influencia. Abarca todo el sistema de gestión ambiental y proporciona especificaciones y guías de uso, incluyendo elementos centrales del sistema que vayan a utilizar para la certificación o registro.

La norma 14004 ofrece directrices para el desarrollo e implementación de los principios del sistema de gestión ambiental y las técnicas de soporte, además presenta guías para su coordinación con otros sistemas gerenciales como la ISO 9000 (Monografías, 2002).

La norma ISO 14001, da origen a la norma mexicana voluntaria NMX-001-SAA-IMNC: 1998 Sistemas de Administración Ambiental que los define como: *"La parte del sistema de administración general que incluye la estructura, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implantar, alcanzar y mantener la política ambiental"*.

Para efectos prácticos y utilizando un lenguaje simple, la Administración Pública del Distrito Federal ha definido a los Sistemas de Administración Ambiental como: *"Una forma de trabajo sistemática y documentada para disminuir los efectos negativos al medio ambiente, asociados a las actividades administrativas y operativas de la Administración Pública del D.F."*.

La Administración Pública del Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) desarrolla desde el año 1999 Sistemas de Manejo Ambiental en las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los ha definido como sigue: *"Una estrategia general de una institución para introducir criterios ambientales en sus procesos operativos y o en sus mecanismos de toma de decisiones"*. Dicha estrategia permite:

- a) crear una nueva cultura ambiental entre los miembros de organización y
- b) mejorar el desempeño ambiental de la institución y promover una imagen más limpia de la misma" (SMA, 2002).

De acuerdo con la norma ISO 14000, un sistema de administración ambiental contiene:

- Aspectos generales
- Política ambiental
- Planeación
- Identificación de aspectos ambientales
- Requerimientos legales y otros
- Objetivos y metas
- Programa(s) específicos de administración ambiental

Dentro de los programas específicos de administración se pueden mencionar:

- Programa de Manejo de Residuos Sólidos
- Programa de Prevención de la Contaminación
- Programa de Información Ambiental
- Programas de Educación Ambiental, entre otros.

#### **4.2 Programas de manejo integral de contaminantes**

El manejo integral de contaminantes, se refiere a la prevención y control de las emisiones contaminantes. Baza su aplicación en la definición de un *TODO* o *SISTEMA*, para el cual se seleccionarán y aplicarán técnicas y programas de administración idóneos para lograr la reducción de la generación, segregación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de todos los contaminantes presentes.

Por lo tanto, un *Programa de Manejo Integral de Contaminantes* se aplicará con el fin de prevenir y controlar la contaminación atmosférica, del suelo y del agua, así como la ocurrencia de accidentes en actividades riesgosas, y daños originados por el manejo de materiales y residuos peligrosos, impulsando así el desarrollo sustentable.

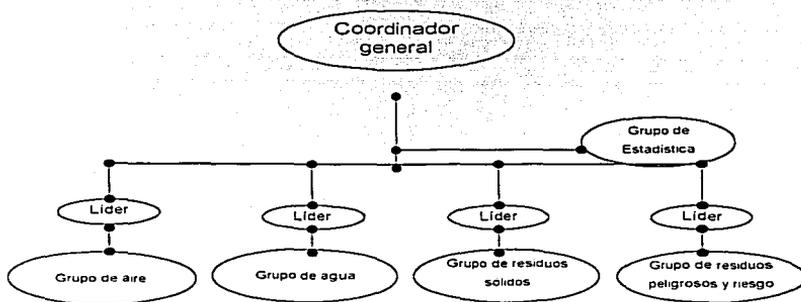
El objetivo principal formular un programa de manejo ambiental que permita enfrentar los problemas inmediatos en materia ambiental empleando los recursos, humanos y económicos disponibles en el lugar.

Al elaborar un programa de manejo integral de contaminantes (PMIC) es necesario: conocer perfectamente el sistema al cual se aplicará: características del sitio y población, naturaleza de los contaminantes presentes (fuentes y efectos), las soluciones disponibles y la viabilidad de su aplicación para, finalmente, priorizar las acciones tendientes a mejorar ambientalmente el sistema en estudio. Para obtener la información necesaria y desarrollar el PMIC, se deben estructurar las actividades y personal dentro del programa, de tal manera que se alcance el máximo aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y técnicos.

#### 4.2.1 Estructura del PMIC

Manteniendo la subdivisión de sistemas ambientales propuesta al inicio de este capítulo, para el desarrollo del PMIC, trabajos de campo, análisis de alternativas y establecimiento del programa de manejo, se propone la siguiente estructura de trabajo.

Figura 4.2  
Esquema de organización para un PMIC



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Es importante que el coordinador general tenga conocimientos en el área ambiental y experiencia en el manejo de personal. Sus funciones serán coordinar las actividades necesarias para desarrollar el programa, estando en estrecho contacto con los líderes de cada grupo, revisando los informes de trabajo y programando las reuniones de trabajo. Además, deberá ser enlace entre los habitantes de la zona para la cual se realiza el programa y/o las autoridades ambientales locales.

Las reuniones de trabajo entre el personal interno que desarrolla el PMIC, los habitantes de la zona y autoridades ambientales, permitirán obtener una visión integral acerca de la problemática de la zona, y tomar decisiones concensadas sobre la inclusión o exclusión de puntos específicos del programa, así como la calendarización del programa de manejo.

Los líderes de cada grupo coordinarán y organizarán a su grupo y elaborarán un informe parcial de trabajo. Adicionalmente el grupo de estadística realizará los cálculos del muestreo y análisis de la información, así como el procesamiento de datos necesario para todos los otros grupos.

Al finalizar cada actividad se tendrá que entregar el documento respectivo al coordinador general.

Para el documento y presentación final de los resultados del trabajo cada grupo de trabajo presentará sus conclusiones y recomendaciones para ser analizadas y evaluadas de manera integral por todo el equipo e integrar los capítulos temáticos del documento final.

En el siguiente capítulo se establece la metodología a seguir para elaborar un programa de manejo integral de contaminantes (P/MIC).

## 5. Metodología

Actualmente la problemática ambiental en zonas urbanas y semiurbanas hace indispensable la implantación de programas que conlleven a la conservación y protección del ambiente, a la vez que permitan mejorar las condiciones ambientales del lugar y, en consecuencia, el nivel de vida de la población. Como parte de las acciones para elaborar los programas necesarios, se expone la siguiente metodología para la elaboración de un programa de manejo integral de contaminantes en zonas semiurbanas.

La metodología propuesta a diferencia de otras que pudiesen ser aplicadas para cualquier otra zona, considera como factor determinante el nivel de vida de la población y la participación activa de ésta para la implantación del programa.

El programa de manejo integral de contaminantes, PMIC, se desarrollará de acuerdo a tres fases principales (Schteingart, 1991):

1. diagnóstico o reconocimiento del estado actual del ambiente (recolección de datos);
2. identificación de fuentes contaminantes, contaminantes producidos, áreas de oportunidad y alternativas de solución (determinación de causas, efectos y soluciones);
3. definición y planificación de las acciones (programa de manejo).

A continuación se describen las actividades a desarrollar dentro de cada una de estas fases.

### 5.1 Diagnóstico

El diagnóstico ambiental constituye el primer paso para proponer alternativas de solución. Su objetivo es definir la situación inicial del lugar en relación con el ambiente, contexto social y el sistema legal ambiental existente, determinando y valorando la naturaleza e importancia de la problemática ambiental, así como las fortalezas existentes. Después de este análisis se deberá estar suficientemente preparado para identificar las áreas de oportunidad y alternativas

adecuadas para corregir la problemática existente, así como minimizar el impacto ambiental acumulativo previsto, elaborando un programa de manejo adecuado.

Como resultado del diagnóstico, se establecerá la situación actual en los siguientes temas ambientales:

- Distribución y uso de agua potable
- Manejo y disposición de agua residual
- Contaminación atmosférica
- Manejo y disposición de residuos sólidos municipales
- Manejo y disposición de residuos peligrosos
- Riesgo ambiental

Para poder elaborar el diagnóstico es necesario recopilar información sobre el lugar a partir de: fuentes bibliográficas, visitas al sitio y levantamiento de encuestas. Una vez recopilada esta información, deberá ser analizada y procesada para documentar adecuadamente el diagnóstico elaborado.

### 5.1.1 Información bibliográfica

Entre las fuentes bibliográficas de importancia para la elaboración de un PMIC, tenemos las mencionadas en la tabla 5.1.

Tabla 5.1  
Fuentes de información para PMIC

Institución	Información
Delegaciones políticas y gobiernos municipales	Número de asentamientos, superficie, uso de suelo, número de habitantes, información histórica de la población y su crecimiento, servicios, límites políticos, rutas de transporte público.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).	Programas de apoyo y publicaciones específicas sobre la temática del sector.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Secretaría de Energía	Uso eficiente de energía, seguridad en el manejo de energía eléctrica, problemas ambientales, fuentes alternativas de energía.
Secretaría de Economía	Actividades productivas de la zona.
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	Programas sociales, normatividad, desarrollo urbano y ordenamiento territorial, desarrollo social y humano
Secretaría de Salud	Indicadores sociodemográficos, normas y reglamentos, y programas en funcionamiento. Acciones para vincular la salud con el desarrollo económico y social
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Información estadística y geográfica del ambiente y recursos naturales, campaña nacional de prevención y combate de incendios forestales, marco jurídico, etcétera.
Instituto Nacional de Ecología (INE)	Calidad del aire, gestión ambiental, programas sectoriales, folletos de prevención de la contaminación, indicadores ambientales de desarrollo sustentable, residuos, actividades y materiales peligrosos, economía ambiental, educación ambiental.
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	Boletines de prensa, efectos de la contaminación, marco jurídico
Comisión Nacional del Agua (CNA)	Información geográfica y cartográfica, coberturas de agua potable y alcantarillado, información estadística, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)	Estadísticas ambientales, sociodemográficas, económicas. Información geográfica (climas, vías de comunicación, vegetación y fauna, hidrología, fisiografía, geología y suelos, división geoestadística, extensión territorial)
Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)	Recomendaciones de ahorro de energía y cuidado del ambiente.
Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	Folletos con información básica de que hacer antes, durante y después de un desastre.
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Ahorro de energía, regiones y tarifas, precios de las tarifas industriales.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA)	Publicaciones y documentos sobre contaminantes y salud, legislación y políticas ambientales, medio ambiente, economía y comercio, peticiones ciudadanas relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental. Información sobre leyes, tratados y acuerdos, bases de datos de la CCA.
---	---

De manera general, se puede clasificar la información necesaria de acuerdo al aspecto ambiental que la requiere, aunque más de una vez la misma información es requerida para diferentes aspectos (ver tabla 5.2).

Tabla 5.2  
Información necesaria para elaborar el diagnóstico ambiental

Generales	Agua	Aire	Residuos sólidos municipales	Residuos peligrosos y riesgo
Información histórica de la población y su crecimiento.	Redes de abastecimiento de agua	Vías de flujo vehicular.	Ruta de barrido de vías públicas.	Cables, torres u otras instalaciones de Luz y Fuerza.
Climatología.	Redes de drenaje o sistemas de alcantarillado.	Tramos pavimentados.	Centros de acopio de residuos.	Existencia de gasoductos.
Límites geográficos de la zona	Ríos y cuerpos de agua principales	Defecación al aire libre.	Composición de residuos sólidos.	Hospitales, clínicas, veterinarias, laboratorios médicos.
Límites políticos.	Tipo de baño en la vivienda.	Aforos vehiculares	Fuentes generadoras de residuos sólidos.	Zonas de inundaciones.
Límites de cascos urbanos	Tipo de almacenamiento del agua potable.	Número de animales de granja	Tiraderos clandestinos.	Zona de incendios.
Vías de	Aprovechamiento	Quemas en la	Rutas de	Zona de deslave.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

comunicación primarias y secundarias.	del agua de lluvia.	zona.	recolección de basura. cantidad de basura recolectada.	
Uso de suelo y tipo de vegetación.	Consumo de agua.	Combustibles usados.	Tratamiento in situ de residuos.	Químicos usados en la zona.
Numero de habitantes.	Forma de reuso de aguas grises.	Emissiones industriales.	Reciclaje.	Fallas volcánicas.
Instalaciones deportivas	Calidad de agua potable		Composteo.	
Instalaciones politicas	Calidad de aguas residuales.		Incineración.	

La información bibliográfica obtenida se ordena, revisa y la administra el grupo de estadística, en colaboración con alguno de los miembros de cada grupo, para registrar la información recabada y la faltante

La información se puede ir procesando ya sea en tablas, hojas de cálculo o procesadores de texto, para formar una base de datos, de todo lo recopilado, saber qué falta o que se necesita confirmar, y planear así la estrategia a seguir en las visitas al lugar. Es importante recordar que, tomar en cuenta toda la información disponible permitirá definir con claridad la situación actual del lugar, evitando visiones parciales de los temas ambientales mencionados.

### 5.1.2 Visitas al sitio

En las visitas se realizan inspecciones visuales por las calles del lugar. En caso de que se cuente con el suficiente personal estas inspecciones pueden realizarse en cada uno de los predios de la zona, pero de no ser así la inspección se realizará por todas las calles y en especial por aquellas en las que resulte la aplicación de las encuestas, las cuales se aplicarán a una muestra de la población para completar la información necesaria para concluir el diagnóstico.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Las visitas al sitio son de dos tipos:

- Visita preliminar. Recorridos de reconocimiento y verificación general de las condiciones existentes para planear el trabajo de campo
- Visitas de trabajo. Para la realización de las observaciones directas necesarias y el levantamiento de encuestas.

La primera se realiza con el fin de reconocer el área de estudio, determinar los estratos sociales, principales vías de acceso, para así seleccionar las rutas tanto transversales como longitudinales para las visitas y trabajo posterior. Teniendo en cuenta la accesibilidad y la representatividad de los mapas preliminares, esta visita(s) se debe realizar sin mucho detenimiento, por lo que se recomienda hacerla a bordo de algún vehículo haciendo paradas cuando sea necesario, para poder de esta manera cubrir toda la zona o la mayor parte de ella.

En estas visitas se pueden realizar entrevistas informales y casuales a pobladores de la zona para conocer los principales problemas en el área, tales como focos de contaminación, fuentes de distribución de agua, accidentes por deslaves o incendios, y recoger las expectativas que tienen los pobladores para el futuro desarrollo de la zona.

La información obtenida en estas visitas se procesa e incluye en la base de datos como información obtenida en campo, para ello primero se reunirán por grupo, para ordenar la información que cada miembro recopiló y posteriormente programar reuniones en donde estén todos los grupos para proporcionar la información ordenada al grupo de estadística.

Con esta información, y una vez establecida la existencia de posibles estratos, se puede diseñar la encuesta para la etapa de levantamiento, los puntos de aplicación de éstas y diseñar las hojas de observaciones de campo, para llevar a cabo las visitas de levantamiento, con el fin de lograr cubrir totalmente el área, tanto a nivel geográfico como temático: localizar focos de contaminación, infraestructura de saneamiento existente y los principales impactos que estos fenómenos han ocasionado al medio.

Es importante mencionar que se deben llevar a cabo reuniones informativas dentro del grupo de trabajo, con el fin de concatenar los datos obtenidos en campo por las diferentes disciplinas. Estas reuniones pueden ser programadas por el coordinador general o sugeridas por los líderes de cada grupo al coordinador general.

### 5.1.3 Observación directa

La hoja de observaciones de campo se diseña con el fin de recopilar información que no se puede incluir en la encuesta pero que es importante para el diagnóstico ambiental, como por ejemplo: presencia de árboles en la zona, pavimentación, olores, tiraderos, comercios y talleres, hospitales, clínicas, veterinarias, zonas donde existan condiciones de incendio, inundación, deslaves y formas de disposición de agua residual. Además de aquella información bibliográfica que deba ser verificada en campo.

Esta hoja debe ser fácil y rápida de llenar por el observador y de fácil interpretación posterior, para ello se pueden utilizar claves para cada observación. Es importante que junto con la hoja de observaciones se lleve un mapa de la zona, para marcar en él los puntos que corresponden a cada observación asentada. Además en los mapas se deberán localizar las zonas que representan grave riesgo o que se consideren importantes para el diagnóstico. La figura 5.1 corresponde al formato de la hoja de observaciones que se empleó para el caso de aplicación que se presenta en el capítulo seis y la figura 5.2 muestra las claves usadas para el mismo estudio.



Figura 5.2  
Claves para observaciones de campo

Observaciones de campo, para levantamiento	
Clave	Observaciones
G1	Mercado
G2( )	Puesto ambulante (especifique)
G3	Trendita de todo
G4	Restaurant, fonda o cocina economica
G5	Hospital, clinica, dentista, veterinario, etc
G6	Taller (mecanico, electrico, vulcanizadora, otro especifique)
G7	Tortilleria
G8	Panaderia
G9	Molino de nixtamal
G10	Tintoreria
G11	Material para construccion
G12	Polleria, carniceria
G13( )	Otro comercio (especifique)
G14	Tramo pavimentado
G15	Tipo de arboles (encino)
G16	Tipo de arboles (eucalipto)
G17	Telefono
A1	Olor a excremento
A2( )	Olor especial (especifique)
A3	Perros callejeros
A4	Casa de un piso
A5	Casa de dos pisos
A6	Lote baldio
A7	Lote baldio con basura
A8	Casita de lamina
A9	Vehiculos en el lote
A10	Granja de traspatio

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

R1	Tiradero a cielo abierto sobre calle
R2	Tiradero a cielo abierto dentro de lote construido
R3	Contenedores de basura (cubetas)
R4	Contenedores de basura (tambo)
R5 ( )	Otros contenedores de basura (especifique)
R6	Basura de casco
R7	Basura de llantos
R8	Desperdicios de comida
R9 ( )	Desperdicio especiales (especifique)
R10 ( )	Entre la basura se observa algun residuo peligroso (especifique)
R12	Material de construccion fuera de la casa
R13	Madera fuera de la casa
R14	Material metalico fuera de la casa
P1	Moscas o insectos
P2	La conexi3n al poste de luz esta mal hecha?
P3	Existen torres de alta tension
P4	Existen condiciones de deslaves por lluvias
P5	Existen condiciones de deslaves por erosi3n
P6	Existen condiciones de deslaves por inestabilidad de taludes
P7	Existen condiciones de inundacion
P8	Existen condiciones de incendio forestal
P9	Existen condiciones de incendio
P10	Cables de luz que cruzan los arboles
P11	Postes de luz
P12	Estancamiento de agua
P13	Tanque de agua
W1	Red de distribuci3n de agua potable en uso
W2	Red de distribuci3n de agua potable fuera de servicio
W3	Sistema de distribuci3n de agua con fugas
W4	Las caracteristicas del sitio permiten la introducci3n de un sistema de distribuci3n
W5	Las caracteristicas del sitio dificultan la introducci3n de un sistema de distribuci3n (especifique)
W6	Las caracteristicas del sitio permiten la distribuci3n por pipas
W7	Las caracteristicas del sitio no permiten la distribuci3n por pipas (especifique)
W8	Existe una llave publica cercana
W9	Existe algun sistema de almacenamiento comunal como tambo (especifique condici3n)
W10	Las casas del sitio cuentan con algun tipo de almacenamiento propio como sistema
W11	Las casas del sitio no cuentan con sistemas de almacenamiento propios
W12	En el sitio o cerca de este, existe una fuente de distribuci3n de agua (especifique)
W13	El agua que se suministra tiene apariencia distinta a la potable (especifique apariencia)
W14	En el predio se observa red de drenaje
W15	el ba1o del predio se encuentra dentro o fuera de la casa (especifique)
W16	En el predio se observa fosa septica
W17	En el predio se observa descarga mediante pozo negro o grieta
W18	En el predio se observa descarga a barranca
W19	En el predio se observa algun sistema de tratamiento para agua residual
W20	En el sitio se observa algun reuso del agua residual
W21	Las caracteristicas del sitio permiten la introducci3n de un sistema de drenaje (especifique)
W22	Las caracteristicas del sitio dificultan la introducci3n de un sistema de drenaje (especifique)
W23	Existe contaminaci3n en el sitio por la mala disposici3n del agua residual (especifique)
W24	Agua almacenada dentro del predio en tinacos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



15. ¿Que enfermedades ha padecido y con que frecuencia?	
Enfermedades en la piel	
Enfermedades en el estomago?	
Otras	

16. ¿Tiene automovil?	Si
-----------------------	----

17. ¿Que hace con los medicamentos, pilas, solventes, aceites, productos de limpieza que se vencieron o no utiliza?	
Los tiro a la basura	
Los quiamo	
Los entierro	
Otro	

18. ¿Cuanta basura produce y con que frecuencia?	

19. ¿Que tipo de recipiente utiliza para almacenar su basura dentro de su casa?	
Botte con tapa	
Botte sin tapa	
Caja de madera	
Caja de carton	
Bolsa de plastico	
Otro	

20. ¿Como se deshace de su basura?	
El camion de basura pasa a algunas cuartas ¿cada cuantos dias?	
Lleva la basura a un contenedor fijo	
La tiro en la calle tiradero	
La quemó	
La entierro	
Otra	

21. ¿Dónde adquiere su despensa?	
Supermercado	
Franquis. mercado	
Otro	

22. ¿Separa su basura?	Si
¿Estaria dispuesto a separarla?	Si

23. ¿Paga para que recojan la basura y el cascajo? ¿cuanto?	

24. ¿Estara dispuesto a pagar por el servicio de limpieza	Si
---	----

25. ¿Que se quema en la zona. cada cuantos dias?	
Lianas	
Basura	
Terrenos baldios o siembra	
Animales muertos	
Otro	

26. ¿Con que frecuencia se producen incendios forestales?	
Una vez al mes	
Una vez al año	
Una vez a la semana	
Otro	

27. ¿Ha sabido de inundaciones cerca de su casa. ¿cual ha sido el motivo? Y ¿cada cuanto?	
Lluvias	
Drenaje	
Tuberias rotas	
Otro	

28. ¿Ha sabido de accidentes por descargas	

Para el levantamiento de la encuesta, se pueden programar uno o varios dias, dependiendo del personal y tiempo disponibles. El número de muestras, así como la determinación de los puntos de aplicación, se expusieron en la sección 3.1 de este trabajo y será analizado nuevamente al presentar el caso de aplicación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **5.2 Análisis de la información**

Una vez obtenida la información a través de las fuentes arriba mencionadas, se analiza estadísticamente obteniendo el valor promedio o, en su caso, la proporción para la muestra de cada una de las preguntas u observaciones realizadas, y su extrapolación a la población a través de intervalos de confianza para las medias y proporciones respectivas, tal como se expuso en la sección 3.4.

De acuerdo con el análisis de la información es posible no solo establecer la probabilidad de ocurrencia, sino identificar los sitios en los cuales los procesos contaminantes tienen mayor incidencia y se concentran con mayor intensidad, así como aquellas áreas que por su importancia ecosistémica, estén sujetas a sufrir mayor deterioro ambiental.

## **5.3 Identificación de la problemática ambiental**

Basado en el análisis de la información recabada, se realiza la identificación de las fuentes contaminantes y problemática ambiental; la cual debe hacerse por cada tema ambiental (o grupo de trabajo); debiéndose aclarar que, en más de una ocasión, un mismo problema se puede mencionar en más de un tema ambiental (por ejemplo: defecación al aire libre), debido a que a él se relacionan más de una consecuencia ambiental (al ejemplo mencionado se asocia: la contaminación del aire con microorganismos patógenos, la contaminación del suelo, riesgos a la salud por infecciones en la piel, y la problemática de disposición residuos sólidos municipales por la falta de barrido de las calles).

Los procesos de contaminación que afecten el área de estudio serán diversos y la magnitud de los efectos sobre la salud y los recursos naturales será igualmente variada. En la tabla 5.3 se mencionan las fuentes de contaminación que se esperan en una zona semiurbana por cada tema ambiental.

**Tabla 5.3**  
**Fuentes esperadas de contaminación para cada tema ambiental**

Tema ambiental	Fuentes
Agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento deficiente</li> <li>• Fuente de abastecimiento contaminada</li> <li>• Sistema de distribución en mal estado o inexistente</li> </ul>
Agua residual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fosas sépticas informales (excavaciones simples)</li> <li>• Vertimiento de aguas residuales al subsuelo</li> </ul>
Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defecación al aire libre</li> <li>• Erosión</li> <li>• Quema de basura</li> <li>• Emisiones vehiculares</li> <li>• Fugas de gas LP y compuestos orgánicos volátiles</li> <li>• Deforestación y vegetación deteriorada</li> </ul>
Residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento deficiente en la fuente de generación</li> <li>• Tiraderos en las calles</li> <li>• Quema de basura</li> <li>• Mezcla con residuos peligrosos</li> </ul>
Residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los hogares (pilas, lámparas eléctricas, termómetros)</li> <li>• En talleres (grasas y aceites de coches, solventes)</li> <li>• Mezcla con residuos sólidos municipales</li> <li>• Disposición inadecuada de residuos hospitalarios</li> </ul>
Riesgo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desprendimiento, caída de grandes volúmenes de tierra</li> <li>• Incendios forestales</li> <li>• Enfermedades gastrointestinales</li> <li>• Instalaciones eléctricas deterioradas o defectuosas</li> </ul>

Como se observa en la tabla anterior, la contaminación se da principalmente por efecto del inadecuado manejo de los residuos sólidos y las aguas residuales. La contaminación atmosférica se da en menor grado, si se tiene en cuenta que generalmente no existen actividades industriales en las zonas semiurbanas, ni tampoco se cuenta con un número

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

importante de vehículos automotores, que puedan catalogarse como focos severos de contaminación.

La quema de residuos sólidos, madera y defecación al aire libre, son práctica común en estas zonas, así como la presencia de olores producidos por la descomposición de basura, dinamiza de alguna manera el fenómeno de contaminación atmosférica.

Por último y no menos importante, es la contaminación visual que deteriora progresivamente el paisaje y se debe principalmente a residuos sólidos esparcidos en cualquier lugar y montones de arena, grava y cascajo de construcción de las viviendas.

Además de la identificación de las fuentes de contaminación, se deben identificar las áreas que llegarían a ser más afectadas ante la ocurrencia de un desastre por fenómenos naturales (sismicidad, avenidas e inundaciones, sequías e incendios), o por accidentes producto de la actividad humana (incendios forestales provocados, explosiones de tanques de gas, descargas eléctricas, etc.). La probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos y las consecuencias dentro de una zona semiurbana (generalmente con poca o nula protección para estos casos), debe enlistarse bajo los siguientes rubros:

- Enfermedades gastrointestinales y de vías respiratorias por el inadecuado almacenamiento de agua potable
- Enfermedades en el aparato digestivo por la mala disposición del agua residual
- Transmisión de enfermedades por el manejo inadecuado de los residuos sólidos
- Incendio forestal
- Inundaciones
- Desprendimiento, caída de grandes volúmenes de tierra
- Choque eléctrico por instalaciones eléctricas inadecuadas.

La identificación de sustancias contaminantes está en relación directa con sus fuentes. En la tabla 5.4 se citan los contaminantes del agua, aire y suelo.

**Tabla 5.4**  
**Contaminantes esperados en una zona semiurbana**

Medio contaminado / Tipo de residuo	Contaminantes
Agua	Grasas y aceites, materiales sólidos, detergentes, materia orgánica (heces fecales y restos de comida), microorganismos patógenos, solventes (thiner, aguarrás, gasolina)
Aire	PST, gas LP, compuestos orgánicos volátiles, dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> ), óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), microorganismos patógenos
Residuos sólidos	Materia orgánica (heces fecales, restos de comida), latas, vidrio, plástico, desechos de construcciones (arena, cemento, yeso), papel, madera.
Residuos peligrosos	Metales pesados (mercurio, cadmio, cromo, plomo, zinc), solventes (thiner, aguarrás, gasolina), residuos biológico infecciosos.

### 5.3.1 Cuantificación de contaminantes

Para estimar la contribución de cada una de las fuentes de emisión identificadas en el diagnóstico, se pueden emplear diferentes medios:

- Mediciones in situ
- Información bibliográfica
- Modelos de emisión
- Factores de emisión

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Para algunos contaminantes (como: pH en descargas de agua, ruido y producción domiciliar de residuos sólidos), es relativamente sencillo realizar mediciones in situ, no se requiere equipo costoso, las muestras son accesibles y el tiempo de medición corto. Sin embargo estos representan la excepción y no la regla, por lo que debe recurrirse a otras técnicas de estimación.

### 5.3.2 Estimación de contaminantes en aguas residuales

Para la estimación de las emisiones de contaminantes en aguas residuales se recomienda emplear la información bibliográfica disponible. La distribución del uso de agua en los hogares mexicanos se presenta en la tabla 5.5 (Ortiz-Monasterio, 1991), mientras que la tabla 5.6, corresponde a la concentración de contaminantes propuesta para zonas urbanas por Metcalf y Eddy (1996).

Tabla 5.5  
Distribución típica del uso de agua en residencias

Uso	Por ciento
Duchas y lavado	25.0
Cocina	10.0
Sanitarios	40.0
Lavado de ropa	15.0
Riego	10.0

Fuente: Ortiz-Monasterio, 1991

Tabla 5.6  
Composición típica del agua residual doméstica

Contaminantes	Unidades	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales (ST)	mg/L	350	720	1200
Disueltos, totales (SDT)	mg/L	250	500	850
Fijos	mg/L	145	300	525
Volátiles	mg/L	105	200	325

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sólidos en suspensión (SS)	mg/L	100	220	350
Fijos	mg/L	20	55	75
Volátiles	mg/L	80	165	275
Sólidos sedimentables	mg/L	5	10	20
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> , 20°C)	mg/L	110	220	400
Carbono orgánico total (COT)	mg/L	80	160	290
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	250	500	1000
Nitrogeno (total en la forma N)	mg/L	20	40	85
Orgánico	mg/L	8	15	35
Amoníaco libre	mg/L	12	25	50
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fósforo (total en la forma de P)	mg/L	4	8	15
Orgánico	mg/L	1	3	5
Inorgánico	mg/L	3	5	10
Cloruro	mg/L	30	50	100
Sulfato	mg/L	20	30	50
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	50	100	200
Grasa	mg/L	50	100	150
Coliformes fecales (NMP)	n <sup>o</sup> /100 mL	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>7</sup>
Compuestos orgánicos volátiles (COV's)	µg/L	< 100	100-400	> 400

Fuente: Metcalf & Eddy, 1996.

### 5.3.3 Estimación de emisiones a la atmósfera

Para la estimación de las emisiones contaminantes a la atmósfera se recomienda emplear los factores de emisión publicados por la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (EPA, 2002).

Para el caso de emisiones vehiculares el empleo de factores de emisión (ver tabla 5.7), requiere de la realización de censos vehiculares para cuantificar el número de vehículos en la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

zona, su velocidad promedio y condiciones del vehículo, ya que los factores de emisión están en función del recorrido de los vehículos y las condiciones de mantenimiento de mismo.

**Tabla 5.7**  
**Factores de emisión**

	Factor de emisión (mgr/milla)
Hidrocarburos, deterioro 1	0.19840
Hidrocarburos, deterioro 2	0.40410
Monóxido de carbono, deterioro 1	2.64600
Monóxido de carbono, deterioro 2	5.55400
Oxidos de nitrógeno, deterioro 1	0.17265
Oxido de nitrógeno, deterioro 2	0.20600

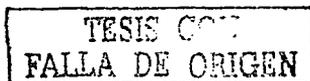
Deterioro 1 se refiere a automóviles modelos '90 en adelante

Deterioro 2 se refiere a automóviles viejos modelos anteriores a los '90

Con el fin de lograr que los afloros vehiculares sean representativos se deben realizar bajo las siguientes condiciones:

- Dia. Se deberán obtener datos de un día laboral representativo y de un día de descanso
- Hora. Los afloros deberán cubrir horas completas y deberán realizarse por lo menos uno en hora pico (máxima demanda), condiciones normales (promedio) y condiciones diurnas de demanda mínima.

La figura 5.4 presenta el formato propuesto para la realización de los afloros vehiculares.





Además de las emisiones vehiculares, se recomienda evaluar las emisiones contaminantes provenientes de otras fuentes representativas de la zona, como:

- panaderías
- tintorerías
- tortillerías
- rosterías
- uso de leña, carbón o gas para cocinar alimentos.

Estas emisiones dependen básicamente del número de pobladores de la zona, y para su estimación se elaboraron las hojas de cálculo que se presentan en la figura 5.5, y que automatizan los cálculos necesarios. El formato general de estas hojas incluye:

- Un título, donde se especifican los contaminantes a evaluar y la fuente generadora.
- El factor de emisión (o factores) utilizado(s) y las unidades en que se maneja cada factor.
- Tabla de control, donde se especifica el nombre de cada asentamiento y la información necesaria para realizar las estimaciones; dentro de esta información se encuentra la columna de *nivel de actividad*, que contiene el valor (parámetro) que al ser multiplicado por el factor de emisión proporciona la emisión buscada.
- Las notas al pie de la tabla de control son de gran importancia ya que allí se establece la procedencia de los datos empleados y las suposiciones realizadas para la aplicación de los factores de emisión, mismas que deberán ser actualizadas y/o claramente especificadas en las conclusiones del estudio.

TEMA 5  
FALLA DE ORIGEN



composición de los RSM, ya que en ellos es depositada una gran cantidad de subproductos, que pueden ser de gran valor si son tratados en la forma correcta. Al potencial de recuperación y reciclado de productos contenidos en los RSM se denomina *vocación de los RSM*.

La composición de los RSM puede obtenerse de fuentes bibliográficas. En la tabla 5.8 se muestra la composición de los RSM reportada para la zona urbana del Distrito Federal y en la tabla 5.9 la correspondiente a zonas rurales.

Tabla 5.8  
Composición de residuos sólidos domiciliarios en el D.F.

Subproductos	Promedio	Subproducto	Promedio
Algodón	0.23	Material ferroso	0.51
Cartón	3.28	Material no ferroso	0.21
Cuero	0.65	Papel	12.43
Residuos finos	0.94	Pañal desechable	3.00
Cartón encerado	1.42	Plástico	5.04
Fibra vegetal	4.91	Poliuretano	4.44
Fibra sintética	0.47	Poliestireno	0.32
Hueso	0.82	Residuos alimenticios	44.14
Hule	0.21	Residuos de jardinería	3.97
Lata	1.59	Trapo	2.37
Loza y cerámica	0.74	Vidrio de color	2.50
Madera	0.58	Vidrio transparente	4.32
Materiales de construcción	0.77	Otros	3.14

Fuente: OPSGDD/D de Mex (1997)

Tabla 5.9  
Composición de residuos sólidos municipales en zonas rurales

Residuo	%
Papel, cartón y productos de papel	14.07
Textiles	1.49
Plásticos	4.38
Vidrio	5.90
Metales	2.90

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Residuos de comida, jardinería y materiales similares (orgánicos)	52.40
Otros tipos de residuos: residuos finos, hule, pañal desechable, etc.	18.86
Total	100.00

Además, de acuerdo a las encuestas que se realicen en la zona de estudio, podría concluirse que acorde a los centros donde adquiere la despensa la población el porcentaje de residuos orgánicos podría aumentar o disminuir así como el porcentaje de los residuos inorgánicos (empaques)

### 5.3.5 Identificación de riesgos ambientales

Otros factores ambientales, como composición y cantidad de residuos peligrosos o dimensiones del área que pudiese ser afectada por un riesgo ambiental, requieren de técnicas de estimación más allá de los alcances de la metodología aquí presentada, la cual establece que para dichos factores solo deberá establecerse su *Presencia o Ausencia* y, de ser posible, el punto exacto de ocurrencia.

### 5.4 Identificación de áreas de oportunidad

En esta etapa se identifican por cada tema ambiental los aspectos que pueden ser modificados para reducir la afectación a la salud humana y/o al ambiente debidas a los problemas identificados en la zona.

Se buscará que estos aspectos sean los identificados como:

- más graves,
- más sencillos de modificar,
- de mayor impacto social,
- de efectos más inmediatos o
- de menor costo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cualesquiera de estas características se consideran adecuadas para la identificación de los aspectos a modificar (áreas de oportunidad) y el establecimiento de un PMIC. A partir de estas áreas de oportunidad se establecerán las alternativas de solución necesarias para disminuir, controlar o en su caso evitar el deterioro del ambiente. Después de que se identifican las áreas de oportunidad se procede a analizar todas las alternativas de solución disponibles.

Por ejemplo en el caso de la defecación al aire libre, un área de oportunidad es reducir el número de perros callejeros; en el problema de falta de agua, el aprovechamiento de agua de lluvia, para el caso de erosión, la siembra de árboles, etcetera.

Es importante mencionar que la identificación de áreas de oportunidad no pretende ser una selección arbitraria de los problemas que serán resueltos, ni el abandono de aquellos que por considerarse de difícil solución, o costosos, serán dejados de lado. Sino por el contrario, en este paso de la metodología propuesta se pretende jerarquizar los problemas ambientales de la zona de acuerdo con su importancia ambiental (magnitud del efecto producido), su importancia social y la viabilidad de las medidas correctivas o preventivas disponibles.

Con esta jerarquización de oportunidades se pretende traducir la información ambiental de la zona de una *lista de problemas ambientales* en un *programa de soluciones*, que ataque directamente los problemas particulares del lugar, de acuerdo con las condiciones sociales, económicas y tecnológicas existentes.

### 5.5 Identificación de alternativas

De acuerdo a la situación ambiental de la zona, y a las áreas de oportunidad identificadas, se analizan las alternativas de solución técnicamente disponibles. Para el caso de una zona semiurbana en nuestro país se propone considerar las siguientes alternativas:

#### *Distribución y uso de agua potable*

- Mejora de los sistemas de distribución actuales, en caso de existir
- Aprovechamiento de agua de lluvia

- Reuso de aguas grises
- Instalación de una red de distribución de agua potable

#### *Manejo y disposición de agua residual*

- Instalación de fosas sépticas
- Instalación de sanitarios secos
- Empleo de humedales artificiales
- Construcción de un sistema de drenaje
- Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales

#### *Contaminación atmosférica*

- Control de excretas y defecación al aire libre
- Control de partículas de erosión
- Control de quemas e incendios forestales
- Control de disposición de basura
- Control de emisiones vehiculares
- Control de fugas de gas en las viviendas
- Reforestación para reducir erosión, aumentar sumideros y pulmones ambientales

#### *Manejo y disposición de residuos sólidos municipales*

- Separación de residuos en los domicilios
- Recolección separada
- Contenedores en vías públicas y centros de acopio
- Reducción de perros callejeros
- Composta casera
- Planta de composta

#### *Manejo y disposición de residuos peligrosos*

- Campaña de difusión de información acerca la separación y almacenamiento de residuos peligrosos (pilas, lámparas, aceites gastados, etcétera)

- Separación y almacenamiento temporal de residuos peligrosos
- Elaboración de programas para la recolección de residuos peligrosos

#### *Riesgo ambiental*

- Campañas de información sobre riesgos a la salud por manejo inadecuado de agua potable, aguas residuales, residuos sólidos y residuos peligrosos
- Control y mantenimiento de tomas eléctricas
- Control de incendios
- Reubicación de pobladores que se encuentran en las zonas de inundación.
- Implementación de Planes de Contingencia para la Prevención de Desastres en conjunto con La Dirección General de Protección Civil del Distrito Federal y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

A continuación se explica más ampliamente cada una de las alternativas anteriores.

#### **5.5.1 Distribución y uso de agua potable**

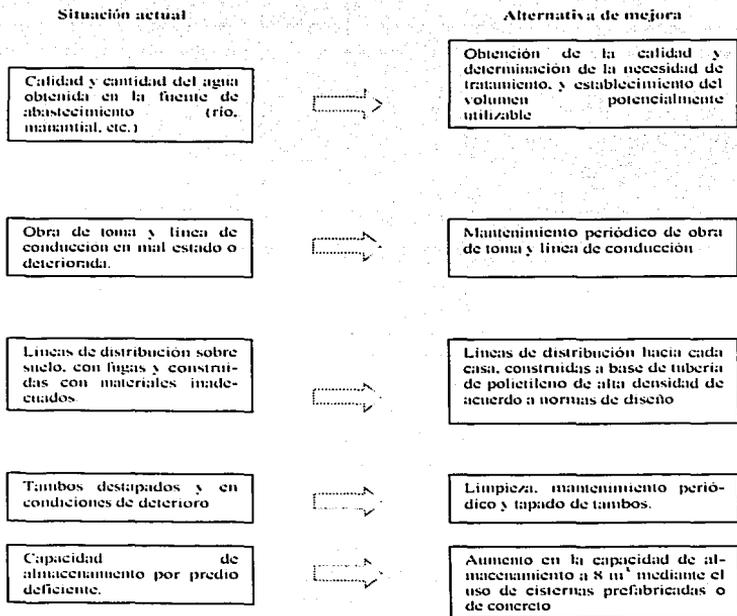
En lo que respecta al suministro de agua potable, la *mejora de los sistemas de almacenamiento actuales* (en caso de existir) debe estar enfocada a elevar la dotación suministrada a un valor cercano a lo recomendado por las normas mexicanas de aprovisionamiento de agua potable (por ejemplo, 100 L/hab/día para poblaciones menores a 15 mil habitantes ubicada en clima frío) y asegurar su calidad (Facultad de Ingeniería, 1979). Esto puede lograrse:

- instalando contenedores cerrados (tinacos de polietileno de alta densidad o cisternas de concreto)
- programando la limpieza periódica de los sistemas de almacenamiento existentes
- acondicionando la red existente (revisión de líneas de distribución y sustitución de secciones deterioradas)
- si el abasto de agua potable es mediante pipas, incrementarlo
- en caso de existir alguna fuente de abastecimiento (manantial, río, etc.), considerar su explotación adecuada

Para el almacenamiento del líquido se plantean las alternativas a corto plazo que se muestran en la figura 5.6 para mejoramiento de las condiciones actuales de almacenaje.

Figura 5.6

Alternativas para la mejora del sistema de distribución actual



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El *aprovechamiento del agua de lluvia* puede representar una fuente de abastecimiento importante. Esta alternativa requiere del desarrollo de sistemas de captación, almacenamiento y distribución.

Para el sistema de captación se plantea la utilización de azoteas y techos de lámina, con alguno de los siguientes arreglos, considerando las características constructivas de cada predio del asentamiento:

- para las construcciones que cuentan con losas de concreto se recomienda, si aún no se tiene, la construcción de un pretil perimetral de tabique, dejando en la zona más baja la salida para la tubería de conducción.
- en el caso de contar con techos de lámina se sugiere la instalación de una canaleta de lámina galvanizada, o cualquier otra que cumpla con la función de captar el agua que escurre por los techos, en la parte baja de los mismos. Además, esta canaleta deberá contar con una ligera pendiente que dirija el flujo hacia el tubo de conducción.

Luego del sistema de captación se prevé la instalación de una tubería de PVC de 3" de diámetro (o canaleta metálica), para conducir el agua de lluvia hasta su almacenamiento; su longitud y ubicación dependerá de las características particulares de cada vivienda.

El almacenamiento del agua de lluvia puede realizarse de diversas maneras dependiendo de la disponibilidad de espacio, de las características del sistema de almacenamiento de agua potable existente y de los usos y costumbres de cada familia (se recomienda el uso de tinacos de polietileno de alta densidad):

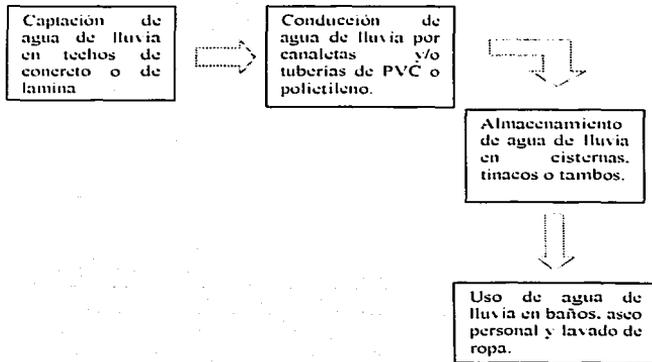
- para el caso de las familias que no cuentan con cisterna, se recomienda que éstas sean construidas de tal manera que alberguen dos compartimentos, uno para el agua potable y otro para el agua de lluvia. Si se prefiere la instalación de cisternas prefabricadas, se sugiere que se considere la adquisición de dos unidades en lugar de una. De esta manera se podría almacenar el agua de lluvia por separado y emplear ambos depósitos para almacenar agua potable en época de sequía.

- si ya se tiene una cisterna, se propone la adquisición de un tinaco de polietileno de alta densidad para almacenar exclusivamente agua de lluvia o la utilización de tambos metálicos de 200 litros.

A continuación se presenta un diagrama de flujo para el aprovechamiento de agua de lluvia (figura 5.7).

Figura 5.7

Diagrama de flujo del aprovechamiento de agua de lluvia



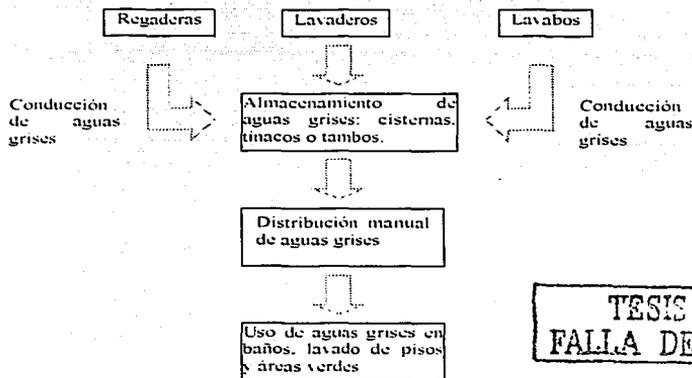
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Otra alternativa para disminuir los requerimientos de agua potable es la *reutilización de aguas grises o jabonosas* en actividades que no requieran necesariamente del uso de agua potable.

El agua gris es la que se origina en lavado de ropa, duchas y lavabos. Este tipo de agua contiene principalmente jabón y detergentes, lo que posibilita su reuso en ciertas actividades como: descargas a inodoros, riego de áreas verdes y lavado de pisos. Su reutilización redundaría en menores requerimientos de agua potable y en la reducción de los volúmenes de aguas residuales generados. Para la captación, conducción y almacenamiento del agua gris se propone el siguiente arreglo:

- captación del agua gris en los sitios de generación: lavadero, lavabo y, cuando sea posible, en la coladera de la regadera,
- conducción a través de mangueras de poliducto de 2 pulgadas de diámetro,
- almacenamiento en un tambor metálico de 200 litros de capacidad (figura 5.8).

Figura 5.8  
Diagrama de flujo del reuso de aguas grises



La *instalación de una red de distribución* representa una alternativa a largo plazo, ésta contempla la construcción de una red de distribución de agua potable que beneficie al 100% de la población. Dicha red debe contar con tanques de almacenamiento en la parte más alta del o los asentamientos y líneas de distribución hacia cada casa. Como fuentes de abastecimiento se pueden considerar ríos, manantiales, presas y el aprovisionamiento mediante pipas.

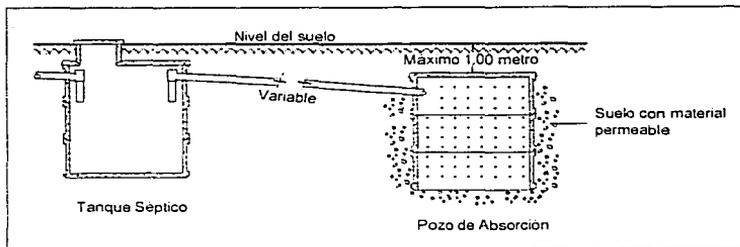
Con la implementación de la red de distribución se alcanzarían varios beneficios: incremento en la dotación servida a 100 l/hab/día (mínimo recomendado), preservación de la calidad potable del agua y continuidad en el servicio, lo que repercutiría en menores requerimientos de almacenaje; alrededor de 5 m<sup>3</sup> si se considera la provisión de una semana para los habitantes de cada lote.

#### **5.5.2 Manejo y disposición de agua residual**

Si las características del terreno hacen costosa la construcción de un sistema de alcantarillado convencional, se propone como alternativa el manejo de las descargas mediante la instalación de unidades individuales de evacuación: fosas sépticas.

Las fosas sépticas podrán ser construidas en el sitio o si se prefiere realizar la instalación de fosas prefabricadas. El uso de fosas sépticas prefabricadas agiliza su instalación, disminuye costos, y sobre todo, garantiza su desempeño. Para la instalación de este sistema se pueden aprovechar excavaciones existentes como sitios de descarga de la fosa séptica, ya sea como alojamiento para la misma fosa o como pozo de absorción (figura 5.9).

Figura 5.9  
Fosa séptica tipo



El sistema se compone, de acuerdo con lo establecido en la NOM-006-CNA-1997, de dos unidades principales; en la primera se llevan a cabo los procesos de sedimentación y degradación de la materia orgánica por digestión anaerobia, y en la segunda el proceso de oxidación del efluente séptico y su descarga al subsuelo.

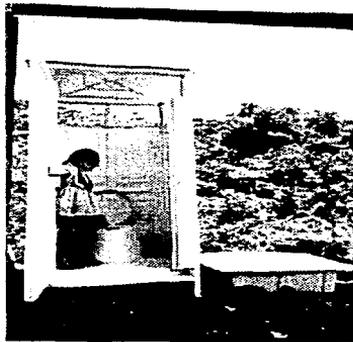
Este método de disposición debe recibir mantenimiento preventivo cada seis meses, consistente en una inspección visual para retirar obstrucciones en las tuberías, y mantenimiento mayor cada año para extraer los lodos acumulados en el fondo. Los sistemas implementados de esta forma estarían en posibilidad de remover hasta el 60% de la carga orgánica contaminante presente en el agua residual (Metcalf y Eddy, 1991).

El uso de *sanitarios secos* representa otra posible solución para reducir la descarga de aguas residuales al subsuelo. El saneamiento seco es una adaptación de la antigua práctica de manejar las excretas humanas sin el uso de agua, y por tanto, sin drenaje. El uso de este sistema implica: sanitarios que no requieren de agua para su funcionamiento, tratamiento de las excretas en el mismo lugar de su generación y producción de abono fértil.

Sus beneficios incluyen el ahorro de una gran cantidad de agua dentro de los hogares, hasta un 40% (Córdova, 2001), reducción de emisiones contaminantes a los mantos freáticos, reducción del volumen de excretas, inhibición de organismos patógenos, al permanecer los residuos más tiempo en un medio alcalino, y generación de nutrientes que pueden ser posteriormente aplicados a cultivos agrícolas.

El sistema consta de dos cámaras subterráneas, un asiento y una superestructura o caseta móviles (figuras 5.10).

Figura 5.10  
Cámaras subterráneas, caseta y asiento móvil



Las cámaras del sistema se utilizan alternadamente, mientras una se llena la otra se encuentra en proceso de desecación. La orina se conduce mediante una manguera, se almacena o se vierte directamente al suelo como fertilizante. Por su parte, el excremento se deposita en una de las cámaras y se cubre con una mezcla de cal o ceniza con tierra, cuando la cámara en uso está a punto de llenarse la otra se vacía y su contenido puede utilizarse como acondicionador de suelos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

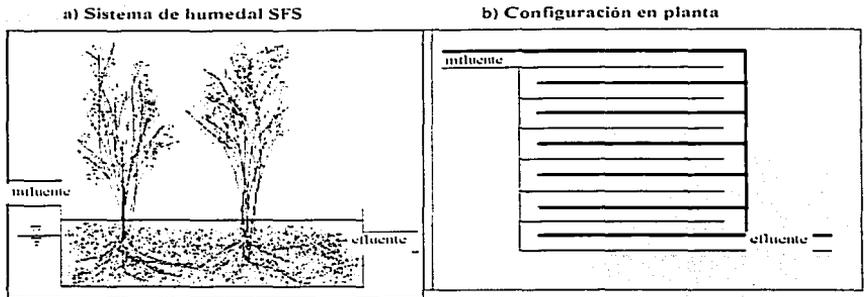
El uso de *humedales artificiales* como sistema de tratamiento para aguas residuales es otra alternativa a considerar en poblaciones semiurbanas. La palabra humedal se deriva de "*húmedo*" que quiere decir cubierto o saturado de un líquido. Se llaman humedales a aquellas áreas que se encuentran inundadas por agua dulce, salada o salobre, de manera temporal o permanentemente. Este sistema se ha utilizado con éxito en los últimos 30 años en diversas partes del mundo; el método aprovecha ciertas especies vegetales, cultivadas en un medio acuático o semi-acuático. Sus funciones básicas son:

- fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica,
- utilizar y transformar los elementos por intermedio de microorganismos,
- lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento (Lara, 1999).

Los humedales se clasifican en naturales y artificiales. éstos últimos básicamente son de dos tipos, el *sistema de flujo libre* (FWS por sus siglas del inglés: free water surface system) y el *sistema de flujo superficial* (SFS, surface flow system). Si este sistema se utiliza para tratar el agua residual de una zona semiurbana se recomienda el sistema de humedal SFS ya que presenta mayor control de olores y minimiza la aparición de insectos (Metcalf y Eddy, 1998).

Este sistema consta de un pretratamiento (tanque conformado por canales o zanjas con fondo relativamente permeable), material de relleno como soporte para el crecimiento de la vegetación (piedra o arena), y un pozo de absorción como sistema de descarga (figura 5.11).

Figura 5.11



Para conformar este sistema de tratamiento, donde sea factible su construcción, se propone el aprovechar (si existen) las letrinas como unidades de pretratamiento (desarenadores), acondicionándolas con una capa de concreto para garantizar su hermeticidad. Y, para el sistema biológico (humedal artificial) se sugiere la construcción de un estanque de concreto, dividido como se muestra en la figura 5.11, empleando material arenoso como medio de soporte y algunas especies vegetales resistentes al clima predominante en la zona.

Aunque los humedales son principalmente sistemas de tratamiento, proporcionan beneficios intangibles aumentando la estética del sitio y reforzando el paisaje. Visualmente, los humedales son ambientes extraordinariamente ricos: introducen el elemento agua al paisaje y lo diversifican.

La construcción de un sistema de drenaje convencional posibilita el adecuado control de las descargas domiciliarias y su conducción hacia algún sistema de tratamiento o conexión con la red de alcantarillado de la ciudad. Esta alternativa puede resultar muy costosa dependiendo del tipo de suelo de la zona y niveles que existan en ella, por lo que se plantea como una alternativa a largo plazo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Como complemento del sistema de drenaje y con el afán de reducir la afectación al ambiente por la emisión de aguas residuales sin tratar, se sugiere la construcción de una *planta para el tratamiento de aguas residuales* como la más completa alternativa y la solución definitiva para el manejo de aguas residuales.

El agua tratada puede ser utilizada en riego de áreas verdes, en el lavado de autos, en riego agrícola para fomentar el cultivo continuo (si existen terrenos), y como agua contra incendio en caso de emergencias. El reuso de esa agua significa además, ahorro de agua potable.

Los lodos producidos por la planta de tratamiento pueden ser aprovechados, previo acondicionamiento, como abono para cierto tipo de cultivos, o tratados y dispuestos por el sistema de recolección de basura en rellenos sanitarios.

### 5.5.3 Contaminación atmosférica

Para *disminuir la defecación al aire libre* se propone:

- disminución de perros callejeros mediante alguna(s) de las siguientes acciones: eliminación por parte del servicio antirrábico o la perrera municipal, establecer un servicio intensivo de barrido de calles y campañas de esterilización
- colección y composteo de materia fecal de animales de granja
- programa institucional para que todas las viviendas cuenten con baño propio (w.c., letrina o fosa séptica), para evitar la defecación humana al aire libre.

Para el control de las partículas producidas por *erosión* se proponen las siguientes alternativas:

- pavimentar las calles (una opción baja en costos y estéticamente aceptable es el empedrado)
- construir banquetas y andadores en calles,
- retirar cascajo y materiales de construcción de la vía pública, así como instruir a los pobladores sobre la necesidad de cubrir estos materiales si se tienen almacenados dentro o fuera de los predios

Para evitar la quema de basura se propone:

- informar a la población, y hacer efectivo el pago de multas que, por la quema de basura, contempla la reglamentación ambiental.
- establecer un grupo especial de vigilancia para evitar la quema de llantas en diciembre y fiestas patrias

Para el control de incendios de predios y áreas forestales es necesario:

- contar con una estación de bomberos que tenga acceso inmediato a la zona
- promover la formación de un grupo guardabosques entre la comunidad.

Dado que actualmente los vehículos automotores son parte esencial en poblaciones urbanas y semiurbanas, este tipo de contaminación no se puede eliminar por completo, sin embargo se pueden reducir las emisiones mediante las siguientes alternativas:

- repavimentar calles deterioradas
- ubicar o reubicar bases de microbuses y taxis en sitios donde se afecte lo menos posible el tránsito local

Para reducir las fugas de gas se exponen las siguientes alternativas:

- verificación del cumplimiento de la normatividad sobre el manejo y condiciones de seguridad de los cilindros de gas por parte de los proveedores
- promover el mejoramiento de las instalaciones de gas dentro de las casas (incluir tubería de cobre y reguladores)
- implantar un servicio de inspección de las instalaciones por parte de las compañías repartidoras
- informar a la población sobre las medidas domésticas para reducir el consumo y emisiones fugitivas de gas (CONAE, 2002).

Mejorar la vegetación en el lugar y frenar la deforestación es de gran importancia en zonas semiurbanas, ya que comúnmente estas aún poseen áreas verdes que funcionan como pulmones de la misma zona y de las zonas urbanas cercanas. Por lo tanto se recomienda revisar periódicamente el estado en que se encuentran los árboles para detectar individuos

enfermos o plagados y llevar a cabo la fumigación o la reposición de los árboles que sean necesarios.

Por el tipo de fuentes de emisión en zonas semiurbanas, la alternativa inmediata para minimizar el problema de la contaminación del aire y sus consecuencias es una campaña informativa que cubra los problemas arriba mencionados

#### 5.5.4 Manejo y disposición de residuos sólidos municipales

La *separación en domicilios* depende totalmente de la organización y participación vecinal, ya que consiste en que en cada fuente generadora existan por lo menos tres contenedores de plástico y de un color diferente, para contener cada uno un tipo especial de residuo (materia orgánica, material reciclable y otros). Esta alternativa reduce la complejidad, tiempo y dinero de las siguientes fases del sistema de manejo de residuos, ya que evita que se contaminen residuos susceptibles de aprovechamiento y además facilita el reciclaje.

La *recolección separada* consiste en implantar el servicio de recolección por lo menos tres veces por semana, para que en cada ocasión solamente se acepte un tipo de residuo, apoyando así las actividades de separación en la fuente generadora. Para este sistema de recolección se sugiere:

- 1<sup>er</sup> día de recolección: Residuos orgánicos (contenedores de color verde)
- 2<sup>o</sup> día de recolección: Residuos reciclables (contenedores de color azul)
- 3<sup>er</sup> día de recolección: Residuos de rechazo (contenedores de color negro)

Desde el punto de vista operativo, este sistema aumenta la capacidad de recolección de los camiones, debido a que en ciertos días la mayor parte de residuos recolectados en la zona pueden ser comercializados; además tiene otras ventajas como:

- ayuda al mejor manejo de los RSM
- los residuos susceptibles de reciclaje son recuperados fácilmente
- se promueve una cultura de manejo de RSM
- se promueve y apoya la construcción de un centro de acopio de residuos

- se promueve la participación ciudadana
- se resaltan las variables económicas involucradas en el manejo de los RSM

Los *contenedores en vía pública* tienen por objeto almacenar de forma temporal los residuos generados en la misma, por lo que deben ser colocados en las calles con mayor afluencia para que los vehículos de recolección realicen fácilmente su labor. Además de la separación domiciliar y de la recolección separada programada propuestas en párrafos anteriores, es conveniente dotar a los habitantes de la zona con un *centro de acopio* el cual es, por definición, un sitio limpio y bien administrado en el cual se realiza la recolección de productos específicos que normalmente se desprecian junto con otros RSM, perdiendo su posible valor comercial o utilidad potencial.

Los *perros callejeros* representan también un problema en materia de RSM pues requiere de barrido intensivo de la vía pública. Las soluciones propuestas son las mismas que las mencionadas para evitar la contaminación atmosférica.

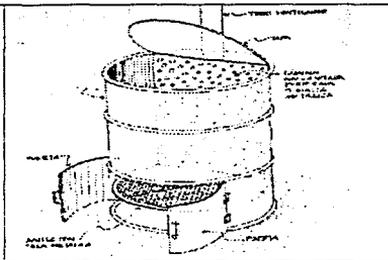
El aprovechamiento de la parte orgánica de los RSM en los domicilios mediante *composteo* es otra forma sencilla y económica de reducir los residuos en los rellenos sanitarios. Existen diferentes formas para realizar composteo casero (en tambos de 200 litros o en cajones hechos de tabique y madera), siguiendo los mismos principios que los utilizados en plantas industriales. Para ello se requiere de la separación de los RSM y principalmente de los desechos alimenticios y de jardín.

La configuración de los tambos de composta y las especificaciones de diseño, se muestran en la figura 5-12:

Figura 5.12

Tambo para producir composta casera

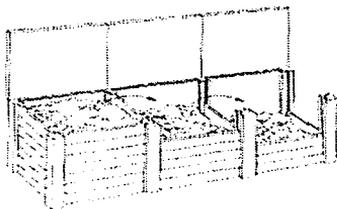
generación:	1.26 Kg/hab-d
número de personas:	6 hab/casa
cantidad de RSM:	7.56 Kg/d
% de materia orgánica:	48,11
cantidad de M.O.:	3.64 Kg/d
tiempo de almacenamiento:	4 días (máximo)
cantidad acumulada:	15.6 Kg de MO
peso volumétrico:	300 Kg/m <sup>3</sup>
volumen:	0.052 m <sup>3</sup>
area de tambor:	0.28 m <sup>2</sup>
espesor de capa:	0.19 m



Otro dispositivo útil para la producción de composta se forma por 3 cubos de un metro cúbico de capacidad cada uno, los cuales albergan capas alternadas de materia orgánica y tierra. Dichos compartimentos son cambiados de cubo al pasar un mes, con la finalidad de que el proceso de transformación de RSM a composta se lleve a cabo (ver figura 5.13).

Figura 5.13

Dispositivo de tres compartimentos para producir composta



El instalar una *planta de composteo* es otra alternativa viable dentro de la optimización del sistema de manejo de RSM, y en ocasiones es más conveniente que el composteo domiciliario, ya que se cuenta con mantenimiento controlado y posible comercialización del abono obtenido.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.5.5 Manejo y disposición de residuos peligrosos

En general los residuos peligrosos que se generan en estas zonas no son separados del resto de los residuos durante su almacenamiento y disposición.

Es importante que dichos residuos sean separados, ya que una disposición inadecuada de los mismos (en tiraderos o rellenos) puede provocar efectos adversos en el ambiente y a la salud, debido a que la presencia de metales pesados en pilas y lámparas, provoca acumulación de los mismos (mercurio, níquel o cadmio) en suelo, agua y sobre todo en el organismo humano.

Muchos residuos peligrosos (material de pilas, lámparas, aceites gastados, etc) pueden ser reciclados obteniéndose beneficios para el generador y para el que los recicla. De acuerdo con esto es recomendable el *almacenamiento temporal* en el hogar y el establecimiento de centros de recolección por parte de las autoridades.

### 5.5.6 Riesgo ambiental

La reducción de *riesgos a la salud* por el manejo inadecuado de agua potable, disposición de agua residual y residuos sólidos se puede obtener en los hogares mediante acciones individuales que deben darse a conocer a la población. Una campaña informativa al respecto debe incluir acciones como las siguientes:

- Hervir el agua (ebullición) para beber. La exposición de los organismos patógenos, transmitidos por el agua (bacterias, esporas, virus, cercarias y quistes) a temperaturas de 90° a 100° centígrados (hasta que hierva, borboteando, durante por lo menos tres minutos) los matará o inactivará. El agua hervida se debe almacenar en el mismo recipiente en que se hirvió y permanecer cubierta.

- Filtración. Los filtros caseros no eliminan normalmente las bacterias o virus, pero pueden eliminar la turbiedad, los quistes y protozoarios. Un filtro de arena doméstico debe tener una capa de arena fina de unos 60 cm o más. Debe funcionar continuamente (24 horas diarias) para que la arena no se seque y se formen grietas.
- Desinfección y floculación. Esto se logra utilizando un desinfectante conjuntamente con un agente floculante (el alumbre). Las tabletas *Chlor-Floc* son un ejemplo comercial de este proceso.
- Almacenamiento seguro. Aunque el agua llegue a la casa sin contaminar, existe siempre un gran riesgo de contaminación cuando se almacena y se manipula, por lo que debe limpiarse periódicamente, por lo menos cada dos meses, la cisterna o tanque de almacenamiento.
- El agua residual debe disponerse en fosas sépticas, drenaje o humedales, de modo que no contamine el suelo y acuíferos de la zona.
- Los residuos sólidos deben almacenarse (cubiertos) y disponerse lo más pronto posible para evitar la formación de insectos, malos olores y fauna nociva.

Para el control y mantenimiento de tomas eléctricas y reducir los riesgos de *shock* eléctrico se tienen las siguientes alternativas:

- Programa institucional de mantenimiento de las instalaciones y de las líneas de distribución, incluyendo: limpieza de la vegetación, retensado de conductores, cambio de crucetas y herrajes, medición en transformadores y detección de puntos sobrecalentados, mejora de puestas a tierra.
- Sólo personal calificado y autorizado debe realizar la instalación doméstica principal. Todas las conexiones eléctricas deben contar con conexión a tierra de protección.
- Revisar continuamente las condiciones de las instalaciones eléctricas y sustituir materiales en mal estado, sin olvidar cortar la corriente antes. No usar conductores flexibles inadecuados.
- No sobrecargar circuitos eléctricos.

En caso de accidente se deben seguir las siguientes acciones:

- o No tocar al accidentado mientras esté bajo tensión.
- o Primero se debe cortar la corriente, desconectando el interruptor. Si no es posible, retirar al afectado de la electricidad usando para ello medios aislantes.
- o Después de separar al accidentado de la corriente, iniciar la respiración artificial hasta la llegada de un médico.

En lo respecta al *control de incendios*, éste comprende:

- Evitar acciones inseguras en el hogar como: adulterar los fusibles, manipular en forma indebida líquidos inflamables, utilizar como limpiadores productos combustibles e inflamables, fumar en lugares peligrosos o no permitidos, sobrecargar instalaciones eléctricas, dejar equipos encendidos o equipos energizados.
- En cuanto los incendios forestales se debe fortalecer la coordinación institucional con las dependencias de los gobiernos locales y federal para vigilar zonas de alto riesgo con base en periodos de ocurrencia de incendios, evitar acumulación de materiales combustibles, controlar afluencia de visitantes, establecer programas de información y educación para la población acerca del impacto que los incendios pueden causar y las medidas preventivas para la minimización de los mismos.
- Evitar las quemas de basura, llantas y otros productos que puedan servir como iniciadores de incendios forestales.
- Si la zona de estudio está en el Distrito Federal, implementar el Plan de Prevención y Combate de Incendios Forestales para el Distrito Federal.

Si existen personas que se encuentren en zonas de *riesgo por inundación*, desprendimiento de tierra, etc. reubicarlas implementando los Planes de Contingencia para la Prevención de Desastres en conjunto con La Dirección General de Protección Civil del Distrito Federal y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

## **5.6 Programa de manejo**

Esta es la fase en la que se concretan y programa la ejecución de las alternativas de solución seleccionadas. Se definen acciones específicas, conformando un programa, el cual contiene además de las actividades a realizar el tiempo estimado para su ejecución y el costo de las mismas.

Para la selección de las alternativas a implementar debe considerarse la posición de la población ante las mismas.

### **5.6.1 Aceptación de la población**

Para conocer la aceptación de la población y captar su interés en colaborar para la mejora del ambiente de su localidad, así como sus posibilidades (económicas y técnicas) para realizar algunas de las actividades requeridas se programan reuniones con los dirigentes o líderes de la zona.

Estas reuniones tienen los siguientes objetivos:

1. Dar a conocer los problemas identificados (los líderes de cada grupo exponen su tema), las afectaciones que causan al ambiente y a ellos mismos.
2. Plantear las alternativas de solución factibles
3. Mostrar las ventajas y posibles desventajas de cada una de las alternativas disponibles y entregar folletos para el análisis de estas alternativas por parte de toda la población
4. El punto anterior puede realizarse con material audiovisual que permita a los pobladores comprender el alcance de cada alternativa y emitir una opinión sobre sus preferencias, aceptación o rechazo, hacia dichas alternativas.
5. A partir de la opinión de los pobladores y las características técnicas y económicas de cada alternativa, jerarquizar las alternativas de solución

El considerar la opinión de los pobladores, antes de elaborar un programa de manejo, permite asegurar su participación activa, colaboración mínima requerida o, por lo menos, su no oposición

En la mayoría de las ocasiones la opinión de los pobladores enriquece de manera importante esta etapa de los programas y, por vivir en la zona y ser los directamente afectados, sus recomendaciones resultan definitivas para la elaboración del programa de manejo.

### 5.6.2 Acciones de un PMIC

Enseguida se enlistan las acciones que deben jerarquizarse para su ordenamiento dentro de un programa de manejo para una zona semiurbana (tabla 5.10). Su selección final depende de las condiciones particulares de la zona, según se ejemplifica en el capítulo siguiente.

Tabla 5.10  
Acciones de un PMIC

Distribución y uso de agua potable	Acciones involucradas
Sistema de distribución de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• adecuar la red de distribución existente</li> <li>• suministrar el agua al sistema mediante pipas y/o alguna otra fuente de abastecimiento</li> <li>• distribuir por gravedad mediante tubería de polietileno de alta densidad</li> <li>• cambiar los tambos metálicos que se encuentren sobre las calles por cisternas de polietileno de alta densidad de 10 m<sup>3</sup> de capacidad</li> <li>• mejorar las condiciones de almacenamiento doméstico</li> <li>• aumentar la capacidad de almacenamiento, mediante cisternas de polietileno de alta densidad de 10 m<sup>3</sup> de capacidad</li> <li>• aumentar la capacidad de almacenamiento, mediante cisternas de concreto de 8 m<sup>3</sup> de capacidad</li> </ul>
Aprovechamiento de agua de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• captar el agua en techos y azoteas</li> <li>• conducir mediante tubería de PVC</li> <li>• almacenar en tinacos de polietileno de alta densidad de 1.100 litros de capacidad</li> </ul>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Reuso de aguas grises	<ul style="list-style-type: none"> <li>• captar el agua en los puntos de generación.</li> <li>• conducir mediante poliducto.</li> <li>• almacenar en tanques metálicos de 200 litros de capacidad.</li> </ul>
Manejo y disposición de agua residual	Acciones involucradas
Instalación de fosas sépticas prefabricadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalar fosas sépticas prefabricadas con capacidad para 10 personas.</li> <li>• utilizar letrinas existentes como pozos de absorción</li> </ul>
Implementación de humedales artificiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utilización de letrinas existentes como unidad de pretratamiento</li> <li>• construcción de humedales artificiales</li> <li>• construcción de pozos de absorción</li> </ul>
Construcción de un sistema de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• construcción de un sistema de drenaje, tubería de concreto y flujo por gravedad</li> </ul>
Planta para tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• construcción de un sistema de drenaje, tubería de concreto y flujo por gravedad.</li> <li>• construcción de una planta para tratamiento de aguas residuales con nivel secundario</li> </ul>
Contaminación atmosférica	Acciones involucradas
Esterilización canina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• campaña de captura de perros callejeros y de identificación de perros con dueño</li> </ul>
Eutanasia canina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• campaña de captura de perros callejeros y de identificación de perros con dueño</li> </ul>
Empedrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organización vecinal para realizar el empedrado</li> </ul>
Construcción de banquetas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio.</li> </ul>
Repavimentación de avenidas en mal estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio</li> <li>• acción de autoridades.</li> </ul>
Reubicación de base de microbuses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organización vecinal y autoridad para acordar el sitio de construcción</li> </ul>
Instalaciones de gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coordinar con las empresas distribuidoras para la instalación y</li> </ul>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

adecuadas	verificación de tanques.
Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organización vecinal para realizar la reforestación.</li> </ul>
<b>Manejo y disposición de residuos sólidos municipales</b>	<b>Acciones involucradas</b>
Separación de basura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cada predio separara su basura</li> <li>• composteo casero</li> <li>• planta de composta</li> </ul>
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• usar contenedores con tapa especificos para la segregacion de los diferentes residuos domesticos y de la via pública</li> </ul>
Recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recolección separada, optimizacion, en tiempo y movimiento, de rutas de recolección</li> <li>• residuos organicos a planta de composta</li> <li>• residuos aprovechables (aluminio, papel, cartón, vidrio) a venta</li> <li>• residuos no aprovechables a disposición final</li> </ul>
Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a definir por la autoridad</li> </ul>
Disposición final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a definir por la autoridad</li> </ul>
Basura en las calles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalar contenedores en la via publica y limpiar calles</li> </ul>
Disposición de cascajo y piedra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• crear padrones de oferta y demanda de cascajo y piedra dentro del asentamiento</li> <li>• usar el cascajo y piedra para el relleno y nivelado de calles para pavimentado</li> <li>• usar el cascajo y piedra para el relleno y nivelado de terrenos de topografía irregular</li> <li>• usar el cascajo y piedra para el empedrado de calles</li> </ul>
Control de perros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reducir de la cantidad de perros mediante esterilización canina</li> <li>• limpiar excrementos en vias públicas</li> </ul>
<b>Manejo y disposición de residuos peligrosos</b>	<b>Acciones involucradas</b>
Disposición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• campaña informativa</li> <li>• la autoridad ambiental debe establecer un programa para la recolección y disposición final de estos residuos</li> </ul>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Riesgo ambiental	Acciones involucradas
Manejo de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hervir, desinfectar, filtrar el agua</li> <li>• la población adquiriera recipientes para almacenamiento de agua</li> <li>• acondicionar recipientes de almacenamiento</li> </ul>
Agua residual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• construcción o suministro de fosas sépticas</li> <li>• elaboración de letrinas</li> <li>• elaboración de programas informativos a la población</li> </ul>
Riesgo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminación de instalaciones eléctricas irregulares</li> <li>• establecimiento de tomas de electricidad formales</li> <li>• colocación de red eléctrica</li> <li>• llevar a cabo campañas de difusión, mediante visitadores, de los riesgos inherentes a este problema y las consecuencias que de ellos se derivan</li> <li>• elaboración de campañas de difusión gráfica sobre los riesgos de choques eléctricos en los seres humanos los daños que se producen en la propiedad.</li> </ul>
Riesgo de incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• contratación de guardabosques</li> <li>• capacitación de guardabosques</li> <li>• programas y planes de información y educación para la población acerca de los incendios y la minimización de sus efectos.</li> <li>• implementar planes de Prevención y Combate de Incendios Forestales para el Distrito Federal</li> </ul>
En general	Acciones involucradas
Campaña de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio</li> <li>• difusión de información acerca de: separación, manipulación y almacenamiento de residuos peligrosos, mantenimiento de automoviles, importancia de evitar la defecación al aire libre y del controlar perros callejeros, manejo de excrementos de animales domésticos y de granjas de traspatio, qué hacer con animales muertos, ventajas de mantener los terrenos no construidos con pasto, importancia de no quemar basura, llantas u otros objetos, conocimiento de los teléfonos de bomberos y reporte de incendios, instalación adecuada de gas, revisión de cilindros de gas.</li> </ul>

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

	mantenimiento de estufas y pilotos de gas, técnicas de purificación y desinfección de agua, así como de la periodicidad de limpieza de agua y sistemas, riesgos por instalaciones eléctricas defectuosas, planes de minimización de incendios
--	---

En el siguiente capítulo se expone el caso de una zona donde fue aplicada la metodología desarrollada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 6. Caso de aplicación

La Delegación de Tlalpan ha registrado un importante crecimiento poblacional en los últimos años, constituyéndose como uno de los destinos preferidos para los flujos migratorios que arriban a la Ciudad de México. El fenómeno de crecimiento metropolitano se evidenció durante las décadas de los setentas y ochentas, cuando la población pasó de 130,719 a 484,866 habitantes, consolidando a la Delegación como la segunda con mayor tasa de crecimiento dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Dicho fenómeno sobrepasó las zonas de desarrollo urbano dentro de los planes delegacionales, dando como resultado el surgimiento de numerosos asentamientos irregulares, en su gran mayoría ubicados sobre suelos de conservación ecológica, áreas boscosas y zonas de recarga acuífera, amenazando con ello la sustentabilidad de la región.

Ante esta situación, los esfuerzos de las autoridades se han enfocado hacia la regulación territorial, mediante la implantación de Programas Parciales de Desarrollo Urbano. Éstos, tienen por objeto reglamentar los usos del suelo y controlar el crecimiento en dichas poblaciones, pretendiendo de esta manera minimizar los impactos negativos al ambiente.

En ese contexto, el *Programa de Manejo Integral de Contaminantes* (PMIC), inscrito en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la región denominada *Zacatón*, tiene como objetivo proponer las estrategias necesarias en materia de agua potable, agua residual, contaminación atmosférica, manejo de residuos sólidos, manejo de residuos peligrosos y prevención de riesgo ambiental, que permitan la regularización de los asentamientos de la zona, atendiendo en todo momento a la minimización de los impactos ambientales.

Como parte del proyecto de investigación: *Programa de Manejo Integral de Contaminantes (PMIC)*, realizado por la Facultad de Ingeniería de la UNAM para la Delegación del Distrito Federal en Tlalpan, se aplicó la metodología descrita en el capítulo anterior de este trabajo.

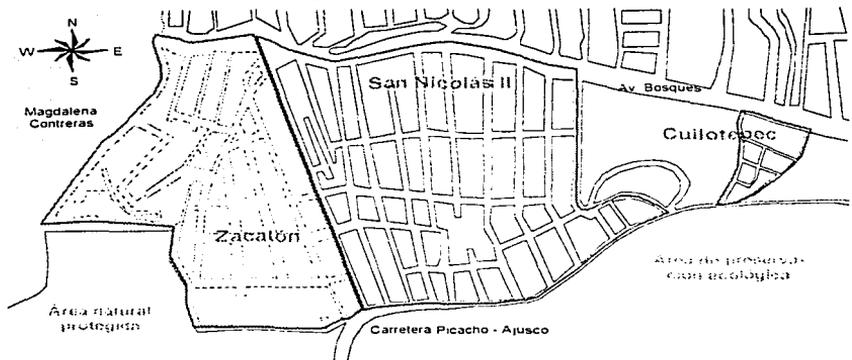
## 6.1 Descripción general

El *Zacatón* se encuentra localizado en el extremo sur de la Delegación de Tlalpan, abarcando tres asentamientos irregulares: Lomas de Cuilotepec II, San Nicolás II y el Zacatón, que en su conjunto ocupan una superficie de 25.7 hectáreas (Tlalpan, 2002).

El presente caso de aplicación se realizó para el asentamiento irregular denominado Zacatón, el cual ha sido clasificado por las autoridades delegacionales como zona IV con base en sus características geográficas, urbanas, económicas y de estructura vial. Las zonas tipo IV cuentan con traza urbana irregular, pendientes pronunciadas, gran densidad poblacional y zonas de servicios y comercios ubicadas a lo largo de las calles principales; poseen servicio de energía eléctrica, alumbrado público y pavimentación por lo menos al 70%.

La superficie de este asentamiento pertenece en su totalidad al área de reserva ecológica denominada Ajusco Medio, y colinda al norte con la colonia Bosques del Pedregal; al sur con la carretera Picacho-Ajusco y una Área Natural Protegida (ANP); al este con la colonia Lomas Altas de Padierna y la ANP, y al oeste con el asentamiento irregular San Nicolás II (figura 6.1).

Figura 6.1  
Localización del Zacatón



Superficie total: 25.7 hectáreas

La población se asienta sobre terreno rocoso, cuenta con alumbrado público al 100%, pero carece totalmente de redes formales de abastecimiento de agua potable y sistema de drenaje; y solo en algunas secciones existen guarniciones, banquetas, pavimentación y conexión regular de energía eléctrica.

Su origen se remonta al año de 1983, cuando los ejidatarios del pueblo de San Nicolás Totoloapan fundan la colonia San Nicolás II, con el afán de detener la invasión a sus tierras. Hacia 1986 la zona cuenta ya con alrededor de 1,000 familias y es subdividida, por intereses económicos y políticos de los líderes locales, en las colonias: San Nicolás II, Lomas de Cuilotepec II y Zacatón.

Los esfuerzos por lograr la regularización de la región se inician en 1987 cuando se publica en el Diario Oficial de la Federación la declaratoria de la línea limitrofe entre el área de desarrollo urbano y la de conservación ecológica, clasificándose el uso del suelo de la región como de Protección Forestal Restringida (Tlalpan, 2002). A partir de 1994, se realizan

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

estudios técnicos para lograr su consolidación y detener su crecimiento; sin embargo, también se estudia la ampliación de las rutas de transporte y se introducen algunos servicios como el de energía eléctrica (1995), lo cual tiene un efecto contrario, fomentándose más aún el crecimiento de los asentamientos.

En 1997 se emite el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU), con el mismo objetivo: controlar las tendencias de crecimiento policéntrico y frenar el deterioro ambiental. Como parte del PDDU se crea el Programa Parcial de Desarrollo para la zona de *El Zacatón*, iniciando el levantamiento de censos poblacionales, a partir de 1999, para diagnosticar la situación de los asentamientos irregulares y con ello integrar una propuesta de consolidación que deberá ser presentada ante la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, para obtener la regularización de esta zona.

De acuerdo con los resultados del último censo poblacional realizado a principios del año en 2002, la situación de este poblado es la siguiente (tabla 6.1).

Tabla 6.1  
Características poblacionales del Zacatón

No. de lotes	No. de familias	No. de habitantes	Antigüedad años	Ingreso
573	569	2467	13	1 a 2.5 s.m.

Fuente: Ialpan, 2002.

## 6.2 Diagnóstico

Para elaborar el diagnóstico de la situación ambiental actual de Zacatón, se utilizó como principal fuente de información a la Dirección de Regulación y Tenencia de la Tierra de la Delegación de Tlalpan.

Se realizó una visita preliminar a bordo de dos vehículos con el fin de cubrir toda la zona, establecer las características preliminares de la población para definir los posibles estratos existentes (para la posterior toma de datos), vías principales de acceso y principales problemas de contaminación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Con los datos obtenidos de la visita preliminar y de las fuentes de información, se planeó la encuesta. Cada grupo de trabajo (agua, aire, residuos sólidos, residuos peligrosos y riesgo) propuso sus preguntas, las cuales se concensaron y concentraron en un cuestionario (el presentado en la figura 5.3).

Considerando que no toda la información se podía recabar con la encuesta, se decidió emplear dos métodos de recolección de datos: encuesta y observación directa, formulando una lista de observaciones y estableciéndose que todas y cada una de las calles de la zona deberían ser recorridas (el formato de la hoja de observaciones corresponde al presentado en la figura 5.1 y 5.2).

De acuerdo con las condiciones planteadas para el manejo estadístico de la información a recabar en campo, se determinaron los puntos de muestreo, para un muestreo sistemático aleatorio estratificado. La unidad de muestreo se definió a nivel de *lotes (predios)*, se seleccionó un lote por manzana (bloque habitacional), de manera que éste tuviera la misma ubicación relativa en todas las manzanas seleccionadas y, utilizando la *paquetería excel* para la generación de números aleatorios, se seleccionó un lote del lugar (del total de lotes numerados consecutivamente en el asentamiento), para que sirviera como punto de referencia para la ubicación relativa de todos los lotes de muestreo.

El día de la recolección de datos el grupo de trabajo se dividió en equipos, teniendo cada uno un mapa general de la zona, y una ampliación de la sección específica a recorrer para el llenado de la hoja de observaciones y realizar el levantamiento de las encuestas. Como se contaba con el suficiente personal y la zona no era muy grande se pudo recorrer completamente todas las calles del lugar para el llenado de la hoja de observaciones a nivel de predio.

Los datos recolectados se vaciaron en hojas de cálculo para realizar el procesamiento de los mismos y posteriormente distribuir los resultados entre los diferentes grupos de trabajo.

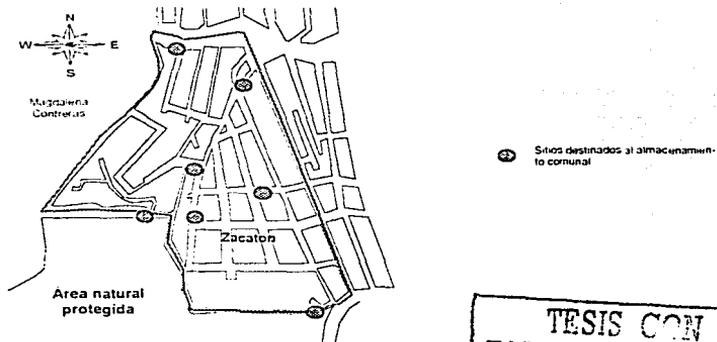
Con los datos procesados, cada grupo pudo entonces realizar la identificación de las fuentes contaminantes y realizar el diagnóstico de la zona así como la estimación de contaminantes.

### 6.2.1 Distribución y uso de agua potable

El 100% de los habitantes de Zacatón se abastecen mediante pipas. El uso que le dan al agua suministrada es principalmente doméstico y en menor medida, comercial. Sus sistemas de almacenamiento son de dos tipos: el comunal y el particular. El sistema de almacenamiento comunal radica básicamente en la aglomeración de tambos metálicos de 200 litros, ubicados en puntos accesibles para su llenado por pipas (figura 6.2), y de los cuales se surte la población que se asienta en sitios inaccesibles para los carros tanque. Sin embargo, este sistema de almacenamiento no garantiza la calidad potable del agua debido a que, en la mayoría de los casos, los tambos se encuentran destapados y en condiciones de deterioro, además que se desconoce si dichos recipientes sirvieron como envases de materiales peligrosos y si la pintura con la cual están revestidos es adecuada para ese uso (figura 6.3).

Figura 6.2

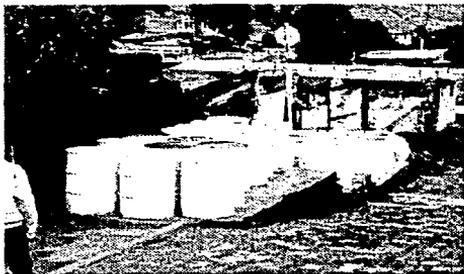
#### Localización de puntos de almacenamiento comunal de agua potable



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 6.3

Recipientes utilizados en el almacenamiento comunal de agua potable



Por otra parte, los habitantes que cuentan con algún tipo de almacenamiento particular son de tipo cisterna o tinaco de polietileno de alta densidad, lo que sugiere mejores condiciones para la preservación de la calidad potable del agua, sobre todo si se considera que en promedio cada 5 semanas se realiza la limpieza de estos contenedores, sin embargo, 32% de los encuestados efectúa su acopio en condiciones precarias, debido a que en su mayoría se utilizan tambos metálicos deteriorados.

En lo que respecta a la calidad del agua suministrada mediante pipas, a grandes rasgos se puede afirmar que no es completamente satisfactoria, ya que solo el 38% de la población encuestada mencionó que el agua tenía apariencia limpia.

### 6.2.2 Manejo y disposición de agua residual

La mitad de las familias afirmó contar con fosas sépticas como medio de descarga de agua residual, en tanto que el resto mencionó la utilización de algún otro sistema de disposición (letrinas, hoyos negros o descarga directa a grietas). Sin embargo, los encuestados desconocían la diferencia entre los diferentes sistemas de disposición, pudiéndose suponer que

confunden cualquier contenedor subterráneo con una fosa séptica. Además, en Zacatón aún prevalece la práctica de descargar el agua residual directamente al suelo.

Por lo anterior, se estableció que la descarga de agua residual sin previo tratamiento ni el adecuado sistema de evacuación es la principal fuente de contaminación por concepto del agua residual. Esta situación se debe a que el asentamiento no cuenta con sistemas formales de drenaje lo cual es consecuencia de varios factores: el relieve de la zona, predominantemente montañoso; las características del suelo, de origen volcánico; y por supuesto, el carácter irregular de los asentamientos.

Lo anterior pone de manifiesto la gran cantidad de materia contaminante vertida al subsuelo de Zacatón, sobre todo si se considera la antigüedad del asentamiento y que el agua de lluvia sirve como medio de arrastre o dilución para los contaminantes emitidos al subsuelo

Por otra parte, existe una marcada tendencia hacia la reutilización del agua residual (más del 72% afirmó hacerlo), sobre todo de las aguas *grises* provenientes del lavado de ropa y ducha. Siendo los principales reusos: el riego de áreas verdes, lavado de patios y la reutilización en sanitarios. Esta tendencia es fácil de entender cuando se conoce la dificultad que existe en la zona para la obtención de agua potable y tratará de fomentarse aún más ya que contribuye a la disminución de los volúmenes de descarga de agua residual.

### 6.2.3 Contaminación atmosférica

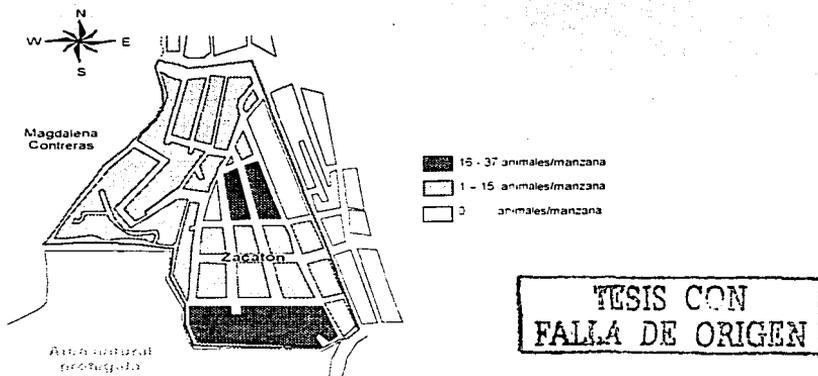
Al visitar la zona de Zacatón fue posible establecer la naturaleza de los principales problemas de contaminación atmosférica de la misma:

- *Contaminación del aire por microorganismos patógenos producto de la defecación al aire libre.* En la zona aún existe defecación humana al aire libre, además de que el gran número de perros que se observaron y el olor a excremento presente, hacen posible establecer este como un problema de salud prioritario, ya que cuando las excretas se

secan pueden ser resuspendidas en el aire junto con los coliformes fecales que contienen, y por lo tanto traer como consecuencia infecciones en la población.

Además de los perros en las calles, se observaron animales en las casas: perros, gatos y animales de granja como vacas, cerdos y gallinas (figura 6.4).

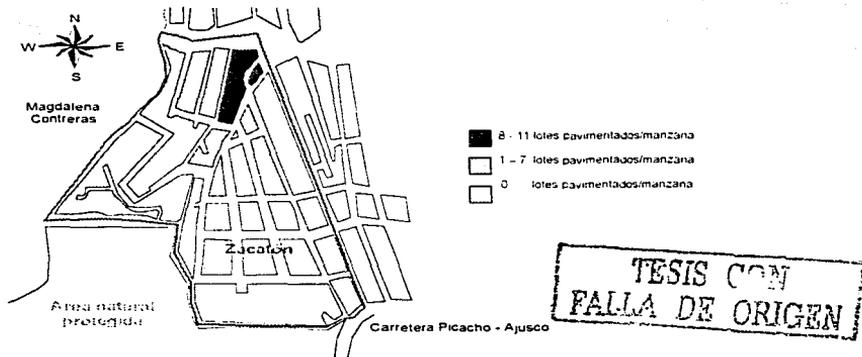
Figura 6.4  
Distribución de animales en Zacatón



- Partículas suspendidas producto de la erosión de pendientes sin pavimentar expuestas al viento y al paso de vehículos. Las calles y andadores de esta zona tienen un bajo porcentaje de pavimentación (figura 6.5), están formados de terraplenes y presentan, en su mayoría, pendientes pronunciadas. Estos terraplenes están expuestos a variaciones climáticas: resecaamiento por calor, deslave por lluvia y erosión por viento. Durante las visitas de inspección, se detectó que los patios de las casas son en su mayoría de tierra suelta, con muy pocos arbustos o césped, y por lo tanto también estos patios están expuestos a la erosión, aunque menos agresiva que en la vía pública por la protección

que brindan las bardas de las casa y por tener menos pendiente que las calles. Por último, se debe mencionar la gran cantidad de material de construcción y cascajo que se encuentra en la vía publica, que no está cubierto y del que se resuspenden partículas hacia la atmósfera.

Figura 6.5  
Pavimentación en Zacatón



- *Casas tóxicas producto de la quema de basura.* Durante las visitas de campo se pudieron observar restos de quemas. Los vecinos aseguran que lo que más se quema en la zona es basura, con una frecuencia promedio de más de 8 veces al mes. Además de la quema de basura doméstica, se estableció que en ocasiones se queman llantas (4 veces al mes, según encuesta). Estas quemas producen, además de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y partículas (PST), otros gases cuya composición y toxicidad depende de los materiales quemados. En lo que respecta a incendios forestales se concluye que hay hasta 6 incendios al año, aunque de pequeña magnitud.

- *Contaminación del aire por vehículos que circulan alrededor de la zona.* Esta zona tiene una circulación interior muy baja, debido principalmente a las condiciones de las calles, que no cuentan con pavimentación y tienen pendientes muy pronunciadas (de 20 a 45 grados), además de que se estima que solo alrededor del 52% de las viviendas cuentan con auto propio. Las vías pavimentadas en Zacatón no llega al 6% de las calles existentes.
- *Compuestos orgánicos volátiles producto de fugas de cilindros de gas.* Casi el total el de las casas de este lugar que utilizan gas LP como combustible, lo recibe en tanques de gas tipo cilindro y, como el servicio no es regular, algunas familias tienen en su hogar hasta 5 cilindros para asegurar el abasto. La mayoría de los cilindros observados tienen aspecto avejentado y posiblemente han rebasado ya su vida útil, además de que no todos cuentan con un regulador. Lo anterior provoca que existan fugas de gas, casi siempre muy pequeñas –y por ende difícilmente detectables con el olfato– pero constantes. Estas emisiones se dispersan en la atmósfera y funcionan como precursores de ozono.

Además de las emisiones de gas por fugas, existen emisiones de compuestos orgánicos contenidos en solventes (productos de limpieza y aerosoles) que se emplean en los hogares y comercios de Zacatón (tabla 6.2). La estimación de estas emisiones se hicieron considerando que esta zona es de tipo urbano y el número de habitantes se emplea como nivel de actividad, empleando los factores de emisión de la tabla 5.7.

Tabla 6.2  
Emisiones por el uso de solventes

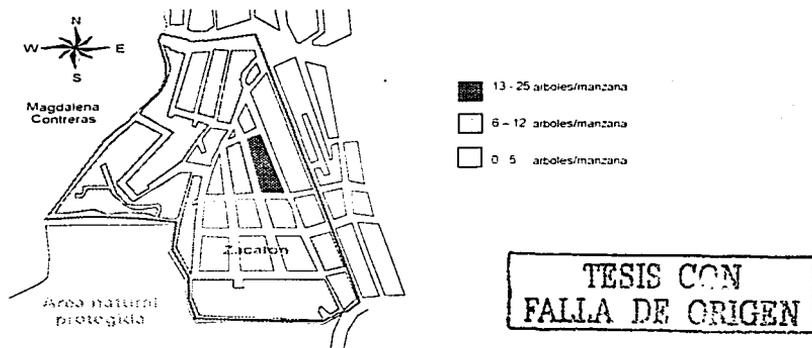
Nivel de actividad	Compuestos orgánicos volátiles COVs
Número de habitantes	Ton/año
1,968	0.09

Con respecto a las emisiones de contaminantes industriales, el estudio muestra que no existe esta actividad en la zona.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

- *Deforestación y vegetación deteriorada que disminuye la autopurificación.* En Zacatón se encontró un árbol por cada 3.5 casas. Se observó que la gran mayoría de estos árboles son encinos y pinos de edad madura, no observándose árboles jóvenes (ver figura 6.6). También se pudo observar que la mitad de los árboles de Zacatón son atravesados por cables de luz, constituyendo un peligro por descargas eléctricas e incendio.

Figura 6.6  
Distribución de árboles



#### 6.2.4 Manejo y disposición de residuos sólidos municipales

Para realizar el diagnóstico del sistema de manejo de residuos sólidos municipales (*RSM*) en Zacatón, se analizaron cada una de las siguientes fases: generación, composición, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

- o *Generación.* La encuesta arrojó como dato de generación una cifra promedio de 1.03 Kg/hab-día. Pero analizando la tabla 6.4, se observa la gran diferencia que existe entre diferentes cifras reportadas en la literatura, lo cual se debe a que algunos datos representan generaciones promedio entre zonas con diferentes hábitos de consumo y nivel social. Por lo tanto, para obtener una cifra que represente la generación per cápita de RSM en Zacatón se realizó un promedio aritmético entre los datos de la tabla 6.3, desechando los valores máximo y mínimo (3.2 y 0.853 respectivamente).

Tabla 6.3  
Generación per cápita de RSM para Zacatón

Fuente de información	Generación per cápita (Kg/hab-día)	Cantidad de RSM (Ton/día)	Cantidad de RSM (Ton/año)
A nivel internacional	0.853	4.33	1,580
A nivel nacional	1.329	6.74	2,460
A nivel estatal	1.48	7.51	2,741
A nivel delegacional	1.21	6.14	2,241
Departamento de Limpia	3.20	16.24	5,928
Encuesta en la zona	1.03	5.23	1,907
Valor representativo	1.26		

Del procedimiento anterior se obtiene un valor de generación de 1.26 Kg/hab-día.

- o *Composición.* Ya que Zacatón forma parte de la ciudad de México, se consideró que sus habitantes tienen hábitos de consumo similares a los de la ciudad (se cuenta con centros comerciales a no más de un kilómetro de distancia), y la composición de los RSM generados será igual que la reportada para el Distrito Federal (citada en la tabla 5.8).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- *Almacenamiento.* La situación que guardan casi todas las casas habitación en el almacenamiento de sus RSM fue deficiente. Existe una variedad de recipientes que son utilizados para tal fin, la gran mayoría de los cuales no han sido construidos para ello, dominando las bolsas de polietileno proporcionadas por todo tipo de comercios para el almacenamiento y transporte de las mercancías vendidas (más de la mitad de los encuestados las emplea), los costales de diferentes tamaños y materiales, y las cajas de madera. Además, se habilitan como basureros otros contenedores como tinas, palanganas, cubetas de plástico o metal y cajas de cartón o madera, deteriorados por el tiempo y que ya no cumplen con su objetivo original. Otro aspecto importante es el almacenamiento en la vía pública, el cual está totalmente ausente en la zona de estudio, provocando que se generen pequeños tiraderos en diferentes puntos de las calles, con la consecuente proliferación de fauna nociva, malos olores, afectación al paisaje, y consecuentemente el rechazo de la población.
- *Recolección.* El servicio de recolección de Zacatón puede describirse como de nivel promedio, comparado con el resto de la ciudad de México, debido a la frecuencia con la que se realiza: 2 veces por semana según la encuesta realizada. El método utilizado para la recolección es de esquina o parada fija, anunciando la presencia del camión recolector por medio de una campana, para que los habitantes que viven a una *cuadra* (aproximadamente 50m) acudan a depositar sus RSM. En esta zona se cuenta con dos vehículos, en buen estado, uno de carga trasera y otro de carga lateral; los dos de 15 m<sup>3</sup> de capacidad y con mecanismos compactadores en la caja; el peso volumétrico que maneja este tipo de vehículos es de 470 Kg/m<sup>3</sup>. La recolección se realiza en un solo turno, oficialmente de 6:00 a 14:00 hrs, aunque por comentarios del personal que presta el servicio, las jornadas se extienden frecuentemente debido a las largas colas de espera que existen en las estaciones de transferencia.

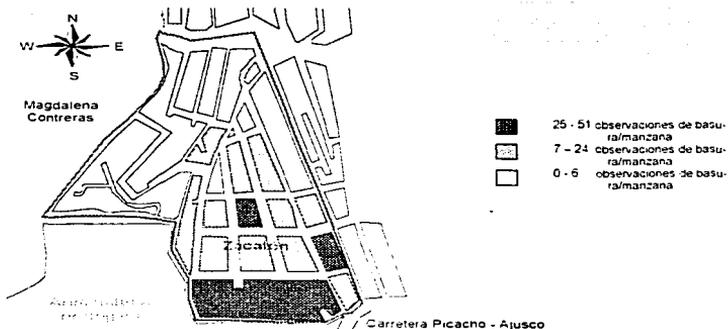
En lo que se refiere a la separación informal de subproductos, la cantidad de éstos que se recupera en los camiones recolectores se muestra en la tabla 6.4.

Tabla 6.4  
Cantidad promedio de pepena recuperada en la recolección

Subproducto	Unidad	Cantidad
Cartón	Kg.	80
Papel	Kg.	40
Aluminio	Kg.	4
Tortilla y Pan	Kg.	20
Piezas mecánicas, eléctricas y otros (chacharas)	costal	2-3

En lo que se refiere a la recolección de residuos sólidos en la vía pública, existen denuncias y quejas acerca de la deficiencia de este servicio en diferentes puntos del asentamiento. La ubicación de los puntos de conflicto en cuanto a la existencia de basura en la vía pública se muestra en la figura 6.7.

Figura 6.7  
Distribución de basura en Zacatón



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- *Transporte.* En la zona del Zacatón el transporte de los RSM se realiza por camiones recolectores hacia la estación de transferencia correspondiente a la Delegación Tlalpan.
- *Transferencia.* Los RSM recogidos en Zacatón se transfieren para su disposición final en la Estación de Transferencia de la Delegación Tlalpan, ubicada fuera del asentamiento.
- *Tratamiento.* En la zona de Zacatón no se realizan actividades de tratamiento formales, y solamente en algunos casos se separan los RSM para obtener algunos materiales comerciables, como son el cartón, aluminio, papel, fierro en general y algunos otros. En personal encargado de la recolección es quien realiza la mayor parte de esta actividad.

Aunque más del 40% de los RSM generados en esta zona son de naturaleza orgánica, no existe ninguna actividad encaminada a realizar composta. El mayor aprovechamiento de estos residuos en la zona es su uso como comida de cerdos, perros, caballos y vacas.

Una práctica recurrente en la zona es la incineración de RSM en los patios de las casas, en donde además de los residuos domiciliarios se queman residuos resultados del barridos de calles y jardines.

- *Disposición final.* La disposición final de los RSM de la Delegación Tlalpan se realiza posterior a la transferencia en la estación de Tlalpan, en el relleno sanitario de Bordo Poniente, pudiéndose asegurar que no existen tiraderos clandestinos en Zacatón, solamente pequeñas acumulaciones esporádicas de RSM.

Los residuos de la construcción que se generan en esta zona son utilizados posteriormente por los mismos vecinos en época de lluvias como *relleno* de zonas vadosas o para el mejoramiento de sus vialidades.

### 6.2.5 Riesgo ambiental

Los riesgos identificados en Zacatón son:

- *Riesgos a la salud.* Los principales riesgos se dan por el inadecuado almacenamiento que se le da al agua potable, más del 32% de los encuestados almacena el agua para su consumo posterior en tambos viejos y descubiertos; la disposición inadecuada de las aguas residuales, el 14.3% de la población indicó que padece o ha padecido enfermedades gastrointestinales y un 57.14% de enfermedades de la piel pudiendo ser producto del manejo no controlado de las descargas de aguas residuales y/o el manejo de RSM.
- *Riesgos por el manejo de residuos peligrosos.* Prácticamente todos los encuestados tiran a la basura los residuos peligrosos, los cuales se mezclan con el resto de los residuos domésticos que se generan, siendo recolectados por un camión del servicio de limpieza y transportados a una estación de transferencia fuera del asentamiento, por lo que se supone que no representan un peligro inmediato a esta población.
- *Riesgos eléctricos.* Se observó que prácticamente existe una conexión irregular, que puede poner en riesgo la vida o integridad física de los habitantes, en cada manzana del asentamiento. Las irregularidades observadas fueron principalmente:
  - instalaciones eléctricas fuera de norma o fraudulentas
  - uniones defectuosas o sin aislamiento
  - instalaciones eléctricas deterioradas
  - falta de conexión a tierra
  - circuitos sin protección o sobrecargados
  - instalaciones provisionales utilizadas como definitivas
  - utilización de árboles como postes de alumbrado eléctrico.
- *Riesgo de incendios.* La población afirmó la existencia de incendios forestales en la zona, con una frecuencia promedio de 7 por año, lo que resulta grave considerando que es una zona de reserva ecológica y de recarga de acuíferos. Además de esto, en la zona

se queman: llantas, basura, terrenos baldíos, animales muertos y otros objetos; que no solo pueden ser iniciadores de incendios sino que también emiten contaminantes al aire incidiendo en la salud pública.

- *Riesgo por inundación.* Entre la población entrevistada, se informó de inundaciones de gran envergadura años atrás (1999), que culminaron con la destrucción de algunas viviendas de los pobladores y la pérdida de dos vidas humanas. En la actualidad persistente estas condiciones de riesgo.

### 6.3 Identificación de áreas de oportunidad

A continuación, a partir del diagnóstico anterior, se identifican las condiciones que pueden ser modificadas (áreas de oportunidad), para reducir la afectación a la salud humana y/o al ambiente debidas a los problemas existentes en la zona de Zacatón.

En lo que se refiere al agua potable existen varias áreas de oportunidad:

- mejorar el sistema de distribución actual
- aprovechar el agua de lluvia
- continuar e incrementar la reutilización de las aguas grises o jabonosas
- instalar una red formal de distribución

Para disminuir las emisiones contaminantes al subsuelo debidos a la mala disposición del agua residual se mencionan las siguientes áreas de oportunidad:

- disposición individual en fosas sépticas, sanitarios secos o humedales artificiales, e
- instalación de un sistema de alcantarillado conectado a la red de la ciudad o algún sistema local de tratamiento.

Las áreas de oportunidad para atacar los problemas de contaminación atmosférica detectados en el área se centran en:

- la reducción y control de perros callejeros y composteo de excretas de animales de granja
- pavimentación para controlar erosión de vías públicas
- reforzar el control de quema de basura
- introducir campañas informativas para el control de fugas de gas LP
- fomentar reforestación para protección de zonas boscosas.

En lo relacionado a la generación y manejo de RSM, es posible establecer las siguientes áreas de oportunidad para corregir la problemática de esta zona:

- separación basura en domicilios y recolección separada
- instalación de contenedores en vías públicas
- disminución de perros callejeros
- centro de acopio y/o centro de composteo

Referente al manejo de residuos peligrosos, no se identificaron problemas específicos prioritarios en este asentamiento pero, aún así, se recomienda:

- realizar una campaña informativa sobre la naturaleza de los residuos peligrosos y la manera correcta de manejarlos dentro del hogar, y disponer de ellos.

Las áreas de oportunidad para el tema de riesgo son las siguientes:

- desinfección en el hogar del agua para consumo humano
- reducir, reutilizar y reciclar los RSM, separándolos y almacenándolos adecuadamente para evitar la creación de focos de infección
- realizar campaña informativa sobre riesgos en el hogar por descargas eléctricas y realización de quemas
- regularizar las instalaciones eléctricas

Cada una de estas áreas de oportunidad involucra diversas alternativas para su realización, las cuales se analizan y discuten a continuación.

#### **6.4 Análisis de alternativas**

Para establecer el programa de manejo ambiental, es necesario establecer el tiempo, costo y facilidades disponibles en la zona para que las áreas de oportunidad identificadas se conviertan en acciones específicas.

A continuación se analizan las acciones a realizar dentro de cada área de oportunidad (o alternativas técnicas disponibles para su realización), a fin de poder seleccionar las más convenientes y proceder a diseñar el programa de manejo integral de contaminantes para esta zona.

##### **6.4.1 Distribución y uso de agua potable**

En Zacatón los principales problemas observados, en lo que concierne a la distribución y uso de agua potable, radican en la falta de contenedores adecuados para almacenar el agua, obviando la falta de un servicio continuo de suministro de agua potable. Ello ha originado que la población de la región subsista con dotaciones inferiores a las recomendadas en las normas mexicanas, en condiciones de salubridad extremas.

La tabla 6.5 muestra los costos, ventajas y desventajas de las alternativas identificadas para resolver la problemática existente.

Tabla 6.5

Alternativas de solución para la distribución y uso de agua potable

Alternativa	Actividades involucradas	Costo por predio (pesos)	Ventajas	Desventajas
Mejoras al sistema de distribución actual	Mejoramiento de los contenedores de almacenamiento de agua.	Minimo	Bajo costo de implementación. Preservación de la calidad potable del agua. Solución a corto plazo.	No es una solución a largo plazo. Frecuencia de mantenimiento a tambos y mangueras de conducción.
	Aumento en la capacidad de almacenamiento, mediante cisternas de polietileno de alta densidad de 10 m <sup>3</sup> de capacidad	19,000	Aumento en la capacidad de almacenamiento. Solución a largo plazo. Preservación de la calidad potable del agua.	Alto costo de implantación.
	Aumento en la capacidad de almacenamiento, mediante cisternas de concreto de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	23,500	Aumento en la capacidad de almacenamiento. Solución a largo plazo. Preservación de la calidad potable del agua.	Alto costo de implementación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	Cambio de tambos metálicos que se encuentran sobre calle por cisternas de polietileno de alta densidad de 10 m <sup>3</sup> de capacidad.	19,000	Aumento en la capacidad de almacenamiento. Solución a largo plazo. Preservación de la calidad potable del agua.	Alto costo de implantación. Posible obstrucción de calles y frentes de predios.
Aprovechamiento de agua de lluvia	Captación en techos y azoteas. Conducción mediante tubería de PVC. Almacenamiento en tinacos de polietileno de alta densidad de 1,100 litros de capacidad.	2,000	Ahorro en el requerimiento de agua potable (61 pipas diarias durante la época de lluvias). Bajo costo de implantación. Simplicidad y rapidez de instalación.	Se requiere un contenedor adicional para almacenar el agua de lluvia.
Reuso de aguas grises	Captación en los puntos de generación. Conducción mediante poliducto. Almacenamiento en tambos metálicos de 200 litros de capacidad.	Mínimo	Ahorro en el requerimiento de agua potable (20% del consumo). Bajo costo de implementación. Simplicidad y rapidez de instalación.	El agua no puede permanecer almacenada mucho tiempo.

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

<p>Red de distribución de agua potable</p>	<p>Almacenamiento de agua en tanques de concreto. Distribucion por gravedad mediante tubería de polietileno de alta densidad. Suministro de agua al sistema mediante pipas y manantial.</p>	<p>12,300</p>	<p>Se cubre al 100% de la población. Comodidad para los usuarios. Menores requerimientos de almacenamiento. Se garantiza la calidad potable del agua. Solucion de largo aleance</p>	<p>Alto costo de implantacion. No es una solucion inmediata. Requiere participacion tecnica externa.</p>
--	---	---------------	---	--

De acuerdo a lo anterior, se puede considerar llevar a cabo varias acciones simultáneamente ya que una no excluye a la otra, sino al contrario la complementa y ayuda a su mejor desarrollo. Por ello:

- se considera que las acciones deben estar enfocadas, en primer término, a la mejora del almacenamiento de agua, para preservar la calidad potable de ésta.
- además, se debe considerar la utilización de fuentes alternas de agua, como el agua de lluvia, y el reuso de las aguas residuales generadas, para reducir los requerimientos de agua potable en la zona;
- finalmente, a largo plazo se deberá considerar la provisión progresiva de mejores servicios, que culminen en la construcción de una red de distribución de agua potable. Si esto no fuera posible debido a que los costos fueran muy elevados por el tipo de suelo (excavaciones) y las pendientes (bombeo), se recomienda considerar la instalación de una red exterior.

#### 6.4.2 Manejo y disposición de agua residual

Los pobladores de Zacatón vierten sus aguas residuales sin tratamiento alguno. Ésta, es la principal problemática de la zona en lo que concierne al manejo y disposición de aguas residuales, por lo que se recomienda como alternativa inmediata la instalación de fosas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

sépticas, además de considerar el empleo de baños secos y humedales artificiales (ver tabla 6.6).

Tabla 6.6  
Alternativas de solución para el manejo y disposición de agua residual

Alternativa	Actividades involucradas	Costo por predio (pesos)	Ventajas	Desventajas
Instalación de fosas sépticas prefabricadas	Instalación de fosas sépticas prefabricadas con capacidad para 10 personas. Utilización de letrinas existentes como pozos de absorción.	11,440	Se cubre al 100% de la población. Se disminuye la carga contaminante vertida al subsuelo. Fácil instalación. Bajo costo. Se garantiza su buen funcionamiento. Solución de largo alcance.	El sistema requiere mantenimiento periódico.
Instalación de sanitarios secos	Instalación de sanitarios secos, conformados por dos fosas, caseta y asiento móviles	8,000	Disminución en el requerimiento de agua potable hasta en un 40%. Producción de abono fértil.	Se requiere otro sistema para disponer adecuadamente el resto de las aguas residuales generadas. Desaprobación vecinal del sistema.
	Construidos con materiales económicos	3,500	Fácil instalación. Solución de largo alcance.	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Implementación de humedales artificiales	Utilización de letrinas existentes como unidad de pretratamiento. Construcción de humedales artificiales. Construcción de pozos de absorción.	4,850	Bajo costo de implantación. Escaso mantenimiento y facilidad de operación.	Requerimientos de área para alojar el sistema. Sistema susceptible a cambios de temperatura. Posible generación de olores y fauna nociva.
Construcción de un sistema de drenaje	Construcción de un sistema de drenaje, tubería de concreto y flujo por gravedad.	16,610	Se cubre al 100% de la población. Se minimiza la descarga de aguas residuales al subsuelo. Solución de largo alcance.	Alto costo debido al tipo de terreno. Requiere ser integrado a la red de la ciudad Se requiere participación externa.
Planta para tratamiento de aguas residuales	Construcción de un sistema de drenaje, tubería de concreto y flujo por gravedad. Construcción de una planta para tratamiento de aguas residuales con nivel secundario	18,280	Minimización de las emisiones contaminantes. El agua tratada se puede reutilizar. Disminución en los requerimientos de agua potable. Solución de largo alcance.	El espacio requerido para su construcción. Alto costo de implementación. Se requiere manejar los lodos biológicos. Se requiere participación externa. Operación y mantenimiento complejos

Considerando que el suelo es de origen volcánico, que el relieve de la zona es muy variado, se recomienda la instalación de fosas sépticas (o baños secos), aprovechando las letrinas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

existentes para utilizarlas como pozos de absorción, requiriendo de una segunda excavación para alojar o construir el tanque séptico; mediante este arreglo se contaría con un sistema de tratamiento por predio. La alternativa de humedales no se recomienda para esta zona por las características topográficas y geológicas del suelo.

La construcción de un sistema de drenaje convencional posibilitaría el adecuado control de las descargas domiciliarias y su conducción hacia algún sistema de tratamiento o conexión con la red de alcantarillado de la ciudad. Sin embargo, las características del terreno de Zacatón, con marcadas pendientes y material rocoso, entorpecen su instalación haciéndola lenta y costosa.

### 6.4.3 Contaminación atmosférica

Al igual que en agua potable las alternativas para reducir la contaminación atmosférica en cada uno de los problemas identificados no son excluyentes y se pueden llevar a cabo simultáneamente. La tabla 6.7 resume las alternativas posibles.

Tabla 6.7  
Alternativas de solución para la contaminación atmosférica

Alternativa	Actividades involucradas	Costo (pesos)	Ventajas	Desventajas
Eutanasia y esterilización canina	Campaña de captura de perros callejeros, identificación de dueños y eutanasia.	1,861,500	Se protege al 100% de la población. Se disminuye una fuente importante de contaminación. Fácil implementación.	A pesar del gran número de perros en las calles, estos desaparecen cuando la perrera asiste a estas colonias. Es difícil que la población participe en esta clase de campañas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	Campana de captura de perros callejeros y esterilización.	3,345,600	Bajo costo. Se garantiza su buen funcionamiento. Solución de largo alcance.	Pocos pobladores estarían dispuestos a gastar esta cantidad en esterilizar a un perro. La disminución de perros sería a largo plazo y no se impediría que otros perros migraran a esta zona.
Pavimentación	Organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio	40.19/m <sup>2</sup>	Se reduce la erosión del terreno Mejoran las condiciones generales de vida.	Es costoso por las condiciones del terreno (pendientes pronunciadas). Pocos habitantes tienen auto y no se sentirían directamente beneficiados.
Empedrado	Organización vecinal para realizar el empedrado	Mano de obra	Se reduce la erosión del terreno. Se reduce la formación de lodazales. Se conservan las zonas de recarga. Bajo costo.	Para su realización se requiere de la colaboración de toda la población.
Construcción de banquetas	Organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio	62/m <sup>2</sup>	Mejora las condiciones generales de vida Es compatible con el empedrado y/o pavimentación de calles	Para su realización se requiere de la colaboración de toda la población. Resulta costoso para las condiciones de vida de la zona.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Instalaciones de gas adecuadas	Coordinador con las empresas distribuidoras para la instalación y verificación de tanques	620/casa	Se disminuye una fuente de contaminación y de riesgo. Fácil implementación. Bajo costo.	Requiere de a coordinación ciudadana y la participación de empresas particulares.
Reforestación	Organización vecinal para realizar la reforestación	9,100	Se restablece el medio y contrarresta la contaminación. Se reduce la erosión.	Para su realización se requiere de la colaboración de la población.
Campaña de información	Organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio	11,000	Solución de largo alcance si realmente toda la población asiste a las pláticas y se involucra.	Para su realización se requiere de la colaboración de toda la población. Si no se cuenta con la asistencia de la mayoría de los habitantes, la campaña no resulta beneficiosa.

Por el tipo de fuentes de emisión de esta zona, la alternativa primordial es informar a la población sobre esta problemática y las acciones particulares que pueden emprenderse.

#### 6.4.4 Manejo y disposición de residuos sólidos municipales

Lo que se busca es efficientar el sistema de manejo de residuos sólidos municipales en Zacatón, incluyendo la basura en las calles, excretas, cascajo, etc., y las alternativas para esto son las que se presentan a continuación en la tabla 6.8:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 6.8

Alternativas de solución para el manejo y disposición de residuos sólidos municipales

Alternativa	Actividades involucradas	Costo (pesos)	Ventajas	Desventajas
Separación en domicilios	Compra de tres contenedores por casa	100/contenedor	Reduce la complejidad, tiempo y dinero, de las siguientes fases del sistema, ya que evita se contaminen residuos susceptibles de aprovechamiento y facilita el reciclaje	Falta de costumbre de separar residuos. Se requiere de toda la participación vecinal.
Recolección separada	Implantación del servicio de recolección tres veces por semana (mínimo)	Nulo	Ayuda al mejor manejo de los RSM. Los residuos susceptibles de reciclaje son recuperados fácilmente. Se promueve una cultura de manejo de RSM. Puede representar mayores ganancias a los operadores de los camiones al facilitar su tarea de prepepna. Aumentar la capacidad recolectora de los camiones.	Solo se puede implantar si existe la separación domiciliar en su totalidad.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Contenedores en vía pública	Compra de contenedores	100/ contenedor	Facilita barrido de calles Reduce tiraderos clandestinos.	Si los residuos no son recogidos periódicamente pueden convertirse en focos de infección.
Eutanasia y esterilización	Ver tabla 6.7		Se reduce la cantidad de excremento a recolectar por el departamento de limpia..	Ver tabla 6.7
Composta casera	Compra de tambor o construcción de contenedor. Separación de residuos.	800	Uso del abono en los jardines. Reducción del volumen de los residuos recolectados.	Posible emisión de olores. Requerimiento de espacio.
Centro de acopio	Construcción y mantenimiento del centro de acopio	124,041 <sup>1</sup>	Recolección de productos específicos y posible comercialización.	Requerimiento de espacio.
Planta de composteo	Construcción y mantenimiento de la planta de composta.	361,775 <sup>1</sup>	Mantenimiento controlado y posible comercialización del abono obtenido.	Requerimiento de espacio

<sup>1</sup> Para una capacidad de 105 m<sup>3</sup>. No incluye costo operativo, únicamente costo de construcción, proyectado para 2012

<sup>2</sup> Capacidad de 3.50 toneladas diarias. Excluye gastos de operación y la posible recuperación por venta del abono resultante

Para hacer mas eficiente la fase inicial del sistema de manejo de RSM en Zacatón se propone la separación de basura en los domicilios (residuos orgánicos, aprovechables y no aprovechables), la recolección separada, la disminución de perros callejeros y la instalación de un centro de acopio y una planta de composteo en Zacatón

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 6.4.5 Manejo y disposición de residuos peligrosos

Dada la problemática de residuos peligrosos (desconocimiento del riesgo asociado con su manejo inadecuado), la alternativa es realizar una campaña informativa sobre la forma de separación y disposición adecuada. El costo, ventajas y desventajas de esta campaña serían semejantes al establecido en la tabla 6.7.

#### 6.4.6 Riesgo ambiental

Las alternativas seleccionadas para disminuir los riesgos ambientales, como en el caso de la contaminación atmosférica no requieren de tecnologías aplicadas, sino la educación e información al usuario (por el tipo de problemas identificados), como se verá a continuación (tabla 6.9):

Tabla 6.9  
Costos de las actividades involucradas en las alternativas de solución para riesgo ambiental

Alternativa	Actividades involucradas	Costo (pesos)	Ventajas	Desventajas
Desinfección en el hogar	Hervir el agua	1.00 a 5.00	Materiales disponibles en la mayoría de los hogares	Incrustación en los recipientes donde ebullición el agua
	Filtros de arena	200 a 250	Los sólidos en suspensión se eliminan frotando la "vela" lo que elimina el material de cerámica.	Ocasiona pérdida de la visión si el agua contiene sólidos en suspensión. Las velas pueden ser relativamente costosas.
	Desinfección y floculación	300 a 3.500	Método alternativo para desinfectar el agua para consumo humano.	Difícil disponibilidad en el mercado

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	Adquisición de recipientes para almacenamiento	30 a 80	Evita contaminación del agua para consumo.	
	Acondicionamiento de recipientes de almacenamiento	180	Se emplean los recipientes actuales.	Si los recipientes ya no están en condiciones adecuadas para mantenimiento esta opción no es la mejor.
	La realización de difusión de información de los problemas relacionados con la contaminación del agua destinada para el consumo humano y sus consecuencias a la salud.	11,000	Solución de largo alcance si realmente toda la población asiste a las pláticas y se involucra.	Para su realización se requiere de la colaboración de toda la población. Si no se cuenta con la asistencia de la mayoría de los habitantes, la campaña no resulta beneficiosa.
RSM	Se seguirían las mismas actividades que en el manejo y disposición de residuos sólidos municipales mencionados en la tabla 6.10.			
Campaña informativa sobre riesgos	Organización vecinal para recabar fondos y contratar el servicio	11,000	Solución de largo alcance si realmente toda la población asiste a las pláticas y se involucra.	Para su realización se requiere de la colaboración de toda la población. Si no se cuenta con la asistencia de la mayoría de los habitantes, la campaña no resulta beneficiosa.
Regularizar	Eliminación de instalaciones	800/	Se evitan	

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

instalaciones eléctricas	eléctricas irregulares. Establecimiento de tomas de electricidad formales.	conexión	accidentes, bajas de voltajes, cortos de aparatos eléctricos.	
--------------------------	---	----------	---	--

\*Incluye medidor y conexión

### 6.5 Programa de manejo

Una vez analizado cada una de las alternativas, su costo, ventajas y desventajas se plantea el siguiente Programa Integral de Manejo de Contaminantes para el Asentamiento Zacatón, Tlalpan.

#### *Acciones inmediatas:*

Las actividades que deben iniciarse inmediatamente en esta zona o con tiempos de implantación menores a un año son las siguientes:

- Mejorar las condiciones de almacenamiento de agua, limpiando y cubriendo los tambos actuales y sustituyendo los que se encuentren en mal estado.
- Limpiar y cubrir las cisternas de concreto y contenedores de polietileno domiciliarios.
- Implantar sistemas para la captación del agua pluvial, con el fin de aprovechar este recurso para beneficio de la comunidad
- Fomentar el reuso de las aguas grises para reducir la demanda de agua potable y el volumen de agua residual descargado al subsuelo.
- Instalar fosas sépticas, ya sean prefabricadas o construidas en el sitio, para minimizar la emisión de contaminantes al subsuelo
- Fomentar el uso de baños secos para reducir el consumo de agua y el volumen de agua residual descargada al subsuelo.
- Realizar campaña de reducción de perros callejeros.
- Sustitución de contenedores domésticos para almacenamiento y separación de RSM
- Composteo domiciliario de residuos orgánicos.
- Instalación de contenedores en la vía pública.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Mantenimiento de las instalaciones eléctricas: retirar ramas de árboles, revisar *tomas* actuales y supervisar su conexión segura.
- Realizar una campaña continua de información ambiental que cubra los siguientes temas:
  - Importancia de evitar la defecación al aire libre
  - Importancia de controlar perros callejeros
  - Manejo de excrementos de animales domésticos y de granjas de traspatio
  - Qué hacer con animales domésticos muertos (enterrarlos cubiertos de cal viva)
  - Manejo de materiales de construcción (cubrirlos si están al aire libre)
  - Ventajas de mantener los terrenos no construidos con pasto (estética y prevención de erosión)
  - Importancia de no quemar basura, llantas u otros objetos (teléfono de policía, bomberos y reporte de emergencias)
  - Instalaciones adecuadas de gas y chequeo de cilindros de gas
  - Mantenimiento de estufas y pilotos de gas de acuerdo con las recomendaciones de la CONAE
  - Naturaleza y manejo de residuos peligrosos
  - Prevención y manejo de accidentes por descargas eléctricas.

#### *Acciones a mediano plazo:*

Las actividades a mediano plazo son las que requieren organización vecinal, obtención de recursos financieros o procesos constructivos mayores de seis meses (pero no más de dos años). Entre estas actividades están

- Cambiar los tambos por cisternas de concreto o de polietileno de alta densidad, para aumentar la capacidad de almacenamiento y preservar la calidad potable del agua.
- Establecer sistema de recolección separado y programado.
- Construir un centro de acopio de residuos peligrosos.
- Implantar una campaña de reforestación permanente.

### *Acciones a largo plazo:*

Estas acciones son las que, por su costo, condiciones del terreno o implicaciones de organización interna y coordinación con la autoridad, requieren de más de dos años para su implantación. Las actividades consideradas como de largo plazo son:

- Construcción de una red de distribución de agua potable que beneficie al 100% de la población
- Construcción de un sistema de drenaje y planta de tratamiento para aguas residuales.
- Construir un Centro Integral de Manejo de RSM: acopio, separación, comercialización de residuos aprovechables y composteo de fracción orgánica.
- Instalación de un sistema formal de energía eléctrica.
- Construcción de una barrera física (barda) que proteja el Área Natural Protegida que colinda con Zacatón.

Finalmente, debe recordarse que por la naturaleza social del Programa de Manejo Integral de Contaminantes, ninguna de las acciones arriba mencionadas deberá iniciarse si no se cuenta con la colaboración (participación activa y autorización), de los vecinos de la zona.

## 7. Conclusiones y recomendaciones

La aplicación de la metodología desarrollada para elaborar *programas de manejo integral de contaminantes (PMIC) para zonas semiurbanas* a una zona de la Delegación Tlalpan de la Ciudad de México, Zacatón, demuestra claramente el cumplimiento del objetivo planteado al inicio y permite asegurar que esta metodología puede ser aplicada a todos asentamientos irregulares que, desafortunadamente, existen a lo largo y ancho de nuestro país.

La metodología desarrollada es sencilla y de fácil aplicación para cualquier zona semiurbana. Incluso tiene la posibilidad de extrapolarse a zonas urbanas que carezca de algún servicio (como drenaje o centros de acopio de RSM aprovechables o residuos peligrosos), o requieran mejorar las condiciones ambientales existentes. También, se puede aplicar a zonas urbanas que deseen incluir dentro de las funciones de las asociaciones vecinales la elaboración de diagnósticos ambientales (mediante encuestas, hoja de observaciones, etc.), y la coordinación de programas para la vigilancia y mejora ambiental, sabiendo que cualquier zona es susceptible de optimizar el manejo de contaminantes.

Considerando que no se dispone de información ambiental adecuada en la mayoría de los asentamientos semiurbanos, por ser irregulares o por sus condiciones precarias, la importancia de la recopilación de información, mediante visitas al sitio y encuestas, resulta determinante ya que es el principal sustento del programa desarrollado. De aquí la importancia del diseño estadístico de estas actividades.

El análisis de todas las alternativas prácticas y técnicas existentes para la solución de los problemas identificados, para su selección a partir de las condiciones económicas y aceptación social es otra etapa definitiva dentro de la metodología para la elaboración del programa de manejo.

El programa de manejo que se desarrolló no debe pasar por alto los planes de desarrollo de los municipios y departamentos, planes de acción de corporaciones, ordenamientos territoriales,

etc., sino que debe fortalecerlos al establecer las actividades concretas que deberán realizarse para cumplir con los objetivos de desarrollo de la zona.

Finalmente, considerando que no todos los municipios, delegaciones o asentamientos poseen condiciones similares para estimular su mejora, sería difícil elaborar programas comunes para toda una misma región; por lo que debe recordarse que la metodología propuesta debe aplicarse en forma individual a cada asentamiento elaborando un PMIC para cada uno (*traje a la medida*). Algunos asentamientos poseen infraestructura para el desarrollo del turismo, ecoturismo, siembra, ganadería, etc. (aunque su eficiencia no sea adecuada), de tal modo que el PMIC que se desarrolle deberá ser capaz de adaptarse a cada tipo condición y sacar ventaja de la infraestructura, usos y costumbres existentes.

### **Recomendaciones**

Si bien el PMIC desarrollado para Zacatón aún no ha sido iniciado y su éxito no puede asegurarse por depender del apoyo de las autoridades y la participación de la población, es importante recordar que los habitantes del asentamiento deben participar en la selección de las alternativas de solución, para poder esperar su participación. Además debe establecerse contacto con las autoridades locales, para verificar que el costo de estas alternativas no rebasa el presupuesto disponible o se cuenta con su apoyo para la búsqueda de fuentes de financiamiento

Otra recomendaciones de importancia surge al recordar que la falta de información de la población sobre la problemática ambiental es quizá el mayor obstáculo para la implantación de un PMIC, por lo que se debe establecer como primera actividad de este programa el sensibilizar a las personas acerca de los problemas que aquejan al medio, exponer las ventajas y desventajas de la aplicación del programa, consiguiendo su participación activa.

Algunas otras recomendaciones para facilitar la aplicación de la metodología desarrollada, mejorarla o hacer más eficiente su aplicación son:

- Realizar muestreos y análisis de los contaminantes en la zona.
- Diseñar y construir indicadores ambientales, elaborando de manera general una progresión causal de las acciones humanas que conlleven a un cambio en el estado del ambiente.
- Diseñar y construir un sistema de información, utilizando herramientas como sistemas de información geográfica, modelos que permitan identificar y analizar las relaciones causa-efecto entre variables y componentes del desarrollo de la zona.
- Realizar estudios hidrogeológicos, con el propósito de contar con la información que soporte una adecuada gestión de los acuíferos de la zona y así monitorear para prevenir su contaminación y/o sobreexplotación de estos, además de disminuir la amenaza para la calidad natural de las aguas subterráneas y suelos.
- Evaluar potenciales de la zona para emplear materiales como materia prima para la fabricación de artículos que ayuden a solventar gastos derivados del programa.
- Si existen taludes, realizar un estudio geotécnico de éstos que permita identificar y evaluar los procesos originados por fenómenos de remoción en masa y de este modo, diseñar las obras que permitan su mitigación, control y prevención.
- Si existen áreas boscosas, realizar un proceso de monitoreo sobre los cambios espaciales de la cobertura vegetal y los paisajes.
- Fortalecer líneas de investigación en el estudio de la biodiversidad, así como de los sistemas productivos, procesos de asentamiento, y demás actividades humanas asociadas a la configuración, estructura y dinámica de los paisajes regionales.
- Realizar estudios comparativos multitemporales de la transformación del uso del paisaje que permitan la consolidación de un conocimiento interdisciplinario de la evolución histórica de la región.
- Fomentar acciones de conservación en las que se integren las instituciones y actores sociales
- Difundir la reglamentación que a nivel nacional, departamental, regional y municipal existe sobre el manejo de recursos naturales y el ambiente.

- Promover la valoración de los recursos naturales potencialmente aprovechables en el área, teniendo en cuenta los factores económicos, sociales y culturales, con el fin de ayudar a la toma de decisiones acerca de la asignación y utilización de los recursos y la planificación y ordenación de la zona.
- Establecer programas de monitoreo ambiental, que permitan reducir al mínimo las emisiones contaminantes, generación de residuos y los efectos sobre el la salud humana, vegetal y animal.
- Si existe turismo en la zona es de vital importancia que se concientice no sólo a la población residente, sino al turista en lo referente al manejo de contaminantes que son evacuados tanto de las áreas turísticas como residenciales, en especial en épocas de temporada alta.

## 8. Bibliografía

- Álvarez Lona, Ana Lilia y López López, Rogelio. El servicio de limpia de la Ciudad de México. Publicación del comité editorial del gobierno del Distrito Federal. México. 1999.
- Azorin Poch, Francisco. Curso de muestreo y aplicaciones. Editorial Aguilar. España. 1972.
- Climent Bellido, María Salud. Aspectos químicos de la contaminación atmosférica. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba. España. 1996.
- CONAE. Desde el Hogar. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. Actualización abril 9, 2002.  
<http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=9>
- Córdova, A. Programas de saneamiento seco a gran escala Observaciones y recomendaciones preliminares de experiencias urbanas en México. Human Dimensions Research Unit, Department of Natural Resources, Cornell University. Ithaca, N.Y. Mayo 2001
- Diccionario de la ciencia y la tecnología. Ee. Actualización 1 agosto. 2002.  
<http://www.editorial.udg.mx/diccionario/cienciaef.html#anchor250035>
- Dirección de Educación Ambiental. ¿Cuáles son los efectos de los contaminantes del agua en la salud? Actualización 10 julio. 2002.  
<http://www.sma.df.gob.mx/sma/ubea/educacion/agua/agua7.htm>
- EPA. AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Mobile Sources. United States Environmental Protection Agency. Actualización abril, 2002.  
<http://www.epa.gov/otaq/ap42.htm>
- Facultad de Ingeniería. Manual de normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana. Departamento de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica. Universidad Nacional Autónoma de México México 1979.
- Freud, Rudolf J. y Wilson, William J. Statistical Methods. Academic Press. E.U.A. 1997.

- Gutiérrez, Héctor J. et al. Contaminación del aire: riesgos para la salud. Editorial El Manual Moderno. México. 1997.
- Henry Glynn, J. y Heinke. Ingeniería Ambiental. Editorial Prentice Hall. Mexico Segunda edición. 1996
- Jarabo Friedrich, Francisco. Elortegui Escarpin, Nicolás y Jarabo Uzcátegui, Jenny. Fundamentos de Tecnología Ambiental. Editorial S.A.P.T. España. 2000.
- Lara, J. A. Tesis de maestría. Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales. Cataluña, España 1999  
<http://looneytunes.acmecity.com/gossamer/111/index.htm>
- Martín Mateo, Ramón. Nuevo ordenamiento de la basura. Editorial Edigrafos. España. 1998.
- Mendenhall, W. Wackerly, D. y Scheaffer, R. Estadística Matemática con Aplicaciones. Editorial Iberoamérica. México. 1994.
- Mendenhall, W. Scheaffer, Richard L. y Ott, L. Elementos de muestreo. Editorial Iberoamérica. México. 1987.
- Metcalf y Eddy. Wastewater Engineering, treatment, disposal reuse. McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series. Third Edition. USA. 1998.
- Metcalf y Eddy. Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización. Vol. I. Editorial Mc Graw Hill. México. 1996
- Metcalf y Eddy. Wastewater Engineering, treatment, disposal reuse. Ediciones Mc Graw Hill. USA. 1991.
- Monografías Norma Voluntaria ISO 14000 Diciembre 2002.  
<http://www.monografias.com/trabajos5/noriso/noriso.shtml>
- NOM-006-CNA-1997 Norma Oficial Mexicana NOM-006-CNA-1997, Fosas sépticas prefabricadas-especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de enero de 1999.
- NOM-048-SSA1-1993. Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993. Que establece el metodo normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de enero de 1996.

- NOM-127-SSA1-1994. Norma oficial Mexicana NOM -127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de enero de 1996.
- Ortiz-Monasterio, F. Contaminación en la ciudad de México. Primera edición. México. 1991.
- Ostle, Bernard. Statics in research basic concepts and techniques for research workers Editorial Ames: Iowa state university. 1988.
- Pronatura. Sistemas Ambientales. Actualización 8 octubre 1999.  
<http://www.pntic.mec.es/mem/pronatura/sistem.htm#1>
- Red de Información sobre Población (POPIN) Encuestas Actualización 15 julio 2002.  
<http://www.popin.org/~unppopterms/files/data/esp00770.htm>
- Sans Fontfria, Ramón y de Pablo Ribas, Joan. Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos. Editorial Marcombo España. 1989.
- Scheingart, M. y d'Andrea, L. Servicios urbanos, gestión local y medio ambiente. Editado por El Colegio de México CE. R. FE México 1991.
- Semarnat. Cruzada Nacional por un México Limpio. Actualización mayo 17 2002.  
[http://www.semarnat.gob.mx/durango/mexico\\_limpio/mexico\\_limpio.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/durango/mexico_limpio/mexico_limpio.shtml)
- Semarnat. Definición y caracterización de los residuos peligrosos. Actualización marzo 2 2002.  
<http://www.semarnat.gob.mx/dgmic/rpaar/rp/definicion/definicion.shtml>
- Semarnat. Definición de riesgo ambiental. Actualización marzo 14 2002.  
[http://www.semarnat.gob.mx/dgmic/rpaar/aar/definicion\\_ra/definicion\\_ra.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/dgmic/rpaar/aar/definicion_ra/definicion_ra.shtml)
- Semarnat. Marco Jurídico. Actualización 8 julio, 2002  
[http://www.semarnat.gob.mx/marco\\_juridico/reglamentos/ruido.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/reglamentos/ruido.shtml)
- Semarnat. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental  
[http://www.semarnat.gob.mx/marco\\_juridico/reglamentos/impacto.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/reglamentos/impacto.shtml)
- Senamhi. Aprendiendo Hidrología. Actualización 2 agosto 2002.  
[http://www.senamhi.gob.pe/aprendiendo/apren\\_hidro.htm](http://www.senamhi.gob.pe/aprendiendo/apren_hidro.htm)

- Seoanez Calvo, Mariano. Ingeniería del medio ambiente. Aplicada al medio natural continental. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. España. 1999.
- SIMA. Introducción. Actualización 17 julio 2002.  
<http://www.sima.com.mx/sima/df/contamin.html>
- SMA, D.F. "Programa Integral de Prevención y Combate de Incendios Forestales del Distrito Federal 2000-2002". Secretaria del Medio Ambiente del D.F. (actualización 20 mayo 2002).  
<http://www.sma.df.gob.mx/sma/corenader/incendios/menu.htm>
- Tchobanoglous, George Theisen, Hilary Vigil, Samuel. Gestión integral de residuos sólidos. Vol 1. Editorial Mc Graw Hill España. 1994.
- Tlalpan. Diagnóstico Ajusco Medio 2002. Delegación de Tlalpan del Gobierno del Distrito Federal. Reporte interno (circulación restringida). 2002.
- UNESCO. UNESCO. Actualización 2 agosto  
<http://www.unesco.org/uy/phi/libros/agua/guia%20docente/docente2/docente2b.htm>
- Universidad de Atacama. Clasificación de contaminantes químicos. Actualización 20 julio 2002.  
<http://plata.uda.cl/minas/apuntes/Geologia/geolamb/a02100clasif.html>
- Valledor M. & Carreira. Metodología de Muestreo. Actualización 17 julio 2002.  
<http://www.mrbt.es/hsa/uai/muestreo/>