



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**La planeación  
estratégica como  
instrumento de  
regulación ambiental**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A

**ANTONIO MILLÁN PUEBLA**

Director de tesis:

**Dra. Rina Aguirre Saldivar**



CIUDAD UNIVERSITARIA

MÉXICO, D.F.

MAYO 2010

## **Agradecimientos**

Primeramente quiero expresar la gratitud hacia mis padres sin quienes no hubiera podido llegar a donde estoy ahora. Creo que no existen palabras suficientes que expresen cuanto los quiero.

Gracias mamá por tu cariño y cuidados que me has dado desde siempre, no se que hubiera hecho sin ti. Gracias papá por todas las veces que “exageraste” al cuidarme.

A mis hermanas, que a pesar de los problemas que llegan a ocurrir entre nosotros, han sido y seguirán siendo parte de mí. Las quiero.

A mis muy queridos amigos Enoc, Erick, Fernanda, Mariana, Marisol, Mónica y Melissa por todos estos años de buenos y malos momentos enseñándome el significado de la palabra amistad.

Pero sobre todo gracias por hacerme tan feliz.

A la Dra. Rina Aguirre por todas las enseñanzas, paciencia y dedicación que me dedicó durante el tiempo que trabajé con ella.

## Índice

<b>Capítulo I</b>	<b>Introducción</b> .....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivo.....	2
1.4	Alcances y limitaciones.....	3
<b>Capítulo II</b>	<b>Planeación estratégica</b> .....	4
2.1	Fundamentos de planeación.....	4
2.2	Proceso de planeación.....	8
2.1.1	Entrevista.....	12
2.1.2	Lluvia de ideas.....	18
2.1.3	Diagrama de flujo.....	19
<b>Capítulo III</b>	<b>Contaminación ambiental</b> .....	23
3.1	Contaminación del aire.....	23
3.2	Residuos sólidos.....	24
3.3	Aguas residuales.....	25
3.4	Diagnóstico ambiental.....	26
3.4.1	Matriz de impacto.....	30
<b>Capítulo IV</b>	<b>Caso de estudio (Ayometitla parte alta)</b> .....	32
4.1	Características del asentamiento.....	32
4.2	Problemática ambiental.....	33
4.2.1	Contaminación del aire.....	34
4.2.2	Agua potable.....	34
4.2.3	Residuos sólidos.....	35
4.2.4	Residuos peligrosos y de manejo ambiental.....	36
4.2.5	Riesgo ambiental.....	36
4.3	Agua residual.....	37
4.3.1	Recolección y análisis de información.....	37
4.3.2	Lluvia de ideas.....	39
4.3.3	Matriz de impacto.....	41
4.3.4	Selección de alternativa.....	45
4.3.5	Diagrama de flujo.....	50
<b>Capítulo V</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	53
<b>Mesografía</b> .....		55

# Capítulo I

## Introducción

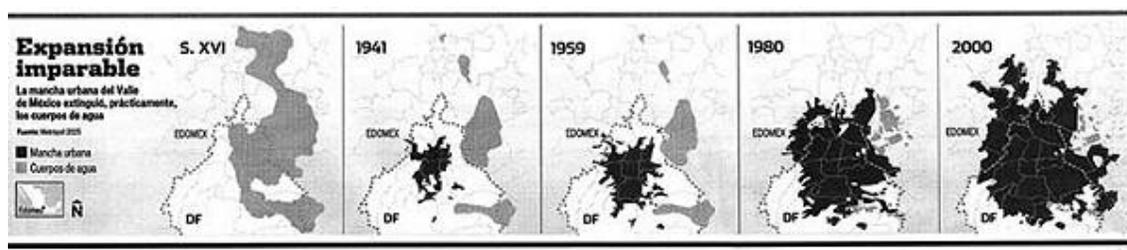
La ocupación del suelo de conservación, generada por el crecimiento desmedido de la Ciudad de México a partir del siglo pasado, ha traído en consecuencia una fuerte problemática en múltiples ámbitos (social, ambiental, político y económico), no sólo en las zonas ocupadas, sino en la ciudad entera.

La planeación estratégica aplicada en los proyectos de desarrollo urbano se ha convertido en una herramienta fundamental para prevenir, y en su caso mitigar, la gran variedad de problemas que pudieran surgir como consecuencia del crecimiento no controlado.

En este trabajo se describirá la forma en que fueron utilizados algunos instrumentos de Planeación dentro del *Plan Estratégico de Mejoramiento Ambiental de Ayometitla parte alta* (PEMA), realizado por alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM para la Delegación Tlalpan del Distrito Federal. Este *Plan estratégico* determinó la problemática ambiental que existe dentro de un asentamiento irregular y propuso las medidas de control y mejoramiento ambiental que permitan la regularización del asentamiento.

### 1.1 Antecedentes

A partir de 1930 comienza en la Ciudad de México un importante crecimiento en la actividad económica, propiciando así una inmigración continua y masiva de las zonas rurales del país. Para el año de 1940 la capital del país contaba con 1.7 millones habitantes y una década después prácticamente se duplica a 3.1 millones, manteniendo esta tasa exponencial en los decenios subsecuentes para alcanzar en el año 2005 los 22.8 millones de habitantes (8.6 millones en el Distrito Federal y 14.2 millones en el Estado de México).



Fuente: Mejiá-Espinosa, 2007

**Figura 1.1** Expansión de la mancha urbana de la ciudad de México

Dependiendo de los usos productivos, actividades de la población y carácter administrativo, el suelo del Distrito Federal está dividido en urbano y de conservación ecológica. Este último está constituido principalmente por la zona sur y sur poniente del Distrito Federal abarcando un área que constituye poco más del 59% de la superficie total del Distrito Federal (COPO, 2004).

El suelo de conservación (SC) es imprescindible para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) debido a todos los servicios ambientales que aporta a ésta: recarga de los mantos acuíferos (773 millones de metros cúbicos al año, volumen que supera los 625 millones que se extraen en toda la ZMCM) (Menéndez, 2009), captación de partículas suspendidas, producción de oxígeno, captura de dióxido de carbono, regulación climática y microclimática, mitigación de contaminación auditiva y retención de suelo fértil (lo anterior debido a la existencia de los bosques que componen la región) (SMA, 2009).

El principal problema que enfrenta el SC de la Ciudad de México es la proliferación de los asentamientos irregulares; personas establecidas en un terreno que no cuenta con los permisos ni servicios habitacionales.

Los problemas ambientales que causan estos asentamientos pueden ser diversos, pero entre los principales se encuentran: la descarga directa de aguas residuales al suelo (contaminación de la zona de recarga); manejo inadecuado de residuos sólidos municipales (RSM) y de residuos peligrosos; tala de árboles y quema de basura. Lo anterior provocado, en su mayoría, por la ausencia de servicios públicos (agua potable, servicio de limpieza, drenaje, electricidad).

Según la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, hay 828 asentamientos irregulares en el DF y de ellos 199 son considerados de alto riesgo en los que habitan 28 mil personas en ocho mil hogares. (Rodríguez, 2009).

Con base en lo anterior es necesario reforzar la aplicación de la regulación en materia de uso de suelo en el SC de la ciudad de México, para ordenar y controlar los asentamientos urbanos irregulares; para esto es necesario seguir un proceso de planeación que permita determinar el impacto que estos grupos humanos han causado sobre el ambiente y elaborar una propuesta de desarrollo sustentable para dichas comunidades, para evitar así daños futuros.

La planeación debe ser utilizada por la administración pública como un medio que permita conocer y analizar los fenómenos y problemas de la sociedad, prevenir escenarios, determinar estrategias y sobre todo acordar acciones entre sociedad y gobierno para lograr los fines y objetivos políticos, sociales, económicos y culturales del país.

## **1.2 Justificación**

Desde hace varios años la Facultad de Ingeniería ha realizado proyectos de evaluación ambiental en la ciudad de México; sin embargo, las herramientas no habían sido sistematizadas hasta el PEMA para *Ayometitla parte alta*. Esta sistematización permitirá un uso más eficiente de éstas en estudios subsecuentes.

## **1.3 Objetivo**

Analizar y seleccionar las herramientas de planeación y evaluación ambiental, usadas para diagnosticar el estado de asentamientos urbanos irregulares, y la evaluación de las alternativas de solución propuestas.

## 1.4 Alcances y limitaciones

Este trabajo se llevó al cabo dentro del siguiente contexto:

- La información base para la realización de este trabajo se obtuvo mediante entrevistas directas a la población.
- Los datos referentes a consumo de agua, producción de RSM y agua residual fueron obtenidos con base en los resultados de la entrevista directa, consulta de bibliografía especializada y trabajos anteriores.
- Las mediciones en campo y la aplicación del Plan dependen de la Delegación Tlalpan.
- En esta tesis sólo se describen las herramientas de planeación y evaluación empleadas en el proyecto PEMA-*Ayometitla*, no todas las existentes ni las aplicadas en otros estudios semejantes.
- Esta tesis solo abarca el proceso de planeación hasta la fase de gestión, la aplicación del PEMA depende en gran medida de la Delegación Tlalpan y los propios habitantes.

Este trabajo se compone de cinco capítulos, siendo el primero esta introducción. El segundo presenta información acerca de las herramientas de planeación empleadas. El tercer capítulo aborda la contaminación ambiental así como las técnicas empleadas en la evaluación del impacto ambiental. El cuarto muestra el diagnóstico de la problemática ambiental de *Ayometitla parte alta*, haciendo hincapié en el tema de agua residual para el que se aplican, a manera de ejemplo, las herramientas de planeación anteriormente explicadas. Finalmente en el capítulo quinto se exponen las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

## Capítulo II Planeación estratégica

Es común que al escuchar términos como planeación estratégica, pensemos en el buen funcionamiento de empresas y el desarrollo de negocios. Sin duda podemos afirmar que una correcta utilización de la planeación se refleja en resultados satisfactorios para las empresas que se sirven de ésta; sin embargo, esta misma planeación se aplicó para resolver la problemática ambiental de un asentamiento urbano irregular: de *Ayometitla parte alta*.

¿Por qué se puede utilizar esta herramienta fuera del ámbito empresarial? Debe quedar claro que la planeación estratégica no es de uso exclusivo de las empresas sino de los sistemas.

En su definición más simple recordemos que un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí, con una finalidad. De esto se puede deducir que las empresas no son más que un tipo de sistema. El enfoque sistémico utiliza la planeación estratégica como una herramienta fundamental para solucionar los problemas existentes en cualquier tipo de sistema, en nuestro caso, *Ayometitla* constituye un sistema ambiental.

Este capítulo inicia con la definición de algunos conceptos básicos de planeación, para abordar posteriormente las herramientas o técnicas empleadas para la elaboración del Plan Estratégico de Mejoramiento Ambiental para *Ayometitla* (PEMA).

### 2.1 Fundamentos de planeación

Antes de abordar el proceso que sigue la planeación, deben quedar claros algunos conceptos básicos que son comúnmente utilizados:

**Meta y objetivo.** Comúnmente al elaborar un plan usamos indistintamente términos como meta y objetivo; sin embargo, existe una pequeña diferencia entre los dos. Se puede definir como meta *al resultado preferido que puede obtenerse dentro de un periodo de tiempo determinado*, mientras que el objetivo *es un resultado preferido que no puede obtenerse dentro de un periodo especificado, pero que puede obtenerse en un periodo de tiempo más prologando* (Ackoff, 2004).

En general, la mayoría de los autores expresan la meta y el objetivo de forma muy similar a Ackoff por lo que no se considera importante abundar en más definiciones.

Para los fines de esta tesis, se entenderá como objetivo al resultado que se logra mediante el cumplimiento de varias metas. Por ejemplo, si el objetivo de los habitantes del asentamiento de *Ayometitla parte alta* es regularizar el lugar donde habitan, tendrán que cumplir para lograrlo con todas las disposiciones (metas) que impone la Delegación de Tlalpan, jurisdicción a la que pertenecen.

Es importante tener en cuenta que el planteamiento del objetivo y las metas es la base de cualquier trabajo de planeación, el hecho de imaginar cualquier plan sin estos elementos simplemente no tiene sentido.

**Estrategia y táctica.** Podemos definir brevemente a la estrategia como el conjunto de acciones o medios a seguir para alcanzar un fin, por ejemplo para no producir aguas negras\* en *Ayometitla* una de las estrategias a seguir es la implantación de baños secos.

La táctica es un término muy similar a la estrategia, provocando a veces que se utilicen indistintamente pero ¿en qué radica la diferencia? Las estrategias son el qué y las tácticas son el cómo (Aceves, 2004). Las estrategias son acciones planeadas con efecto a mediano y largo plazo, mientras que las tácticas son acciones realizadas a corto plazo en función de las estrategias, es decir que para cada estrategia se determinan una o más tácticas.

Retomando el ejemplo de las aguas negras, para la estrategia de colocar baños secos las tácticas a seguir serían: informar y convencer a los posibles usuarios sobre los beneficios de este sistema, obtener asesoría para la construcción de los baños, obtener datos de proveedores, etc.

**Plan.** Tomando partes de las definiciones de Ander (2002) y de Blake (1982), podemos definir a un plan como un documento de carácter técnico - político que contiene lineamientos, prioridades y estrategias de acción a seguir para alcanzar un objetivo propuesto.

Analicemos ahora la definición tomando en cuenta el enfoque de *sistema ambiental*. Se aclara primero que se trata de un documento, y por lo tanto la información estará en forma específica y estructurada; un plan no puede quedar solamente en un contexto oral. Después, se indica que es de carácter técnico – político, primero técnico porque el plan debe tener especificado todas las técnicas, herramientas, métodos que se van a utilizar para llevarlo a cabo y político porque va dirigido al bienestar de las personas. Finalmente, para alcanzar el objetivo del plan se deben establecer una serie de reglas que regirán la forma en que todas las acciones se llevarán a cabo, priorizar el orden de éstas y proponer las estrategias necesarias.

En el caso del PEMA, éste contiene la información necesaria del asentamiento de *Ayometitla parte alta*, con la cual se construyeron estrategias, se priorizaron metas y se establecieron los lineamientos necesarios para cumplir con el objetivo del Plan: regularizar el asentamiento.

**Programa.** Tomando como base la definición de Blake (1982), un programa se puede definir como el ordenamiento y vinculación cronológica, espacial y técnica de las acciones o actividades y los recursos necesarios para alcanzar en un tiempo dado un objetivo específico.

Al revisar la definición anterior podemos notar que, al igual que el plan, el programa contiene los mismos elementos con la única y esencial diferencia de que éste último marca tiempos para la realización de las metas.

Con lo anterior queda claro que uno o más programas pueden ser derivados a partir de un plan, por ejemplo, el PEMA contiene varios programas: uno de ellos es el que corresponde al manejo de los residuos sólidos, en el que se establecen fechas límites para implantar las diferentes alternativas existentes para cumplir las metas en el plazo establecido.

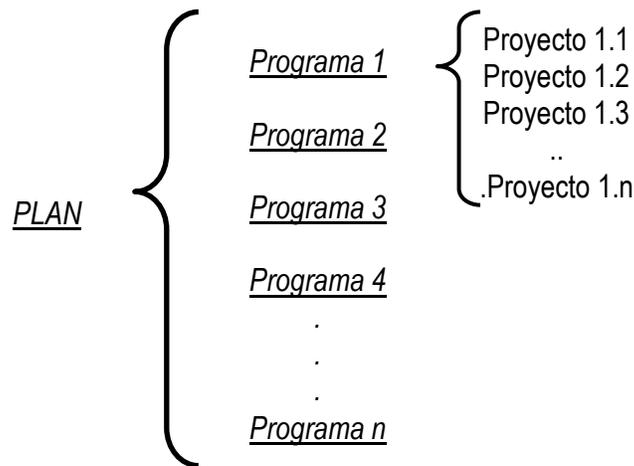
---

\* Dependiendo del uso que se les dio las aguas residuales pueden considerarse aguas grises o aguas negras. Las aguas grises son aquellas generadas por los procesos de un hogar, tales como el lavado de utensilios y de ropa así como el baño de las personas, mientras que las aguas negras contienen materia fecal.

**Proyecto.** Considerando a Ander (2002) y a Miguel (2004), se expresa como proyecto al conjunto de actividades concretas, interrelacionadas y coordinadas entre sí, que tienen como fin el satisfacer necesidades o resolver problemas. Al hablar de actividades concretas, sobre todo coordinadas, podemos pensar que se trata de un programa; sin embargo, el proyecto se distingue del programa por una magnitud, diversidad y especificidad más pequeña; las metas que persigue son inmediatas y concretas. Así, como de un plan se pueden derivar varios programas, de estos se pueden derivar varios proyectos. Podemos decir entonces que el proyecto es la unidad básica de la planeación.

Dentro del PEMA, tomando nuevamente el ejemplo del programa de manejo residuos sólidos, existe un proyecto para la generación de composta, otro para la instalación de contenedores en la vía pública y otro para establecer el servicio de recolección.

Ahora, tomando en cuenta las definiciones anteriores se puede esquematizar la relación entre plan, programa y proyecto en la siguiente figura (2.1):



**Figura 2.1** Relación Plan – Programa – Proyecto

**Planeación.** Una vez que han quedado claros los términos básicos y recogiendo definiciones de Ackoff (2004) y Kuri (2009), podemos definir la planeación como un proceso anticipatorio constante de toma de decisiones, basado en el conocimiento previo del sistema para poder controlar las acciones encausadas al logro del objetivo así como sus consecuencias futuras.

Es muy importante dejar claro que la planeación nunca tiene fin, aunque la “última” parte del proceso sea poner en marcha el plan, como se verá más adelante, siempre debe haber una retroalimentación: *¿Se cumplió con el objetivo? Si no ¿por qué? ¿Qué nuevos problemas surgieron o se espera que surjan?* Preguntas de este tipo provocan que iniciemos nuevamente el proceso de planeación con un sistema diferente y con un nuevo objetivo en caso de haber cumplido con el anterior o con nuevas estrategias de no haberse cumplido del todo. El conocimiento del sistema es indispensable obviamente para elaborar una visión de la imagen futura deseada así como de las estrategias que permitirán llegar a ésta, más adelante se analizará con detalle las partes del proceso que sigue la planeación.

En la figura 2.2 se ilustra este proceso, en donde se parte de una situación actual y dos escenarios posibles: el primero, de referencia, describe como sería el sistema si desde la situación actual se decide no hacer nada; el segundo, deseado, es aquel donde se ven reflejados las metas y objetivos enmarcados en el plan.



Fuente: Moran, 2007

Figura 2.2 Planeación

Para dar fin con esta definición, se puntualizan las tres principales características de la planeación, según Morán (2007):

- El plan derivado de la planeación siempre es provisional, nunca definitivo.
- El valor principal de la planeación no radica en los planes que se producen, sino en el proceso de producirlos.
- La planeación busca minimizar la necesidad futura de corregir las deficiencias producidas por decisiones tomadas anteriormente.

Finalmente podemos definir la llamada *Planeación estratégica y táctica* a partir de las definiciones anteriores.

***Planeación estratégica y táctica.*** Así como se habló de estrategia y táctica y de las diferencias que hay entre ellas, existe también la planeación con estos dos enfoques distintos, cuyas características y diferencias se enmarcan en la tabla siguiente:

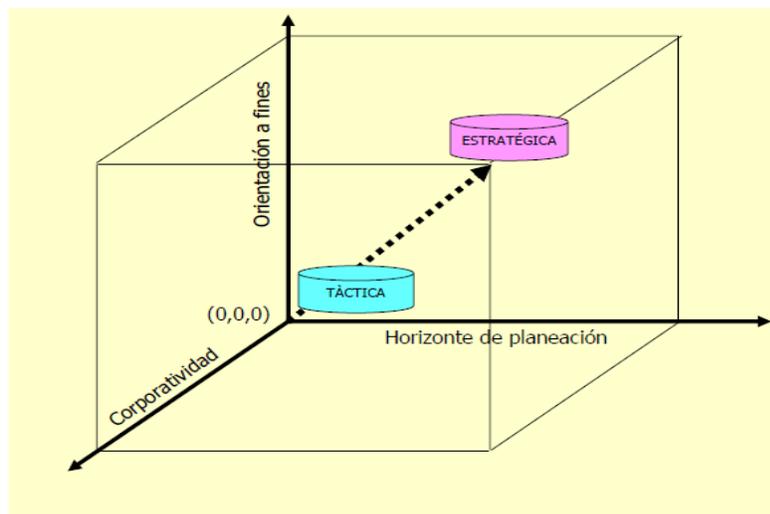
Planeación táctica	Planeación estratégica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación a corto plazo</li> <li>• Campo de acción reducido</li> <li>• Se ocupa de seleccionar los medios con los que se perseguirán los objetivos específicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación a largo plazo</li> <li>• Campo de acción amplio</li> <li>• Se ocupa tanto de la formulación de los objetivos como de la selección de los medios por los que habrán de alcanzarse.</li> </ul>

Fuente: Ackoff, 2004

Tabla 2.1 Diferencias entre planeación táctica y estratégica

Debe considerarse que los términos como “corto”, “largo”, “reducido” y “amplio” pueden ser muy relativos, mientras que para una organización un plan es considerado estratégico otra lo podría considerar táctico dependiendo de los alcances y tiempos que se fije cada una. Algo similar ocurre también con “medios” y “fines”, por ejemplo el diseño de un nuevo producto en una empresa es el medio para ganar más clientes (fin), pero el ganar nuevos clientes puede ser el medio para obtener ganancias (fin), y a su vez esto puede ser el medio para muchos otros fines.

Otra forma de interpretar lo anterior se puede observar en la figura 2.3, en la cual Morán gráfica la planeación en función de tres elementos: “corporatividad”, orientación a fines y horizonte de planeación. Obsérvese que la planeación táctica se encuentra en un nivel bajo de los tres ejes, mientras que la estratégica se encuentra en un nivel alto; nuevamente “bajo” y “alto” son términos relativos.



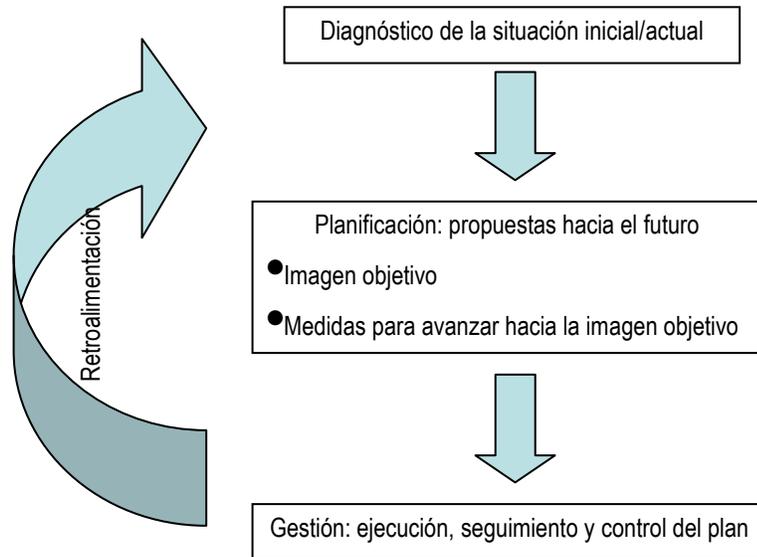
Fuente: Moran, 2007

**Figura 2.3** Planeación táctica y estratégica

## 2.2 Proceso de planeación

Como se ha visto, la planeación puede operar a través de tres instrumentos fundamentales: planes, programas y proyectos, los cuales puede tener diferentes tipos de enfoques, contenidos, profundidad, etc.; sin embargo, todos ellos se desarrollan en cuatro fases típicas (Gómez, 2007), las cuales se representan gráficamente en la figura 2.4:

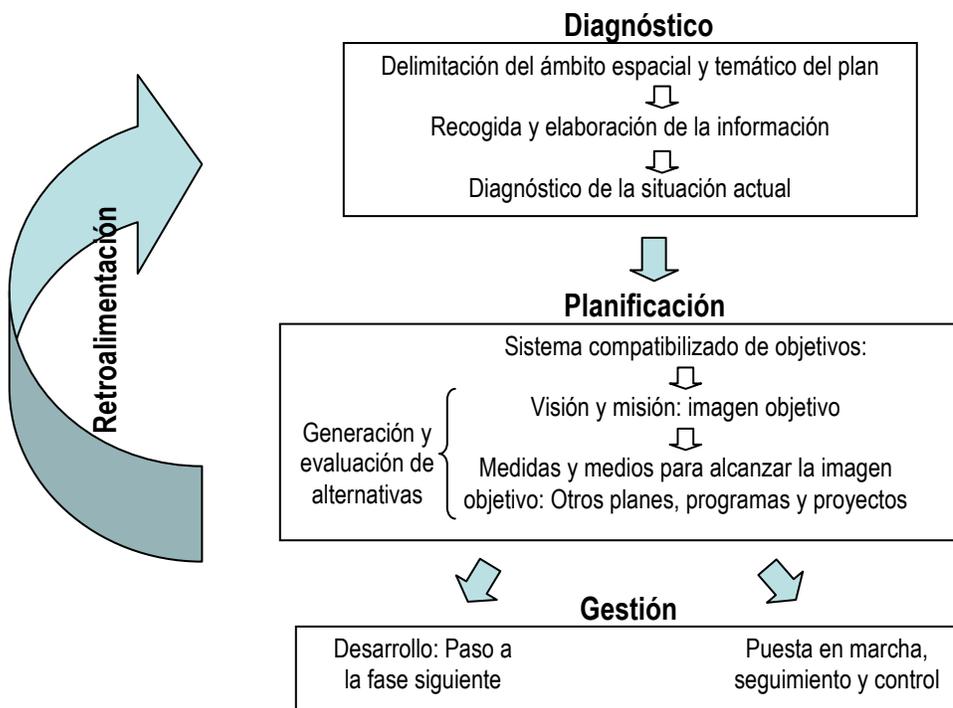
- Análisis y diagnóstico de la situación actual
- Planificación: definición de una imagen objetivo a largo plazo y la identificación de las medidas para avanzar hacia tal imagen
- Gestión o aplicación de tales medidas
- Retroalimentación



Fuente: Gómez, 2007

**Figura 2.4** Fases de la planeación

A su vez, cada una de estas fases se subdividen en actividades específicas las cuales se ilustran en la en la figura 2.5 siguiente:



Fuente: Gómez, 2007

**Figura 2.5** Fases de planeación

Para concluir con la revisión relacionada con la planeación estratégica, sus fases y las actividades a realizar dentro de cada fase, analizaremos un poco más cada una de ellas.

**Análisis y diagnóstico del sistema.** Es la primera parte del proceso y la base para construir todo el plan. Su principal objetivo es el conseguir información y básicamente consiste en tres tareas:

- Delimitación del ámbito espacial y temático del plan: tomando en cuenta criterios de homogeneidad, funcionalidad, competencias administrativas, área de extensión de los problemas, causas y efectos, y potencialidades. Para el caso del PEMA se utilizó el criterio de diferencia temática de los problemas y se realizó una separación artificial entre los diferentes aspectos ambientales a considerar; esto es, agua potable, residuos sólidos, agua residual, aire, residuos peligrosos y riesgo.
- Recolección y elaboración de la información necesaria para comprender la estructura y funcionamiento del sistema objeto de estudio. En el caso de nuestro sistema, *Ayometitla parte alta*, se eligió recoger la información a partir de una entrevista, por ser un medio directo y personal para obtener datos de primera mano.
- Diagnóstico: Se trata de detectar los problemas y las potencialidades del ámbito espacial y temático, al que se refiere el plan. Para el caso de *Ayometitla*, con la información recolectada en la entrevista y de fuentes oficiales, y la elaboración de una matriz de impacto ambiental (herramienta de evaluación ambiental que se verá con detalle en el siguiente capítulo), se delimitaron los problemas del asentamiento y se estableció un orden de importancia para su solución.

**Planificación.** Una vez realizado el diagnóstico, se tienen los elementos necesarios para entrar a la fase de planificación, que al igual de la anterior se compone de tres tareas:

- Definición de objetivo y metas: el objetivo debe ser único y tomar en cuenta, naturalmente, los problemas actuales y potenciales del sistema, del objetivo podrán derivarse múltiples metas: estructuradas y jerarquizadas, con tendencia a corto, mediano y largo plazo. Para el PEMA el objetivo es la regularización de *Ayometitla parte alta*, para lo cual se pueden plantear diferentes metas, por ejemplo que no haya quema de basura ni tiraderos clandestinos en las periferias del asentamiento, que no se contamine el subsuelo por las aguas residuales, que el asentamiento tenga un crecimiento cero, etc.
- Diseño de un escenario futuro: recogerá la mayor parte de las metas planteadas anteriormente; conviene generar varios escenarios para después seleccionar uno de ellos. Comúnmente se plantean por lo menos tres tipos de escenarios: el tendencial, el óptimo y el de compromiso. En *Ayometitla* el escenario *tendencial* equivale a una continua expansión del asentamiento, el *óptimo* consiste en la regularización del asentamiento con crecimiento cero y ofrecimiento de los servicios de drenaje, agua potable, limpia, electricidad, etc., el de *compromiso* es la regularización del asentamiento

para permitir a las personas que compraron terreno ahí puedan seguir construyendo, pero la Delegación no se compromete a ofrecer todos los servicios urbanos.

- Identificación de las medidas para llegar a los objetivos planeados: se realiza en dos etapas, la primera consiste en identificar mediante lluvia de ideas, u otras formas de impulsar la creatividad, un conjunto de medidas que puedan dar solución a la problemática, para después (segunda etapa) formar un grupo con las mejores. Como en el caso anterior, conviene analizar varias medidas y seleccionar la más adecuada mediante un proceso de evaluación. En el PEMA fue utilizada la lluvia de ideas para ver las alternativas de solución al alcance, por ejemplo para el problema de agua residual se tienen como propuestas: baño seco, captación de aguas grises, fosa séptica, humedal, etc., y para hacer la propuesta final se realizó una evaluación social y económica.

**Gestión.** Aunque la gestión de la regularización de *Ayometitla*, incluyendo el PEMA, es responsabilidad de la Delegación Tlalpan, se considera importante explicar brevemente esta última etapa del proceso de planeación. La gestión es la última parte del proceso de planeación antes de la retroalimentación, se refiere a la ejecución del plan como tal y se compone de las siguientes tareas:

- Diseño de un ente gestor o asignación de la responsabilidad a un ente ya existente. Para el caso del PEMA el ente gestor será la Delegación Tlalpan.
- Diseño de un sistema de gestión: se refiere a cómo va funcionar el ente gestor, tomando en cuenta el flujo de decisión, información y normas de funcionamiento. En el caso de Tlalpan existe un Departamento de Ordenamiento Territorial que es el que se encarga directamente de los asentamientos irregulares.
- Programa de puesta en marcha: contiene las instrucciones para iniciar y materializar las propuestas con base en diagramas de flujo y cronogramas. Con base en el Plan entregado a la Delegación, ésta deberá establecer los tiempos y la forma en que deben cumplirse las metas enmarcadas en el PEMA.
- Programa de seguimiento y control: se compone de indicadores, controles e instrucciones para seguir la implantación de las medidas, así como verificar en que grado lo que se ha realizado se acerca a lo previsto. Será deber de la Delegación la aplicación correcta de las estrategias establecidas en el Plan y evaluar su efectividad.
- Presupuesto para la gestión.

**Retroalimentación.** Es una parte esencial para el proceso de planeación pues sin ésta todo lo demás serviría de poco o nada, consiste en hacer una revisión de todo el proceso para saber si se cumplió o no con el objetivo.

- En caso de haberse cumplido: se tendrá que replantear el sistema pues éste será diferente al inicial, obteniendo nuevamente información para hacer frente a nuevos problemas y por lo tanto generar nuevos objetivos.
- En caso de no haberse cumplido: analizar los porqués del fracaso de las estrategias utilizadas y elaborar un nuevo plan.

*Ayometitla parte alta* es un sistema ambiental complejo; la Delegación Tlalpan debe estar al tanto de este asentamiento y otros en situación similar, que al estar en zona de recarga pueden contaminarla y afectar la salud de gran parte de la población de la ciudad.

Una vez que hemos visto de forma general el proceso de planeación en el que se basó el PEMA, se analizarán de forma particular algunas herramientas que fueron utilizadas para la generación del diagnóstico y estrategias, y para esquematizar el conjunto de alternativas existentes; estas son: la entrevista, lluvia de ideas, matriz de impacto y diagrama de flujo.

### **2.2.1 Entrevista**

Antes de entrar de lleno con la entrevista debemos tomar en cuenta que este método se eligió dentro de un proceso de recolección de información; dicho proceso consta principalmente de tres fases:

- Selección de los instrumentos de recolección de información: algunos de estos son la observación, cuestionario, encuesta y la entrevista, no debe olvidarse el tipo de sistema en el que se trabaja.
- Aplicación de estos instrumentos: dependiendo de la herramienta seleccionada, es recomendable seguir las recomendaciones para la correcta aplicación de ésta, para el caso de la entrevista se muestran más adelante.
- Análisis de la información: es en esta parte donde los datos obtenidos se transforman en información para llevar a cabo el plan, mediante la elaboración de gráficas, tablas, ideas, conclusiones, *etc.*

Tomando en cuenta el tipo de sistema que es *Ayometitla parte alta*, se hizo una visita preliminar con el único fin de conocer a grandes rasgos el sistema que se estudiaría. La observación (entendida como instrumento de recolección de información) resultó de gran utilidad como auxiliar mas no fue suficiente para recabar toda la información que se necesitaba. Posteriormente se eligió la entrevista como instrumento para recabar la información pero ¿qué ofrece esta herramienta en comparación con el cuestionario y la encuesta? Primeramente descartamos la encuesta pues se utiliza principalmente cuando se quiere conocer la opinión acerca de algún tema, este no es nuestro caso. Después tenemos el cuestionario, que aunque pudo haber planteado las mismas preguntas de la entrevista, su impersonalidad fue la principal desventaja ante el sistema ambiental que enfrentamos, es decir en el cuestionario la persona debe responder por escrito y por si sola las preguntas que se le plantean mientras que en la entrevista

existe una interacción entre entrevistado y entrevistador lo cual resulta ser muy enriquecedor por la posibilidad de obtener información extra durante el proceso.

Una vez explicado brevemente el proceso de recolección de información y el porqué se seleccionó la entrevista podemos definirla como la conversación que sostienen dos personas, celebrada por iniciativa del entrevistador con la finalidad específica de obtener alguna información importante para la indagación que realiza.

La entrevista está compuesta básicamente por preguntas, que son estímulos verbales que producen o generan imágenes en el interrogado, quien produce una respuesta o un conjunto de respuestas.

Algunas de las ventajas que ofrece la entrevista son:

- Flexibilidad para dilucidar y aclarar la información que se está obteniendo. Al momento de realizar la entrevista, esta ventaja fue sumamente útil por ejemplo, al preguntar por el tipo de sistema de disposición de aguas negras muchos dijeron tener una fosa séptica, pero al hacer más preguntas pudimos concluir que sólo era un hoyo en la tierra.
- El entrevistador tiene la oportunidad de observar al sujeto entrevistado. Fue importante ver las reacciones de las personas ante el planteamiento de cada pregunta, aunque no fuera información oficial nos ayudó para comprender mejor el sistema.
- El entrevistador tiene la oportunidad de observar la situación total en la cual se encuentra el entrevistado. La forma oral en la que obtuvimos la información, permitió que los habitantes de *Ayometitla parte alta* pudieran explicarnos más y mejor las circunstancias en las que se encuentran, por ejemplo al preguntar sobre el almacenamiento del agua potable no obstante que nadie afirmó depositarla en tambos metálicos, existían algunos hogares con estos.

Aunque es común ver la forma intuitiva, espontánea y rápida con la que los periodistas practican esta técnica, no puede aplicarse de esa misma forma para obtener información en una investigación: la entrevista debe ser cuidadosamente planeada, el no hacerlo así implicaría el olvido de preguntas importantes, detalles y sobre todo existiría un total desorden en la información recolectada sobre todo si se hace por varias personas como fue el caso del PEMA.

Para ejemplificar los riesgos de una entrevista mal conducida imaginemos que de los tres equipos de trabajo del PEMA, para el tema de agua potable el equipo 1 logró obtener muchos datos, el equipo 2 recabó menos y por un descuido el equipo 3 olvidó preguntar sobre este tema; de haber sido así:

¿podrían esos datos combinarse para generar información útil?

¿sería dicha información confiable?

¿cómo se reflejaría el uso de esta información en la elaboración del diagnóstico y estrategias?

En conclusión, las consecuencias de una mala elaboración en el proceso de recolección de información pueden llegar al extremo de hacer fracasar totalmente el plan.

**Formulación de preguntas y registro de la entrevista.** La forma en que se realiza la entrevista es muy importante al momento de obtener la información, pues hasta un cambio en el tono de las preguntas podría cambiar la respuesta del entrevistado, por lo tanto se enlistan enseguida algunas recomendaciones para realizar una entrevista:

*Usar el cuestionario de manera informal.* Las preguntas siempre deben ser formuladas en tono de voz natural y de conversación, evitando en todo lo posible un tono de “lectura” o de “interrogatorio”, y cualquier indicio de crítica, sorpresa, aprobación o desaprobación además de que la mayor atención estará centrada en el interrogado y no en el cuestionario.

*Las preguntas deben ser formuladas exactamente como están redactadas en el cuestionario.* Para evitar la influencia de las opiniones personales del entrevistador y la posible variación de significaciones debida al cambio de palabras o giros.

*Las preguntas deben ser formuladas en el mismo orden en que están presentadas en el formulario.* En algunos casos, el orden de las preguntas tiene una influencia decisiva para evitar el “contagio” o “contaminación” que puede producirse entre ellas; por otra parte, cada pregunta está dentro de un marco de referencia que no conviene violentar.

*Dar a la persona entrevistada el tiempo suficiente para pensar en sus respuestas.* También hay que dar tiempo para que matice las respuestas; éstas no siempre pueden ser tajantes y categóricas.

*No dar por respondida una pregunta con respuestas que se derivan de otras.* Si al responder una pregunta determinada el entrevistado da una respuesta que puede aplicarse más adelante a otras preguntas, el entrevistador debe volver a formular la pregunta en su oportunidad, teniendo especial cuidado en no romper o disminuir la comunicación.

*Es conveniente utilizar frases de transición.* Al terminar con un tema y pasar al siguiente, conviene echar mano de algunas frases de transición: “bueno”, “veamos ahora”, “muy bien...”, “¿le parece que sigamos con...?”. Estas expresiones de “descanso” ayudan también a ubicar psicológicamente al interrogado.

*Han de hacerse breves comentarios que ayuden a mantener la comunicación.* Es necesario manifestar al entrevistado que interesa y se da importancia a lo que él dice.

*Creación de una atmósfera amistosa.* La idea principal es colocar al entrevistado en un ambiente de tranquilidad. La introducción del entrevistador debe ser breve, cordial y positiva, puede tomar cualquier tema como pretexto para romper el hielo, pero una vez empezado no debe olvidar que la entrevista está y debe permanecer en sus manos, descartando las conversaciones irrelevantes o reorientando al entrevistado en los puntos concretos.

*Planteamiento de las preguntas.* Cuando un interrogado no entiende la pregunta, el entrevistador debe repetirla lentamente, o si existen instrucciones autorizadas, ofrecer una explicación breve que no condicione la respuesta del interrogado.

*Obtención de respuestas.* Evitar sugerir al entrevistado cualquier posible respuesta.



Universidad Nacional Autónoma de México  
PEMA Ayometitla Alta- Tlalpan

No. Identificación el lote: \_\_\_\_\_

**Datos personales**

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_ Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_

**Preguntas**

1. ¿Hace cuanto tiempo vive aquí?

2. ¿Cuántas personas habitan en la casa?

3. ¿Cuánto tiempo pasa en la casa?

4. ¿De donde obtiene el agua?

Pipas particulares

Pipas delegación

Captación lluvia

Otro

¿Cuánto cuesta?

5. ¿Qué apariencia tiene el agua que usted recibe?

Sucia

Limpia

Con olor

Cloro

Otro

6. ¿Utiliza el agua que le abastecen para beber?

La hierve

Directamente

Otro

7. ¿Cuánta agua consume?

10. ¿De qué manera almacena el agua y con qué frecuencia limpia los depósitos?

Cisterna

Tinacos

Otro

11. ¿Reusa de alguna manera el agua? ¿Cuál?

WC

Plantas

Pisos

Otros

12. ¿Hacia donde va el agua que utiliza?

Red de drenaje

Fosa séptica / hoyo negro / letrina

Otros

13. ¿En qué cocina sus alimentos?

Estufa eléctrica

Horno de microondas

Estufa de gas (estacionario o cilindros)

Estufa de leña / anafre

Otros

14. ¿Utiliza calefacción en época de frío?

Calentador eléctrico

Calentador de gas

Calentador de leña o carbón

<b>8. ¿Con qué calienta el agua para bañarse?</b>			
Gas estacionario			
Tanques de gas ¿cómo lo adquiere?			
Carbón			
Leña			
Electricidad			
Quema basura			
Otros			

<b>9. ¿Qué tipo de baño utiliza?</b>	
WC dentro de la casa	
Comparto con los vecinos	
Fosa séptica	
Hoyo negro / letrina	
Baño secos	

**17. ¿Qué tipo de animales domésticos tiene? (indicar el número en cada tipo de animal)**

Perros	
Caballos	
Vacas	
Gallinas o guajolotes	
Otros	

**18. ¿Qué enfermedades ha padecido y con qué frecuencia?**

Enfermedades en la piel	
Enfermedades en el estómago	
Enfermedades respiratorias	
Otras	

**19. ¿Tiene automóvil?**

<b>20. ¿Qué hace con los medicamentos, pilas, solventes, aceites, productos de limpieza que se vencieron o no utiliza?</b>	
Los tiro a la basura	

Otro	
------	--

**15. ¿Cuánta basura produce? ¿Cuanto de desperdicio?**

**16. ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar la basura dentro de su casa?**

Bote con tapa	
Bote sin tapa	
Caja de madera	
Caja de cartón	
Bolsa de plástico	
Otro	

**23. ¿Separa su basura? ¿Aprovecha los desperdicios? ¿Qué hace con los plásticos, vidrios, etc.?**

<b>24. ¿Cómo se deshace de su basura?</b>	
Pasa el camión de basura ¿Cada cuantos días?	
Lleva la basura a un contenedor fijo ó algún terreno	
La tiro en la calle / Algún vecino lo hace	
La quemo ¿Algún vecino lo hace?	
La entierro ¿Algún vecino lo hace?	
Pago para que la recojan ¿Cuánto?	
Otro	

<b>25. ¿Dónde adquiere su despensa?</b>	
Supermercado	
Tianguis / mercado	
Otro	

**26. ¿Qué se quema en la zona, cada cuántos días?**

Los quemos	
Los entierros	
Otro	

<b>21. ¿Ha sabido de inundaciones cerca de su casa, ¿cuál ha sido el motivo? y ¿cada cuánto?</b>	
Lluvias	
Drenaje	
Tuberías rotas	
Otro	

<b>22. ¿Ha sabido de accidentes?</b>	
Por descargas de electricidad	
Por fuegos	
Por derrumbes	

Llantas	
Basura	
Terrenos baldíos o siembra	
Animales muertos	
Otro	

### COMENTARIOS

¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de limpieza?

¿Ha percibido mal olor en el aire ó tolveneras?

¿Aceptaría asesoría para diseñar sus sistemas de abastecimiento de agua potable?

¿Sabe lo que es un baño seco?

¿Estaría dispuesto a separar la basura?

### 2.2.2 Lluvia de ideas

La etapa de planificación del proceso de planeación estratégica, cuando se plantean las metas y el objetivo, requiere, además de la información que en nuestro caso obtuvimos por medio de la entrevista, la elaboración de alternativas de solución para cada una de las problemáticas existentes; entre más alternativas más rico el proceso de selección. La pregunta ahora es ¿Cómo generar ideas que conlleven a un buen planteamiento de los problemas y sus correspondientes soluciones? Existen numerosas técnicas cuyo fin es el desarrollo de la creatividad y la mayoría de éstas, si no es que todas, están basadas en el trabajo en equipo y no es de sorprender que los grandes planes, programas o proyectos se lleven a cabo de esta forma.

En el caso del PEMA, el equipo decidió utilizar la lluvia de ideas como base para generar ideas que ayudaran a plantear los principales problemas de *Ayometitla parte alta* pero principalmente cómo resolverlos.

La lluvia de ideas es una técnica con la que un grupo intenta encontrar una solución a un problema específico, recogiendo las ideas presentadas espontáneamente por los presentes (Fernández, 2005). Se recomienda por ser un proceso creativo que los participantes sepan trabajar en equipo y se encuentren relajados.

Su creador Alex Osborn propone los principios en los que debe basarse la lluvia de ideas:

1. Está prohibido criticar. Por muy “loca” que pueda escucharse la idea no podrán decirse frases como “eso no funcionará” o “eso ya se probó”; esto se hace con el fin de alentar a todos los miembros del equipo a expresarse libremente.
2. Se alientan las expresiones libres y espontáneas. Entre más extravagante sea una idea será mejor pues es más fácil moldear una idea que hacerla salir.
3. Se requiere una gran cantidad de ideas. Entre más ideas se generen mejor ya que habrá más probabilidad de tener una idea buena; la cantidad, entonces, mejora la calidad.
4. Se busca combinar y mejorar las ideas. Además de proponer ideas simples, los miembros del equipo deberán generar nuevas ideas a partir de las ya existentes, combinando varias de ellas o modificando alguna de ellas.

Tomando en cuenta estos principios, podemos listar los pasos a seguir para esta técnica:

1. Se reúne un grupo interdisciplinario de 10 a 14 personas
2. La reunión será moderada por un facilitador al que apoyan dos secretarios
3. El facilitador presenta el problema al grupo con una breve descripción
4. El facilitador puede aportar inicialmente algunas ideas
5. El facilitador recuerda a todos los asistentes los principios y reglas de la lluvia de ideas
6. El facilitador pide a los asistentes que expongan sus ideas, una por una y de forma breve
7. La persona que quiera exponer una idea, levanta la mano y la dice
8. El facilitador la resume, si es algo extensa, para que un secretario la escriba en el rotafolio

9. El secretario asigna un número a la idea y la escribe en el rotafolios con letras mayúsculas, grandes, legibles desde cualquier punto de la sala
10. La segunda idea la registra el otro secretario, del mismo modo, en otro rotafolios
11. Cuando una hoja del rotafolios está llena de ideas, se retira y se pone en una pared a la vista de todos
12. Después de 40 minutos se pide a los participantes que presenten sus ideas más “disparatadas”
13. La sesión se cierra cuando el grupo no es capaz de generar más ideas.

El lugar de trabajo deberá contar con paredes donde se puedan pegar las hojas de rotafolio. Es recomendable que los participantes tengan alguna experiencia con sesiones de lluvia de ideas y sobre todo que estos se conozcan entre sí. El ambiente durante el proceso de la lluvia de ideas debe ser agradable, en un plano de absoluta igualdad y participación voluntaria, deben estimularse el ruido y la risa. No estará permitido el uso de proyectores ni grabadoras, ni interrupciones; no deberán permitirse aclaraciones, observaciones o críticas.

Es muy importante tener en cuenta que el proceso antes descrito es teórico, la forma ideal de trabajo; sin embargo, como ningún grupo humano es perfecto, algunas personas tienen problemas para trabajar en equipo, otras son muy retraídas y las menos son demasiado expresivas; debemos realizar la lluvia de ideas tratando de acercarnos lo más posible al ideal planteado.

Para el caso del grupo de trabajo del PEMA se observaron las siguientes bondades y limitaciones:

- Todos los integrantes éramos jóvenes y estudiantes de ingeniería industrial. A pesar de no ser un grupo interdisciplinario éramos un grupo creativo.
- El grupo estaba integrado por 6 estudiantes
- La coordinadora del proyecto fungió como facilitadora para el proceso de lluvia de ideas. Se contaba con un lugar de trabajo que reúne todos los requerimientos
- Ninguno de los participantes es particularmente tímido
- Todos los participantes vertían libremente sus ideas
- Se realizaron lluvias de ideas continuamente, para analizar el diagnóstico de cada tema ambiental, construir las matrices de impacto y tomar decisiones sobre el formato de presentación de resultados.

Al final del trabajo esta técnica formaba parte de la dinámica del grupo.

### **2.2.3 Diagrama de flujo**

Es común que al hablar de diagramas de flujo se haga una relación automática con programación; sin embargo, el uso de esta herramienta no es de uso exclusivo de la computación ya que, como veremos, se puede aplicar a la fase de gestión del proyecto.

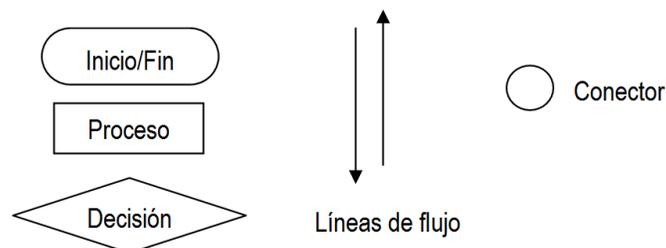
Comenzaremos por recordar que un diagrama de flujo (o flujograma) son diagramas que emplean símbolos para representar los pasos o etapas de un proceso así como la secuencia e interacciones de éstos.

El diagrama de flujo nos ayuda a representar de forma gráfica un proceso y es especialmente útil cuando varias personas participan en la elaboración de un plan y es necesario que todos ellos tengan presentes los detalles de dicho plan. Por ejemplo, el PEMA se dividió en seis temas ambientales y era necesario que el responsable de la contaminación de aire conociera la problemática y decisiones relacionadas con el manejo de los residuos sólidos, etc.

La utilización de diagramas de flujo ofrece varias ventajas entre las cuales podemos destacar:

- Favorecer la comprensión del proceso. El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto
- Permitir identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los flujos de los reprocesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión
- Mostrar las interfases cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas
- Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.

Aunque existen numerables símbolos para hacer un diagrama de flujo, para fines de éste trabajo solo trabajaremos con los símbolos que se muestran en la figura 2.6.



**Figura 2.6** Símbolos para los diagramas de flujo

Antes de comenzar con la construcción del diagrama de flujo deben tomarse las siguientes decisiones:

- Identificar a los participantes de la reunión donde se desarrollará el diagrama de flujo. Por la complejidad del sistema con que se trata, todos los integrantes del equipo que desarrollan el Plan deben estar presentes, además del ente gestor (para el caso del PEMA el ente es la Delegación Tlalpan) y las partes interesadas, es decir representantes del asentamiento.

- Definir qué se espera obtener del diagrama de flujo. Como todo en la planeación, debe haber un objetivo ¿Qué se pretende del diagrama de flujo? ¿Qué información útil brindará al plan?
- Identificar quién lo empleará y cómo. Ya que en un diagrama se reúne toda la información para implementar el Plan, debe decidirse quién será el encargado de llevarlo a cabo y cómo lo hará.
- Establecer el nivel de detalle requerido. Dependiendo de lo que se espere del diagrama de flujo podrá definirse qué tan detallado se requiere.
- Determinar los límites del proceso a describir. Siempre es importante dejar claro las limitaciones de las propuestas de solución que se tengan.

Estas acciones fueron fundamentales para la correcta implantación del Plan. No puede concebirse éste si sólo algunos miembros del equipo lo realizan o si no se define quien será el ente gestor; como se mencionó anteriormente la gestión del PEMA recae sobre la Delegación.

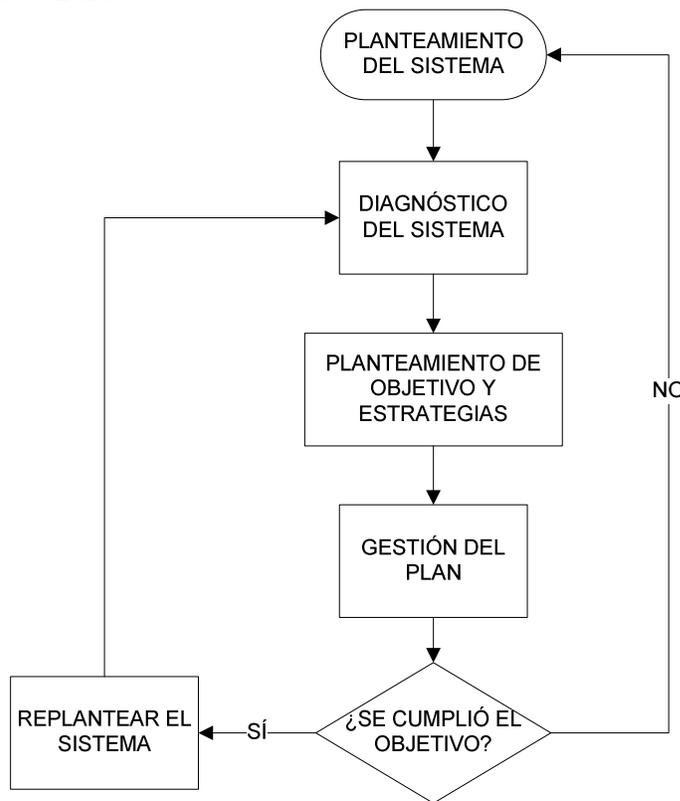
Para la elaboración de diagrama de flujo se siguen los pasos siguientes:

- Establecer el alcance del proceso a describir. Es decir que deben definirse el comienzo y el final del proceso, el comienzo es comúnmente el final del proceso anterior, y el final de ese proceso estará relacionado con alguna de las metas del Plan.
- Identificar y listar las actividades/subprocesos que están incluidos en cada proceso a describir y su orden cronológico. El diagrama general del PEMA incluye los diagramas correspondientes a cada rubro ambiental: agua potable, residuos sólidos, agua residual, aire, residuos peligrosos y riesgo.
- Si el nivel de detalle definido incluye actividades menores, listarlas también.
- Identificar y listar los puntos de decisión. Ante los problemas que tenga nuestro sistema, las decisiones que tomemos serán clave para el cumplimiento de metas y objetivo, por lo que es indispensables conocerlas bien.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos. El no utilizar correctamente los símbolos puede provocar una mala interpretación del diagrama y por lo tanto una implementación incorrecta.
- Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido.

Ya que ha quedado claro lo que se tiene que hacer antes y durante la elaboración del diagrama, enlistamos algunas recomendaciones prácticas sobre la forma del diagrama:

- Los diagramas de flujo deben elaborarse para leerse de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.
- Los símbolos se unen con flechas cuya punta indica la dirección de flujo del proceso. Se deben de utilizar solamente líneas de flujo horizontal o vertical (nunca diagonal).
- Se debe evitar el cruce de líneas, separando el diagrama de flujo o utilizando conectores. El uso de conectores deberá reservarse para cuando sean estrictamente necesarios.
- No deben quedar líneas de flujo sin conectar.
- Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras.
- Todos los símbolos pueden tener más de una línea de entrada, a excepción del símbolo final.
- Sólo los símbolos de decisión pueden y deben tener más de una línea de flujo de salida.

En la figura 2.7 se ejemplifican todas las reglas anteriores en el diagrama de flujo que describe el proceso general del PEMA.



**Figura 2.7** Diagrama de flujo proceso general del PEMA

## Capítulo III

### Contaminación ambiental

Hasta este punto hemos visto como la planeación estratégica fue la pauta para elaborar el Plan Estratégico de Mejoramiento Ambiental al indicarnos *qué* hacer; sin embargo, la planeación por si sola no es suficiente para elaborar un Plan. En el capítulo anterior vimos que se debe plantear un objetivo, metas, tácticas, estrategias, definir la problemática, etc., pero en ningún momento se mencionó *cómo* hacerlo, este *cómo* varía mucho dependiendo del tipo de sistema con el que se esté trabajando, por ejemplo para elaborar un plan de desarrollo urbano necesitamos estrategias diferentes que para la realización de un negocio o un evento social.

Recordemos ahora que nos interesa *Ayometitla parte alta* como un sistema ambiental, por lo que necesitamos conocer los aspectos teóricos ambientales involucrados para comprender la problemática del sistema y sus posibles soluciones. En resumen, para nuestro caso, la planeación estratégica nos indica el *qué* hacer mientras la teoría ambiental marca el *cómo*.

El capítulo inicia con la teoría básica de contaminación de agua, aire y residuos sólidos para abordar después la evaluación del impacto ambiental y el uso de *matrices de impacto*, una de las muchas herramientas utilizadas en este tipo de evaluación.

#### 3.1 Contaminación del aire

La contaminación del aire se da por la presencia de sustancias en la atmósfera que afectan de manera adversa la salud de humanos, animales, plantas o vida microbiana; dañan materiales, o interfieren con el disfrute de la vida y el uso de propiedades (Henry, 1999).

Ya que nuestro objetivo no es ahondar en este tema solo describiremos de forma general los principales contaminantes, sus efectos y posibles fuentes antropogénicas.

**Monóxido de Carbono (CO):** Es un gas inodoro e incoloro que resulta muy venenoso para personas y animales por que impide el suministro de oxígeno a los órganos y tejidos. En bajas concentraciones produce mareos, jaqueca y fatiga, mientras que en concentraciones mayores puede ser fatal. Se produce principalmente como consecuencia de la combustión incompleta de combustibles a base de carbono (gasolina, petróleo, gas, etc.). La mayor parte de los habitantes de *Ayometitla* utilizan el gas LP para cocinar y calentar el agua por lo que una de las recomendaciones fue el mantenimiento de sus instalaciones (tanques de almacenamiento, estufa y calentador).

**Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** Se origina a partir de la combustión completa de combustibles a base de carbono. No produce daños a la salud, pero es el principal gas de efecto invernadero causante del calentamiento global.

**Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** A temperaturas de combustión elevadas, algo de nitrógeno se oxida y se forma oxido nítrico (NO), éste reacciona de inmediato con oxígeno presente en el aire para formar dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), irrita los pulmones y causa enfermedades respiratorias agudas, especialmente en los niños. Además los óxidos de nitrógeno se convierten en acido nítrico en la atmósfera, formando lluvia acida.

**Partículas suspendidas:** En esta categoría se incluye todo tipo de materia sólida en suspensión: partículas inertes y microorganismos. Además de reducir la visibilidad, la inhalación de estas partículas, es causante de diversas enfermedades respiratorias, algunas a nivel pulmonar cuando se trata de partículas microscópicas. En *Ayometitla* este es el contaminante que más afecta la vida de sus habitantes, se produce constantemente en los meses de sequía debido a tolvaneras. También se produce cuando los automóviles levantan polvo al pasar por la terracería, y en los lotes baldíos al correr el viento por esa zona.

**Compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos no quemados:** entre otras sustancias, incluyen gasolina, solventes de pinturas y soluciones limpiadoras orgánicas, que se evaporan; así como hidrocarburos que son emitidos a la atmósfera por procesos de combustión incompleta. Su composición química es muy variada y por tanto sus efectos sobre la salud y el ambiente.

**Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** se produce por la combustión de carbón, especialmente en plantas termoeléctricas. También proviene de ciertos procesos industriales, tales como la fabricación de papel y la fundición de metales. Al igual que los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre produce la lluvia ácida al convertirse en ácido sulfúrico. Puede causar daños en la vegetación y en los metales, ocasionar problemas respiratorios y trastornos pulmonares permanentes.

**Ozono (O<sub>3</sub>):** el ozono es un contaminante de alta toxicidad que afecta la salud, el medio ambiente, los cultivos y una amplia diversidad de materiales naturales y sintéticos. El ozono produce irritación del tracto respiratorio, dolor en el pecho, tos persistente, incapacidad de respirar profundamente y un aumento de la propensión a contraer infecciones pulmonares. El ozono se forma como resultado de reacciones químicas entre óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles del carbono.

Los contaminantes que representan mayores problemas para los habitantes de *Ayometitla* son las partículas suspendidas que se desprenden de las vialidades por erosión, mientras que los gases, producto de la combustión, no se consideran un problema grave por el reducido número de vehículos.

Es importante tener todo este antecedente teórico con el fin de elaborar un objetivo, metas y estrategias acorde a la problemática que se tiene.

### **3.2 Residuos sólidos**

Los podemos definir como el material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final (LRSDF, 2003), para nuestro caso atenderemos sólo los residuos sólidos municipales (RSM), es decir provenientes de áreas residenciales y comerciales.

Los RSM se componen principalmente de residuos de alimentos, que por su origen orgánico son putrescibles, y de residuos no putrescibles como papel, plástico, textiles, vidrio y metal (Henry, 1999). De acuerdo con la composición y cantidad de RSM se caracteriza nuestro sistema y se diseña el plan de manejo y disposición de los mismos.

Conviene mencionar aquí los pasos generales de un sistema integral de manejo de RSM y algunos términos empleados para el caso de *Ayometitla*.

**Minimización.** La cantidad de RSM está estrechamente relacionada con todo aquello que consumimos, si el consumo disminuye los RSM también; sin embargo, la minimización no consiste en dejar de consumir si no hacerlo de forma más inteligente, por ejemplo es común que muchos regalos tengan por envoltura un plástico que difícilmente podrá ser utilizado de nuevo.

**Separación.** Los RSM pueden ser separados básicamente en orgánicos e inorgánicos. En los primeros tenemos en general los desperdicios de los alimentos, y en los segundos podemos englobar al papel, plástico, vidrio, cartón, etc. La finalidad de la separación es el reaprovechamiento o reciclaje de los materiales: una botella de vidrio que fue separada será reciclada seguramente a diferencia de otra que termina revuelta con otros residuos en un basurero.

**Reaprovechamiento.** Se refiere a que una vez utilizado un material puede volver a ser usado para lo mismo o para una actividad diferente. Por ejemplo una hoja de papel que sólo tiene escrito por un lado puede ser ocupada para escribir notas, un cartón de leche puede servir para hacer manualidades.

**Reciclaje.** Una vez que el material ya no puede utilizarse más, existe la posibilidad de que sea reciclado, esto es usar el material como materia prima en nuevo proceso para elaborar diferentes productos, por ejemplo el papel viejo podría ser la base de libros, cuadernos, periódicos, agendas, etc.

**Composta.** Es el producto de la descomposición biológica de la materia orgánica en presencia de oxígeno libre; este proceso ocurre de forma lenta en la naturaleza pero puede hacerse más rápido si se optimizan las condiciones para que los agentes de la descomposición proliferen.

### 3.3 Aguas residuales

Son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más de 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de estos contaminantes normalmente es muy pequeña, pero suficiente para afectar la salud humana. Podemos dividir los agentes que componen las aguas residuales principalmente en:

**Microorganismos.** Las aguas residuales proporcionan un ambiente ideal para muchos microorganismos, sobre todo bacterias y, aunque la mayoría son inofensivos, algunos de estos puede ser patógenos provenientes de excrementos de personas con enfermedades infecciosas.

**Sólidos.** Los sólidos totales (orgánicos más que inorgánicos) de las aguas residuales provienen principalmente de la basura que incorrectamente se arroja al agua. Se hace la distinción entre sólidos sedimentables, en suspensión y materia flotante. Su principal efecto es sobre la calidad estética del agua y los problemas de bloqueo de tuberías que provocan.

**Compuestos inorgánicos.** Son principalmente cloruros, sulfatos, compuestos nitrogenados y fósforo presentes en compuestos industriales y detergentes; así como carbonatos y bicarbonatos

normalmente encontrados en sales de calcio y magnesio. Finalmente están las sustancias tóxicas como arsénico, cianuro y metales pesados como Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn.

**Materia orgánica.** Las proteínas y los carbohidratos constituyen el 90% de la materia orgánica de las aguas residuales domésticas. Las fuentes de estos contaminantes biodegradables incluyen excremento y orina, residuos de alimentos y la suciedad proveniente del aseo y lavado de ropa (Henry, 1999).

Definamos ahora lo que son las aguas residuales municipales, Henry nos dice que es la mezcla de las aguas residuales de áreas residenciales, que incluyen residuos provenientes de cocinas, baños, lavado de ropa y limpieza de pisos, junto con los residuos líquidos de los establecimientos comerciales e industriales de una zona. Éstas normalmente se recogen en un sistema de alcantarillado público (alcantarillas, registros, estaciones de bombeo, etc.) y se envían a los centros de tratamiento para su eliminación sin peligro.

Para realizar el PEMA se hizo la distinción entre aguas grises y negras, las primeras incluyen el agua que se utilizó para el aseo personal, lavado de pisos, ropa y platos; mientras que las segundas son aquellas que se ocuparon para evacuar materia fecal.

Considerando el carácter irregular del asentamiento y las condiciones del terreno, es imposible pensar en la construcción de un sistema de drenaje, por lo que se debe resolver el problema sobre la disposición final de las aguas negras. Recordemos que en el capítulo uno se mencionó que la zona donde se encuentra nuestro caso de estudio es una zona de recarga de acuíferos, lo que suma un factor de riesgo no solo para los habitantes del asentamiento si no para los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

### **3.4 Diagnóstico ambiental**

En esta parte del capítulo abordaremos como tema principal la matriz de impacto, herramienta utilizada comúnmente en los estudios de evaluación de impacto ambiental y que fue de gran utilidad en el PEMA para identificar los problemas y las estrategias encausadas a resolverlos; sin embargo, conviene establecer primero en que consiste el impacto ambiental y la evaluación de éste.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define como impacto ambiental a aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales (LGEEPA, 2000) y, según ésta misma, existen varias actividades para cuya realización debe existir una autorización previa en materia de impacto ambiental, misma que es expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y de Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de su Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

Entre las obras y actividades que requieren una evaluación de impacto se incluyen:

- obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos, poliductos;
- industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
- exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación;
- instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
- aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración; plantaciones forestales;
- cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
- parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
- desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
- obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
- actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

Para que SEMARNAT pueda expedir la autorización necesaria para llevar a cabo cualquiera de las actividades anteriores, es necesaria una evaluación de impacto ambiental. Esta evaluación es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente así como regular estas obras y actividades para evitar o reducir sus efectos negativos. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales (SEMARNAT, 2008).

Ante la gran cantidad de información que se maneja y por la complejidad de los sistemas, con sus elementos naturales y socioeconómicos, el desarrollo de los estudios de impacto ambiental requiere la participación de equipos interdisciplinarios.

**Procedimiento para realizar un estudio de impacto ambiental.** La primera etapa del estudio consiste en describir las características del proyecto y las obras, y actividades que en el se involucran en sus diferentes fases: selección del sitio, preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio (Vázquez, 1994). En seguida debe hacerse una caracterización de la situación ambiental de la zona en que se pretende realizar el proyecto, haciendo énfasis en los posibles niveles de alteración. Finalmente en esta primera etapa se predicen las condiciones ambientales futuras que se tendrían de no llevarse a cabo el proyecto.

La segunda etapa es la parte fundamental del estudio de impacto ambiental y consiste en tres fases principales: identificación, predicción y evaluación de los efectos sobre el ambiente que tendrá la implantación del proyecto en sus diferentes etapas.

En la tercera etapa del estudio se proponen las medidas de prevención y mitigación de los efectos negativos que ocasionaría el proyecto, tomando en cuenta los efectos evaluados en la etapa anterior.

Finalmente la cuarta etapa consiste en comunicar los resultados a la autoridad ambiental mediante un documento denominado Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). En la tabla 3.1 podemos observar los contenidos de una MIA particular y una regional conforme lo marca la LGEEPA.

MIA Particular	MIA Regional
I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; <b>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;</b> <b>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;</b> VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; <b>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</b> <b>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</b> VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Fuente: LGEEPA, 2000

**Tabla 3.1** Contenido MIA particular y regional

Es importante recordar que el PEMA de *Ayometitla* no se trata de un estudio de impacto ambiental, simplemente porque éste último pretende hacer una valoración del daño ambiental *antes* de que ocurra, mientras que el PEMA tiene como una de sus metas identificar y mitigar impactos ya existentes.

Esto es, el PEMA toma del procedimiento de evaluación de impacto ambiental la segunda y tercera etapas y las emplea en las fases de planeación y para elaborar las propuestas de mejora ambiental.

En la tabla 3.1 hemos destacado las fracciones V y VI tanto para la MIA particular como la regional porque es la parte que se tomó de la evaluación de impacto ambiental para realizar el PEMA. Para llevar a cabo la segunda etapa del estudio de impacto ambiental, aplicada al PEMA, existen diversas técnicas simples y complejas que pueden aplicarse para identificar, predecir y evaluar el daño al ambiente.

Identificación: consiste en identificar separadamente las actividades del proyecto, en sus diferentes etapas, que podrían dañar el ambiente. En el caso de *Ayometitla parte alta*, las actividades del proyecto a analizar equivalen a la operación y mantenimiento.

Predicción: consiste en predecir la naturaleza y extensión de los impactos ambientales de las actividades identificadas. Por ejemplo en *Ayometitla* se identificó que algunos de los habitantes quemaban su basura ¿Qué sucedería si esta conducta continúa o crece?

Evaluación: consiste en evaluar los impactos ambientales cuantitativa y cualitativamente. Al conocer la naturaleza y dimensión de un impacto es posible tomar una decisión, la cual puede consistir en:

- Diseñar alguna medida de prevención o mitigación, o
- Determinar una alternativa de proyecto que genere impactos de menor magnitud e importancia, o cambiar el sitio de instalación.

En el caso de *Ayometitla parte alta* la segunda alternativa no es viable, sólo nos queda prevenir futuros daños y mitigar los actuales. Por ejemplo para el caso de aguas residuales la descarga directa al suelo puede reemplazarse por baños secos.

La clasificación más ampliamente aceptada divide a las técnicas para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales en siete grupos:

Procedimientos pragmáticos: consiste en integrar un grupo de especialistas en diferentes disciplinas para identificar impactos en sus áreas de especialidad (por ejemplo: flora, fauna, contaminación, aspectos económicos), buscando satisfacer los requerimientos de la legislación ambiental vigente en el sitio del estudio.

Listados de verificación (Check list): en estas técnicas se parte de una lista maestra de factores ambientales y/o impactos seleccionándose y evaluándose aquellos impactos esperados para el proyecto y sus acciones específicas. Este tipo de listas se elaboran con un criterio interdisciplinario para identificar las acciones del proyecto que puede causar impactos significativos.

Matrices: consisten básicamente en listados generalizados de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales potencialmente impactados. Ambas listas se colocan, indistintamente, en columnas o renglones de una matriz, de esta forma se identifican las posibles interacciones del proyecto y el ambiente, además de que permiten definir las acciones que generan más de un impacto y los factores ambientales afectados por más de una acción. Veremos este tema con más profundidad en el próximo apartado.

Redes: estas técnicas amplían el concepto de las matrices mediante la introducción de una relación de causa-condición-efecto que permite la identificación de impactos acumulativos o indirectos, los cuales no son adecuadamente explicados a través de la secuencia de causa-efecto usada en las matrices simples.

Modelos: Un modelo es una representación física-matemática que reproduce las características y condiciones de un ecosistema, de modo que analizando esta información y las interacciones existentes, se puede llegar a la percepción y comprensión del comportamiento de tal sistema.

Sobreposiciones: Esta técnica está basada en la sobreposición de mapas para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los mapas describen factores ambientales y las características de suelo, a las que se sobrepone la distribución superficial del proyecto con todas sus obras complementarias.

Procedimiento adaptativo: Debido a que ninguna de las técnicas antes descritas cubre las tres fases de estudio: identificación, predicción y evaluación, es necesario complementarlas o combinarlas, resultando en un procedimiento adaptativo.

De las técnicas descritas anteriormente, la más utilizada para la realización de estudio de impacto ambiental es la matriz de impacto que veremos a continuación.

### 3.4.1 Matriz de impacto

La matriz de impacto, que relaciona causa y efecto, consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (aunque se mencionó anteriormente que el orden era indistinto, por convención se realiza así).

Dentro de la matriz de impacto podemos englobar tres matrices más: de identificación, de evaluación y de mitigación. En la primera, se identifican los posibles impactos de las actividades que se realicen. El principal objetivo de esta matriz es relacionar las actividades con los impactos correspondientes (ver figura 3.1). Por ejemplo bañarse (A2) contamina el agua (F2) y consume energéticos (F3).

Factores del medio	Acciones del proyecto							
	A1	A2	A3	...	Aj	Aj+1	...	An
F1			x		x			
F2		x						x
F3	x	x				x		
...								
Fj			x		x		x	x
Fj+1	x	x						
...								
Fn			x			x	x	x

Figura 3.1 Matriz de identificación

La segunda matriz tiene como función evaluar el impacto asignando valores a los impactos identificados en la matriz anterior, esta asignación corresponderá a la magnitud del efecto esperado, siendo deseable que estos valores se obtengan a partir de datos de campo o laboratorio, de otra forma, de un grupo de expertos.

Dependiendo de la disponibilidad de datos y de la decisión del grupo de expertos dependerán la técnica de asignación de valores así como la escala, por ejemplo imaginemos un proyecto de gran envergadura donde los recursos técnicos y económicos no son una limitante, entonces se puede proponer una escala de +10 a -10 de tal forma que la cantidad de información que se posee permite hacer una diferencia clara entre un -8 y un -9 en dado caso.

Para el caso de este trabajo se empleó una escala de +3 (efecto muy favorable) a -3 (efecto muy desfavorable), atendiendo dos características del estudio:

- 1) La evaluación no fue realizada por un grupo de expertos
- 2) La información no incluye datos de campo (composición del agua, medición de emisiones, etc.)

En la figura 3.2 podemos observar el esquema de la matriz de evaluación.

Factores del medio	Acciones del proyecto						
	A1	A2	A3	Ai	Aj+1	An	T
F1			+3	+1			<b>+4</b>
F2		-2				0	<b>-2</b>
F3	-3	+1			+2		<b>0</b>
Fj			+1	0		+2	<b>+3</b>
Fj+1	-2	0					<b>-2</b>
Fn			0		-3	-1	<b>-4</b>
T	<b>-5</b>	<b>-1</b>	<b>+4</b>	<b>+1</b>	<b>-1</b>	<b>+1</b>	<b>-1</b>

**Figura 3.2** Matriz de evaluación

Una vez que se han asignado valores a la matriz se procede a sumar los valores de cada renglón y cada columna de tal forma que podemos interpretar la matriz anterior de la siguiente manera:

- El factor del medio F1 se ve beneficiado por las actividades del proyecto
- El factor del medio Fn, en cambio, es perjudicado por las actividades del proyecto
- La acción A1 del proyecto es la que más perjudica a los factores del medio
- La acción A3 del proyecto es la que más beneficia a los factores del medio

Con base en esta información se puede construir el proceso de toma de decisiones:

¿Sería posible eliminar o sustituir la acción A1 del proyecto?

¿Cómo disminuir el daño al factor Fn?

¿Se pueden mejorar los efectos positivos de la acción A3?

Lo anterior es la base para la tercera y última matriz, pues precisamente su función es la plantear posibles reducciones de los efectos negativos y aumento de beneficios, de tal manera que el valor global de la matriz (-1, para el ejemplo de la matriz 3.2), sea menos negativo.

Para el PEMA solo se elaboraron las matrices de identificación y de evaluación como auxiliares en el proceso de planeación, para diagnosticar el problema y evaluar las estrategias. En la última parte del próximo capítulo veremos con detalle, a manera de ejemplo, como se realizaron dichas matrices en lo que respecta al tema de agua residual.

## Capítulo IV

### Caso de estudio (*Ayometitla parte alta*)

Ahora que hemos visto en los capítulos anteriores la descripción teórica del proceso de planeación así como de la matriz de impacto, podremos entender cómo se aplicaron dichos conocimientos a un Plan Estratégico de Mejoramiento Ambiental.

En el capítulo II se estableció que la distinción entre plan y programa radica en que el programa marca tiempos para cumplir las metas y éste se puede derivar de un plan, y se puso como ejemplo que el PEMA engloba varios programas, uno de ellos el correspondiente al manejo de aguas residuales. Entonces, puesto que el proceso que siguen el plan y el programa es en esencia el mismo, excepto por el marco temporal, en este capítulo se describirá la elaboración del programa de manejo de aguas residuales que forma parte del PEMA.

El capítulo inicia con la descripción de las características generales del asentamiento, seguido del diagnóstico ambiental del mismo y las alternativas de mejora propuestas en materia de aire, suministro de agua, manejo de residuos sólidos y riesgo; para terminar con la aplicación detallada de las herramientas de interés para el desarrollo del programa de manejo del agua residual.

De aquí en adelante se utilizará solamente el nombre de *Ayometitla* para hacer referencia a *Ayometitla parte alta*.

#### 4.1 Características del asentamiento

*Ayometitla*, con un área de 22,487m<sup>2</sup>, se encuentra ubicada al sur de la Delegación Tlalpan, a 2.88 kilómetros del centro del poblado de San Miguel Topilejo (kilómetro 28 de la carretera federal México-Cuernavaca).

La zona que ocupa el asentamiento era de uso agrícola hasta el año 2000, cuando empezó a lotificarse y venderse, indebidamente, para uso habitacional. La figura 4.1 muestra el crecimiento de esta zona en ocho años (DGEDS, 2008).



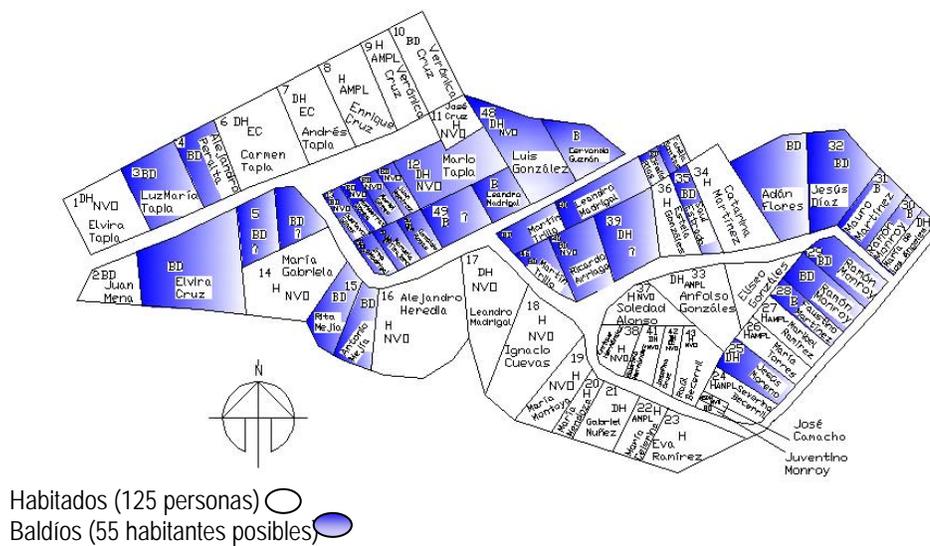
Figura 4.1 Fotos áreas 2000 y 2008 de *Ayometitla parte alta*

A continuación se presentan las características principales de la zona en donde se encuentra ubicado el asentamiento de estudio (tabla 4.1).

**Tabla 4.1** Características físicas del sitio de estudio

Problemática	Descripción
Características y uso de suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutrientes</li> <li>• Infiltración de agua, fácil y rápida</li> <li>• Considerada zona recarga y conservación</li> <li>• A orillas del asentamiento existe un pequeño sembradío de maíz (ver recuadro figura 4.1)</li> </ul>
Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscila de 800 a 1,000 mm anuales (INEGI, 2008) (Importante oportunidad de aprovechamiento de agua pluvial)</li> </ul>
Geología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altitud 2,820 y 2,840 m.s.n.m.</li> <li>• Pendiente aproximada de 20 m en dirección NE-SW</li> </ul>

*Ayometitla* está conformado por un total de 67 lotes, de los cuales 26 están habitados (38.81%) y los 41 restantes son lotes baldíos o en construcción (ver figura 4.2).



**Figura 4.2** Identificación de lotes en *Ayometitla parte alta*

## 4.2 Problemática ambiental

Para la realización del PEMA, el diagnóstico y estrategias de mejora ambiental del asentamiento de *Ayometitla*, se dividió el estudio en seis rubros:

- Contaminación del aire
- Suministro de agua
- Manejo de agua residual
- Manejo de residuos sólidos municipales
- Identificación y manejo de residuos peligrosos y
- Riesgo ambiental

Los resultados de cada uno de ellos se presentan a continuación en forma resumida, dejando en el último sitio el estudio correspondiente al manejo de agua residual, para ejemplificar él la aplicación de las herramientas de planeación y de evaluación ambiental descritas en los capítulos anteriores.

### 4.2.1 Contaminación del aire

Comúnmente en poblaciones grandes y medianas, se tienen problemas de contaminación atmosférica por la quema de combustibles fósiles (autos y fábricas principalmente). Para el caso de *Ayometitla*, la población es pequeña, sin congestionamiento vial ni actividades industriales. La siguiente tabla resume la problemática del asentamiento, las fuentes de emisión y las alternativas propuestas.

Tabla 4.2 Contaminación del aire

Problemática	Descripción	Alternativa propuesta
Partículas suspendidas	Calles sin pavimentar	Empedrado artesanal
	Lotes baldíos	Sembrar pasto
	Tolvaneras	Barreras naturales
Microorganismos patógenos	Defecación al aire libre de perros domésticos	Esterilización de perros y gatos Mantener animales dentro del hogar
	Defecación de ganado externo al asentamiento	Paso de ganado
Gases tóxicos	Quema de basura	Comité vecinal (dar información) Almacenamiento y recolección de RSM

Al no haber pavimento en esta zona, es fácil que las corrientes de aire levanten la tierra que se encuentra suelta en las calles, lotes baldíos y acarreen además polvo del exterior. Por lo anterior se propone emplear empedrado artesanal, que impide la erosión y es económico sin impedir la permeabilidad para la recarga de acuíferos. La barrera natural consiste en cercar el asentamiento con árboles grandes de tal forma que las partículas suspendidas en el aire queden atrapadas en sus hojas.

Para reducir la resuspensión de organismos patógenos, producto de la defecación al aire libre, se propone reducir la reproducción de perros y gatos, y mantener las mascotas dentro del hogar (actualmente pasan la mayor parte del día en la calle); en cuanto al ganado que entra al asentamiento, ya que éste tiene una sola entrada, se propone la instalación de un paso de ganado (rejilla en el suelo) que impide el paso y tiene un costo reducido.

Finalmente, el problema de la quema de basura debe ser solucionado por acuerdo de los habitantes (aunque nadie aceptó practicarla, varios informaron que algunos vecinos lo hacen). La forma de almacenamiento y recolección de RSM se discute más adelante.

### 4.2.2 Agua potable

El abastecimiento de agua potable es quizá el factor más importante para la calidad ambiental y salud de la gente que habita en *Ayometitla*. Al tratarse de un asentamiento irregular, no existe infraestructura de suministro de agua potable, lo que obliga a los habitantes a dotarse por medio de carros tanque (pipas) y agua de lluvia. La siguiente tabla presenta la problemática y alternativas de solución.

**Tabla 4.3 Agua potable**

Problemática	Descripción	Alternativa propuesta
Dotación y fuentes de abastecimiento	Consumo promedio estimado: 38 l/hab-día (bajo según la OMS)*: Carros tanque (privados y de la delegación) Agua de lluvia Garrafrones	Aumento del uso de agua de lluvia Aumento de almacenamiento Aprovechamiento de aguas grises
Calidad y almacenamiento	Almacenamiento en cisternas de concreto, tanques de polietileno de alta densidad y tambos metálicos	Limpieza y mantenimiento a los contenedores Cambiar tambos metálicos por cisternas o tanques de polietileno
Reaprovechamiento de aguas grises	Practicada por casi la totalidad de los habitantes Para WC Para riego Para lavar piso	Mejorar el sistema de captación y aprovechamiento

Al ser un recurso fácil de obtener y abundante en la zona de *Ayometitla*, la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia se convierte en la mejor opción para mejorar el suministro de agua potable. Es la alternativa con más beneficios, tiene bajo costo, es de fácil instalación y ahorra agua (actualmente, una de las familias del asentamiento ya se abastece totalmente de agua de lluvia).

Para el almacenamiento se recomienda sustituir tambos metálicos por cisternas o tanques de polietileno, esto por los óxidos del tampo que pueden contaminar el agua.

La recuperación de aguas grises, realizada por casi todo el asentamiento, podría mejorarse mediante tuberías para lavadora y lavabo principalmente.

### 4.2.3 Residuos sólidos

Al no existir ni servicio de limpieza ni de recolección para *Ayometitla*, los habitantes depositan sus RSM en un contenedor sobre la carretera México-Cuernavaca; sin embargo, en muchas ocasiones la queman o arrojan en lotes baldíos.

A continuación se plantea la problemática respecto a residuos sólidos, así como las alternativas propuestas en el PEMA (ver tabla 4.4).

**Tabla 4.4 Residuos sólidos**

Problemática	Descripción	Alternativa propuesta
Quema de basura	Quema de basura (aunque nadie aceptó practicarla, reconocieron que se realiza)	Comité vecinal (dar información) Almacenamiento y recolección separadas
Basura en las calles	Principalmente envases y envolturas de plástico	Contenedores en vía pública
Distancia entre asentamiento y depósito de basura	Contenedor sobre la carretera federal México-Cuernavaca a 600m de <i>Ayometitla</i>	Composta casera Recolección en puntos fijos dentro del asentamiento

\* La OMS recomienda un mínimo de 50 litros de agua por persona al día.

La alternativa principal que se plantea para los RSM de *Ayometitla* se basa en un almacenamiento y recolección separada, es decir que tanto las personas en sus domicilios como el camión recolector separen los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos. Lo anterior se puede combinar con una recolección en puntos fijos, es decir que haya en un gran contenedor, por ejemplo, en la entrada del asentamiento de tal forma que el camión recolector no tenga que recorrer todo *Ayometitla*. También existe la opción de que las personas ocupen sus residuos orgánicos para la elaboración de composta casera, la cual puede ser utilizada posteriormente como abono para los jardines.

#### 4.2.4 Residuos peligrosos y de manejo especial

Puesto que *Ayometitla* está situado en una zona de recarga de acuíferos, es muy importante el manejo que se le dé a los residuos peligrosos, casi el total de la población tiran residuos peligrosos y de manejo especial (como pilas, aceites y solventes) con el resto de la basura.

La alternativa de solución propuesta es la de informar a los habitantes sobre este tipo de residuos y donde puedan comunicarse si es que los producen, asignándole esta tarea a un comité vecinal.

#### 4.2.5 Riesgo ambiental

Aunque no se reportó ningún accidente en *Ayometitla* por parte de los pobladores, se identificaron las siguientes posibles causas de riesgo para la salud y el ambiente, así como alternativas de solución.

Tabla 4.5 Riesgo ambiental

Posible causa	Descripción	Alternativa propuesta
Conexiones eléctricas	Riesgo de descargas eléctricas, sobrecalentamiento, ignición de materiales	Cambiar conexiones eléctricas
Incendios	Quema de basura	Manejo adecuado de RSM
	Instalaciones eléctricas en mal estado	Cambiar conexiones eléctricas
Inundaciones y derrumbes	Se considera que no existe riesgo debido a la pendiente que existe y a la ausencia de cerros o barrancos que puedan derrumbarse	
Enfermedades	Riesgo por beber agua no potable o ingesta de alimentos en mal estado.	Comprar garrafones Hervir/desinfectar agua y alimentos
	Riesgo por gases tóxicos en quema de basura, partículas suspendidas en el aire.	Recolección de RSM Empedrado artesanal

Como puede observarse en la tabla anterior la mayoría de alternativas propuestas son medidas comunes de prevención de accidentes. La prevención de incendios dependerá en buena medida en evitar la quema de residuos sólidos, optando por una recolección separada como se hizo mención anteriormente.

Para evitar enfermedades, gastrointestinales principalmente, se propone tener especial cuidado con el agua, ya sea que se compre embotellada o que se desinfecte según las posibilidades de cada familia, y para enfermedades respiratorias se mencionan las mismas alternativas anteriormente explicadas en la parte de contaminación atmosférica.

### 4.3 Agua residual

De todos los problemas ambientales que padece *Ayometitla* probablemente el manejo de agua residual sea el más grave de todos, por las consecuencias que éste puede ocasionar. Tomemos en cuenta los factores siguientes:

- 1) *Ayometitla* no cuenta con servicio de drenaje por la condición de irregularidad en la que se encuentra
- 2) La mayoría de los habitantes utilizan fosas sépticas (tanques sépticos), pero como reportan que nunca las han vaciado se sospecha que tiene filtraciones.
- 3) El asentamiento se encuentra en una zona de recarga de mantos acuíferos.

Con lo anterior no es difícil deducir que las aguas negras producidas por los habitantes de *Ayometitla* muy probablemente estén contaminando una de las principales fuentes de agua potable para la ZMCM por lo que la realización del programa de manejo de agua residual de PEMA resulta fundamental para el éxito del Plan.

Para elaborar el programa de manejo de agua residual para *Ayometitla* comenzamos por el análisis y diagnóstico del sistema según las tareas vistas en el capítulo II (ver figura 4.3).

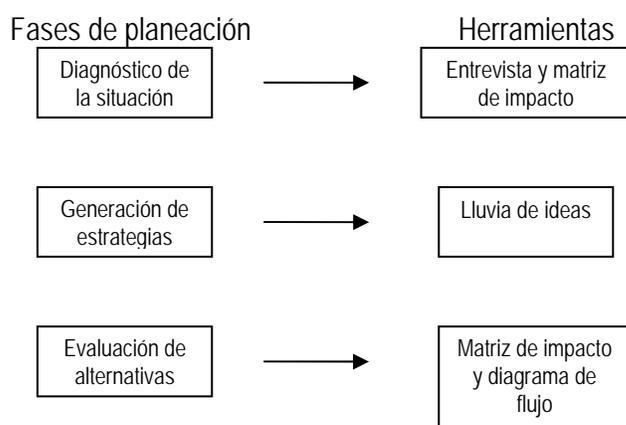


Figura 4.3 Relación fases de la planeación y herramientas

Tal vez el lector haya notado la ausencia de las fases de gestión y retroalimentación, pero debemos recordar que ambas recaen en las autoridades de la delegación de Tlalpan.

Antes de entrar de lleno en el proceso definamos el sistema de trabajo: éste se encuentra formado por todas las actividades que utilizan agua, así como los lugares donde se deponen el recurso una vez utilizado. Por ejemplo lavar ropa, trastes, bañarse, lavarse las manos, dientes, cubetas de almacenamiento de aguas grises, letrinas, las fosas sépticas, etc.

#### 4.3.1 Recolección y análisis de la información

Por el tipo de sistema que se tiene, se eligió la entrevista como herramienta de recolección de información, basándonos en un cuestionario previamente elaborado a partir de otros trabajos de la Facultad de Ingeniería para asentamientos irregulares. La entrevista recogió información general de todo *Ayometitla* (ver anexo al final del capítulo II) por lo que sólo algunas preguntas nos servirán

para construir la estructura principal de nuestro diagnóstico. Las preguntas utilizadas dentro del tema de agua fueron:

- ¿Qué tipo de baño utiliza?
- ¿Reusa de alguna manera el agua?
- En caso de reusar el agua ¿en qué la utiliza?
- ¿Sabe usted qué es un baño seco?

La primera pregunta es para conocer de qué forma los habitantes de *Ayometitla* descargan sus aguas negras. Con la experiencia de otros trabajos se decidió añadir una pregunta más en el caso de que la respuesta fuera "fosa séptica" esta pregunta fue: *¿Cada cuanto tiempo vacía su fosa séptica?* que resulta ser fundamental para estimar si realmente se cuenta con una fosa séptica, pues si ésta nunca ha sido vaciada es muy probable que las aguas negras se estén infiltrando al subsuelo. Es importante destacar que existe una diferencia entre una fosa séptica y un hoyo negro, y que existe una normatividad para la construcción de estas fosas, el cual se detalla más adelante.

La segunda y tercera preguntas están muy relacionadas con el uso de agua potable, recordemos que el suministro de este líquido es también uno de los principales problemas de *Ayometitla*, por lo que el reuso de las aguas grises en otras actividades como la limpieza de pisos, auto, para el sanitario y riego, es muy importante. Utilizando las aguas grises en el sanitario y en riego se tendría un ahorro de hasta de 50%, lo anterior se afirma con base en la siguiente tabla (4.6).

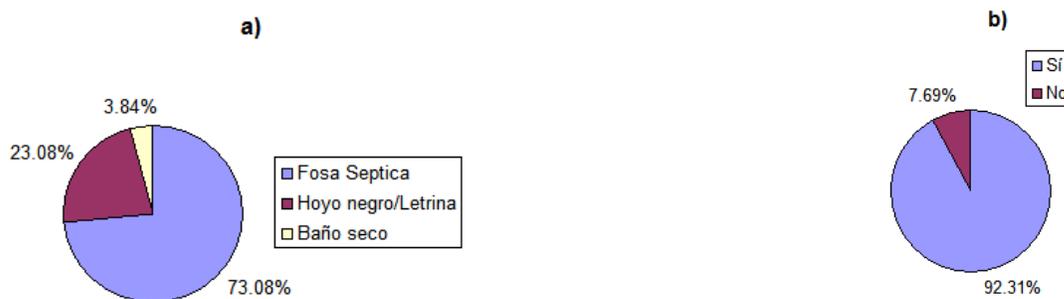
**Tabla 4.6** Distribución típica de uso doméstico del agua

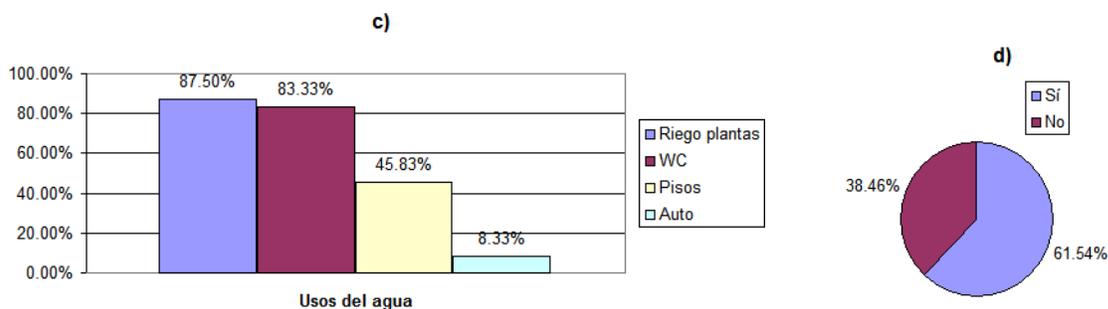
Uso	Porcentaje
Duchas y lavabo	25
Cocina	10
Sanitario	40
Lavado de ropa	15
Riego	10

Fuente: Ortiz-Monasterio, 1991

Por último, la cuarta pregunta tuvo como fin saber si los habitantes de *Ayometitla* conocían la alternativa que, anticipadamente planteada por el equipo del PEMA, podía ser la mejor solución a varios de sus problemas; esto es, la introducción de baños secos al asentamiento.

Para cada una de las preguntas anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:





Fuente: PEMA, 2008

**Figura 4.3** Resultados entrevista a) Tipo de baño, b) Reuso aguas grises, c) Uso de aguas grises, d) Conocimiento de baño seco

En la primera gráfica podemos observar que la mayoría de los habitantes (19 lotes) afirman utilizar fosas sépticas como sistema de descarga; sin embargo, muchos nunca la han vaciado lo que nos lleva a pensar que estos sistemas están mal construidos. Casi un cuarto de los lotes (6) afirmó utilizar letrinas, que equivale a descargar directamente al suelo; y finalmente solo los habitantes de un lote dijeron poseer un baño seco.

De la segunda y tercera gráficas podemos observar que la gran mayoría de los habitantes (24 lotes) reutilizan las aguas grises, lo que no es de sorprender si recordamos que el agua que obtienen es a través de pipas. La tercera gráfica nos muestra que las aguas grises son utilizadas principalmente en riego, para el servicio sanitario y la limpieza de pisos.

Finalmente la cuarta gráfica señala que de los 26 lotes encuestados, 16 dicen conocer lo que es un baño seco, lo que resulta conveniente para la posible aplicación de esta alternativa.

En resumen, hasta este momento podemos decir que el mayor problema de *Ayometitla* se encuentra en la informalidad de sus sistemas de descarga de agua; sin embargo, vemos que la mayoría de los habitantes han emprendido acciones para el aprovechamiento de aguas grises.

### 4.3.2 Lluvia de ideas

La elaboración de la entrevista resultó imprescindible para realizar el diagnóstico ambiental, pero no es suficiente. La matriz de impacto (ver capítulo III) fue la herramienta para terminar de armar nuestro diagnóstico; para su construcción se realizó una lluvia de ideas: para crear tanto una lista de actividades relacionadas con el uso de agua, así como los probables efectos que ocasionan.

Comentaremos ahora como se llevó a cabo la sesión de lluvia de ideas del equipo PEMA respecto al programa de agua residual:

1) En la primera etapa se definió el objetivo de la sesión: *Identificar las principales actividades que requieren agua en Ayometitla y sus posibles consecuencias*. Además, se aseguró que todos los miembros del equipo comprendieran bien el problema a abordar.

2) Una vez definido el objetivo, después de un periodo para pensar, comenzamos con la generación de ideas. Es importante resaltar que en esta etapa del proceso ninguna idea fue desechada, las

ideas fueron registradas por orden de aparición en una pizarra blanca para que todo el equipo las viera y a su vez surgieran nuevas ideas a partir de las que ya estaban.

3) Una vez que ya no se generaron nuevas ideas, se discutieron las planteadas para asegurar que no existieran dudas. En la tabla 4.7 se muestra una lista de las ideas planteadas en esta etapa.

**Tabla 4.7** Actividades relacionadas con el uso de agua (ideas generadas)

Fosas sépticas informales	Fosas sépticas normales	Asear la casa	No recolectar agua de lluvia
Hoyo negro	Bañarse	No asear la casa	Lavar auto
Grieta	No bañarse	Lavarse manos	No lavar auto
Barranca	Lavar pisos	No lavarse manos	Mantenimiento de fosas sépticas
Reuso en áreas verdes	No lavar pisos	Lavar dientes	No mantenimiento de fosas
Reuso en pisos	Lavar platos	No lavar dientes	Exceso de descarga en fosa
Reuso en baño	No lavar platos	Lavar alimentos	Descarga de aceites en fosa
Captación agua gris lavabo/lavadero	Lavar ropa	No lavar alimentos	Defecación aire libre
Captación agua gris regadera	No lavar ropa	Recolectar agua de lluvia	Falta de recipientes para almacenar agua gris
Implementación sistema de captación de aguas grises	Sensibilizar población		

Con la tabla anterior se puede ejemplificar que algunas ideas por si solas no dicen mucho por lo que fue necesario explicarlas, por ejemplo "*hoyo negro*" hace referencia a los sistemas de descarga de aguas negras que sólo consisten en hacer un hoyo en la tierra.

4) En la siguiente etapa se analizaron y evaluaron las ideas que valían la pena considerarse, desechando aquellas que no eran importantes. Este proceso se realizó mediante consenso; por ejemplo, se desechó *defecación al aire libre* por considerar que era muy poco probable que los habitantes mostraran esa conducta.

5) La última etapa de la lluvia de ideas consistió en ordenar las aceptadas, agrupando aquellas que eran semejantes. El resultado final del ejercicio se muestra en la tabla 4.8 y son las ideas que van a figurar en la matriz de impacto.

**Tabla 4.8** Actividades relacionadas con el uso de agua (ideas ordenadas y agrupadas)

Higiene	Alimentación	Descarga	Hogar	Ahorro	Colaboración
Aseo personal	Lavar alimentos	Fosa séptica	Limpieza	Captación y reuso de aguas grises	Cooperación entre vecinos
No aseo personal	No lavar alimentos	Letrina/Descarga directa	No limpieza	No captación aguas grises	Falta cooperación
Lavar ropa	Lavar platos		Regar plantas	Captación lluvia	
No lavar ropa	No lavar platos (usar desechables)		No regar plantas	No captación lluvia	
Bañar perro					
No bañar perro					

Este mismo proceso fue llevado a cabo para enlistar los efectos ambientales de la realización o no de cada actividad, ampliando las preguntas a contestar; por ejemplo: *¿cómo afecta al medio o a la persona el aseo personal?*, *¿cómo afecta al medio o a la persona el no asearse?* El resultado de esta última actividad lo veremos reflejado en la matriz de impacto.

### 4.3.3 Matriz de impacto

Del capítulo III recordamos que la matriz de impacto puede utilizarse para distintos fines dependiendo de la etapa del proyecto; por ejemplo, para la etapa de elaboración de diagnóstico la podemos utilizar en sus modalidades de matriz de identificación y de evaluación.

La matriz de identificación (figura 4.4) consta de dos grupos de elementos: las actividades que involucran el uso de agua (columnas), y los probables efectos que estas actividades ocasionan (filas). Todos estos elementos son el resultado final de la lluvia de ideas descrita anteriormente. Las "X" indican que existe una relación entre actividad y efecto; por ejemplo, la captación y reuso de aguas grises se relaciona con el aprovechamiento de agua, el tiempo que se invierte en esta tarea, el costo del sistema de captación y el esfuerzo físico involucrado.

		Higiene				Alimentación				Descarga				Hogar			Ahorro		Apoyo											
		Aseo personal	No aseo personal	Lavar ropa	No lavar ropa	Bañar Perro(s)	No bañar perro(s)	Lavar alimentos	No lavar alimentos	Lavar platos	No lavar platos (usar desechables)	Fosa séptica	Letrina/Descarga directa	Baño seco	Biódigestor	Drenaje/PTAR	Humedal	Mantenimiento S. descarga	No mantenimiento S. descarga	Limpieza	No limpieza	Regar plantas	No regar plantas	Captación y reuso aguas grises	No captación aguas grises	Captación lluvia	No captación lluvia	Cooperación personas	Falta cooperación personas	
Recursos	Uso de agua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Uso de energía	x	x	x	x																									
	Costo									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x			
	Tiempo invertido	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Cansancio			x	x	x	x			x	x									x	x			x	x					
Personas	Apariencia/aceptación social	x	x	x	x													x	x	x	x									
	Enfermedades	x	x	x	x	x	x	x										x	x	x	x									
Contaminación	Comodidad	x	x									x	x	x	x	x	x											x	x	
	Agua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x							x	x	
	Suelo o manto acuífero											x	x	x	x	x	x	x											x	x
	Aire	x	x																											
Lugar	Generación basura									x																				
	Áreas verdes											x	x	x	x	x	x					x	x							
Otros	Apariencia											x	x	x	x	x	x	x												
	Producción abono													x																
	Apariencia y salud(perro)					x	x																							

Figura 4.4 Matriz de identificación

Esta matriz fue la base para construir la matriz de evaluación (figura 4.5) que indicó cual es la actividad que afecta más y qué es lo más afectado. Para construirla se dieron valores a la relación causa-efecto representada por la "X". Para facilitar el manejo de la matriz, las actividades se agruparon en cinco grupos:

- Recursos. Uso de agua, uso de energía, economía (costo), tiempo invertido y esfuerzo (cansancio)
- Personas. Agrupa los rubros de apariencia personal y la aceptación social relacionada con esta apariencia, la ocurrencia de, enfermedades y la comodidad
- Contaminación. Abarca contaminación de agua, suelo y manto acuifero, del aire y generación de basura.
- Lugar. Incluye aspectos como áreas verdes y apariencia.
- Otros. Hace referencia a la apariencia y salud de los perros por ser o no aseados.

A continuación se explica cada uno de los efectos considerados y las actividades con que se relacionan; así como la escala de evaluación establecida para cada caso.

**Uso de agua.** Debido a la irregularidad del asentamiento, el abasto de agua es pobre (se encuentra por debajo de lo recomendado por la OMS). Las principales actividades en las que se ocupa el agua son el sanitario (fosa séptica), la limpieza personal y del hogar (ver tabla 4.6). Considerando que las fuentes de abastecimiento en *Ayometitla* son carros tanque y el agua de lluvia, se propone la siguiente escala de evaluación:

- +3 = Ahorro considerable de agua
- +1 = Ahorro moderado de agua
- 0 = Efecto no significativo de agua
- 1 = Aumento moderado en el uso de agua
- 3 = Aumento considerable en el uso de agua

**Uso de energía.** Al ser una zona habitacional, los recursos energéticos son principalmente: gas LP para calentar agua y cocción de alimentos; y energía eléctrica para iluminación y uso de aparatos eléctricos.

Para el caso de los calentadores de agua se tiene que consumen entre el 30% y 50% del gas LP a nivel nacional (Best y Brown, 2008). En el uso de energía eléctrica para el lavado de ropa se tiene que la lavadora es un aparato de bajo consumo de energía comparándola con el refrigerador que siempre está prendido y la plancha que necesita mucha potencia a pesar de no funcionar todo el día (CFE, 2009).

- +3 = Ahorro considerable de energía
- +1 = Ahorro moderado de energía
- 0 = Efecto no significativo en el uso de energía
- 1 = Aumento moderado en el uso de energía
- 3 = Gran aumento en el uso de energía

**Costo.** La principal problemática del asentamiento es el consumo de agua potable y disposición de aguas residuales, lo que hace necesaria una inversión en infraestructura para el ahorro de agua y desecho de aguas residuales.

- 0 = Cantidad no significativa de dinero
- 1 = Cantidad pequeña de dinero a invertir
- 2 = Cantidad moderada de dinero a invertir
- 3 = Gran cantidad de dinero a invertir

**Tiempo invertido.** El tiempo que dedican los habitantes de *Ayometitla*, para llevar a cabo las diferentes tareas relacionadas con el consumo de agua, es un importante factor a considerar pues la mayoría pasa gran parte del tiempo fuera de casa trabajando.

Los quehaceres domésticos, como la limpieza del hogar, lavar ropa y trastes, consumen más tiempo que otras actividades rutinarias, como el aseo personal; por lo tanto:

- +2 = Ahorro de tiempo moderado
- +1 = Pequeño ahorro de tiempo (minutos)
- 0 = Tiempo invertido o ahorrado despreciable
- 1 = Pequeño aumento de tiempo invertido
- 2 = Aumento moderado de tiempo invertido

**Esfuerzo físico.** Se refiere al recurso energético empleado por el ser humano para realizar actividades como lavar ropa y limpiar el hogar:

- +3 = Se evita una gran fatiga
- +1 = Se evita una pequeña fatiga
- 0 = La actividad no produce desgaste o es insignificante
- 1 = La actividad es poco fatigante
- 3 = La actividad es muy fatigante

**Apariencia externa/aceptación social.** En general las personas muestran rechazo por aquellas mal aseadas:

- + 3 = Aceptación
- 0 = Indiferencia
- 1 = Solo aceptación de amigos y personas cercanas
- 2 = Rechazo general de las personas

**Enfermedades.** La falta de higiene personal y en el hogar, así como un mal sistema de descarga de aguas residuales pueden ser la causa de varios tipos de enfermedades (piel, respiratorias, gastrointestinales):

- +3 = Se evita una infección severa
- +2 = Se evita una infección leve
- 1 = Riesgo de una infección leve
- 2 = Riesgo mediano de contraer una infección severa
- 3 = Riesgo alto de contraer una infección severa

**Comodidad.** Se refiere al confort de la población. Por ejemplo el tener un baño seco puede resultar desagradable para algunas personas, que se sientan más cómodas usando un baño convencional:

- +1 = Las personas se sienten cómodas en esa situación
- 1 = A las personas les incomoda un poco la actividad/situación
- 2 = A las personas les incomoda la actividad/situación

**Agua.** Se refiere a la contaminación del agua provocada por su uso doméstico; por ejemplo, al utilizarse para el aseo personal (bañarse, lavado de manos y boca), lavar de alimentos o el servicio sanitario:

- +3 = Se evita que una gran cantidad de contaminantes llegue al agua

- +2 = Se evita que una cantidad moderada de contaminantes llegue al agua
- +1 = Se evita que una pequeña cantidad de contaminantes llegue al agua
- 1 = Una pequeña cantidad de contaminantes llega al agua
- 2 = Una moderada cantidad de contaminantes llega al agua
- 3 = Una gran cantidad de contaminantes llega al agua

**Suelo/manto acuifero.** Dependiendo del sistema de descarga de aguas residuales que se tenga, será el nivel de contaminación del suelo o, en su caso, el manto acuifero:

- +3 = Se evita que gran cantidad de contaminantes lleguen al suelo
- 1 = Posibilidad de pequeñas fugas de agua residual
- 3 = Descarga directa de gran cantidad de contaminantes al suelo

**Aire.** Calentar agua para el aseo personal implica comúnmente la quema de gas, esto trae como consecuencia la liberación de gases contaminantes a la atmósfera:

- 0 = Reducción despreciable de contaminación
- 1 = Aumento reducido de producción de contaminantes

**Generación de basura.** Se refiere a la producción de basura (utensilios de plástico y unice) cuando se decide no lavar platos.

- +3 = Se evita el uso de trastes desechables
- 3 = Se produce gran cantidad de trastes desechables

**Áreas verdes.** Se refiere al espacio que sería afectado por la construcción de algún sistema de descarga. Por ejemplo para la construcción de una cisterna, entre más grande sea ésta menor será el área verde que reste.

- +1 = Pequeño aumento en el área verde del asentamiento
- 0 = Área beneficiada o afectada no considerable.
- 1 = Se reduce de forma moderada las áreas verdes

**Apariencia.** Es el cómo luce el lugar donde se construye el sistema de descarga que se seleccione.

- +1 = Mejora la apariencia
- 0 = No mejora el lugar, pero tampoco lo perjudica

**Apariencia/salud (perros).** La apariencia física y salud del perro depende entre otras cosas, del aseo que se le dé. Algunas enfermedades de la piel pueden ser causa de falta de aseo e incluso ser transmitidas a seres humanos.

- +2 = El aspecto y salud son buenas como consecuencia de una buena higiene. Se evitan enfermedades.
- 2 = El aspecto y salud del perro se ven afectadas por falta de higiene. Puede haber transmisión de enfermedades a personas.

Una vez explicada y establecida la escala de evaluación podemos presentar y analizar la matriz que se muestra en la figura 4.5.

		Higiene					Alimentación				Descarga		Hogar			Ahorro			Colab.						
		Aseo personal	No aseo personal	Lavar ropa	No lavar ropa	Bañar Perro(s)	No bañar perro(s)	Lavar alimentos	No lavar alimentos	Lavar platos	No lavar platos (usar desechables)	Fosa séptica	Letrina/Descarga directa	Limpieza	No limpieza	Regar plantas	No regar plantas	Captación y reuso aguas grises	No captación aguas grises	Captación lluvia	No captación lluvia	Cooperación personas	Falta cooperación personas		
Recursos	Uso de agua	-2	+2	-1	+1	0	0	0	0	-1	+1	-3	-3	-1	+1	0	0	+3	-3	+3	-3	+3	-3	-6	
	Uso de energía	-3	+3	-1	+1																			0	
	Costo									0	-1	0						0	0	0	0			-1	
	Tiempo invertido	-1	+1	-2	+2	0	0	0	0	-1	+1			-2	+2	0	0	0	0	0	0	0	-1	+1	0
	Cansancio			-2	+2	-1	+1			-1	+1			-2	+2	0	0								0
Personas	Apariencia/aceptación social	0	-2	0	-1																			-3	
	Enfermedades	+2	-1	+2	-1	+2	-1	+3	-3					+2	-2										+3
	Comodidad	+1	-2									+1	+1										-1	+1	+1
Contaminación	Contaminación agua	-2	+2	-2	+2	-2	+2	-1	+1	-1	+1	-3	-3	-2	+2			+3	-3	+3	-3				-6
	Contaminación suelo o manto acuifero											-1	-3												-4
	Contaminación atmosférica	0	0																						0
	Generación basura									+3	-3														0
Lugar	Áreas verdes											-1	-1		+1	-1									-2
	Apariencia											0	0												0
Otros	Apariencia y enfermedades(perro)					+2	-2																		0
		-5	+3	-6	+6	+1	0	+2	-2	-1	+1	-8	-9	-5	+5	+1	-1	+6	-6	+6	-6	+1	-1		

Figura 4.5 Matriz de evaluación

A partir de esta matriz concluimos que las actividades de descarga de aguas negras en letrinas o directamente al suelo, son las que más perjudican: por que utilizan agua potable, la contaminan y al descargarse también se contamina el manto acuifero. Por otro lado tenemos que los efectos más negativos se dan en el *uso de agua* y la *contaminación de agua*.

Una vez identificado el mayor problema, *sistema de descarga*, procedemos a establecer el objetivo del PEMA en materia de aguas residuales: *Instalar en Ayometitla un sistema de descarga de aguas negras que elimine o disminuya el uso de agua, su contaminación y la de los mantos acuiferos*. Para lograr este objetivo es necesario plantear estrategias; para lo cual se evaluaron diferentes alternativas de solución propuestas por medio de otra lluvia de ideas.

#### 4.3.4 Selección de alternativa

Existen muchas y diferentes opciones de descarga para resolver el problema de contaminación por aguas negras en *Ayometitla*, cada una distinta de la otra: por la facilidad de instalación, comodidad, costo, etc. A continuación veremos brevemente la descripción de cada una:

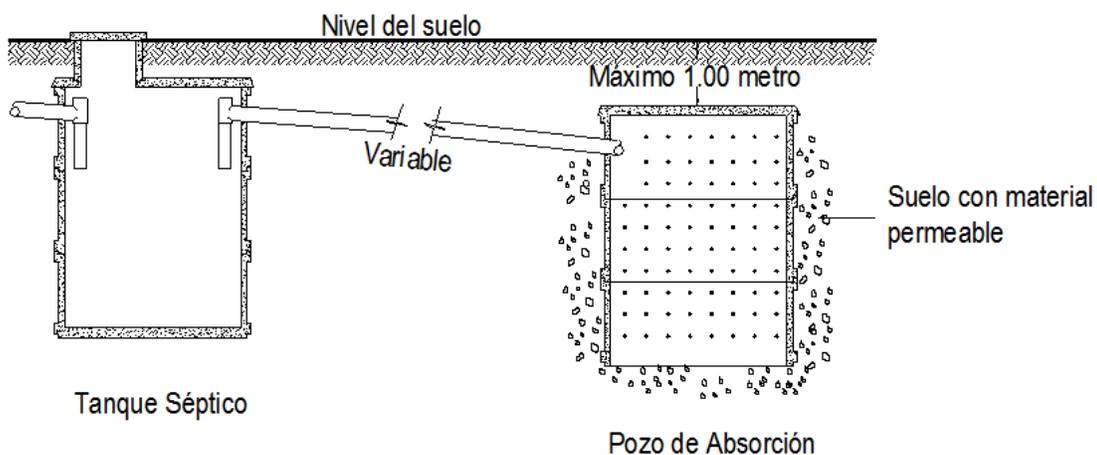
**Fosa séptica.** El sistema se compone, de acuerdo con lo establecido en la NOM-006-CNA-1997\*, de dos tanques (ver figura 4.6), en el primero se llevan a cabo los procesos de sedimentación y

\* Que establece las especificaciones y métodos de prueba para fosas sépticas prefabricadas.

degradación de la materia orgánica por digestión anaerobia, y en el segundo el proceso de oxidación del efluente séptico para su descarga al subsuelo.

Los tanques sépticos deben ser herméticos, durables y estructuralmente estables; además, tienen que contar con registros para su inspección y mantenimiento. El pozo de absorción, por su parte, tendrá que ser construido con ladrillos o rocas con juntas abiertas (sin mortero) para permitir la diseminación del líquido tratado.

Existen también tanques sépticos que no descargan a un pozo de absorción, sino que deben ser vaciados por medio de un carro-tanque de extracción de lodos. Esta modalidad, conocida como fosas sépticas de una cámara son las construidas en *Ayometilla*.



Fuente: PMIC, 2002

Figura 4.6 Sistema de fosa séptica

**Baño seco.** Este sistema no requiere de agua para su funcionamiento, las excretas se tratan en el lugar de su generación y se usan para producir abono. Algunas ventajas de este sistema son:

- Ahorro de una gran cantidad de agua dentro de los hogares, hasta un 40% (Córdova, 2001)
- Reducción de descargas contaminantes a los mantos freáticos
- Degradación de excretas humanas y la producción de abono sanitariamente seguro
- Costo de instalación relativamente bajo, adaptable a las condiciones de la vivienda (pueden construirse con materiales locales o prefabricados)
- Inhibición de microorganismos patógenos al permanecer tiempos prolongados en un medio alcalino, evitando con ello la propagación de enfermedades.
- Bajos requerimientos de espacio, no produce olores desagradables ni permite la proliferación de insectos, lo que hace posible tenerlos cerca de la vivienda e inclusive dentro de ella.

El sanitario seco, separa la orina del excremento; la orina se colecta en un recipiente y se usa como abono líquido diluida en 5 partes de agua, mientras que el excremento cae directamente en una cámara para compostaje. Cuando la cámara se llena 2/3 partes, se sella y se deja en reposo de 12 a 16 meses, obteniéndose un abono orgánico excelente que puede ser utilizado para plantas, flores y

árboles (no es recomendable usarlo para abonar hortalizas, pues tendría que hacerse un examen para garantizar que está libre de patógenos). Una imagen del baño seco se muestra en la figura 4.7.



Figura 4.7 Baño seco

**Biodigestor.** En su forma más simple es un contenedor (llamado reactor) el cual debe estar herméticamente cerrado. Los materiales orgánicos (excremento, residuos orgánicos y de jardinería) fermentan produciendo biogás (metano y CO<sub>2</sub>) y fertilizantes orgánicos ricos en fósforo, potasio y nitrógeno. Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y postratamiento. En la figura 4.8 podemos observar un modelo de biodigestor del grupo rotoplas (Close, 2007).

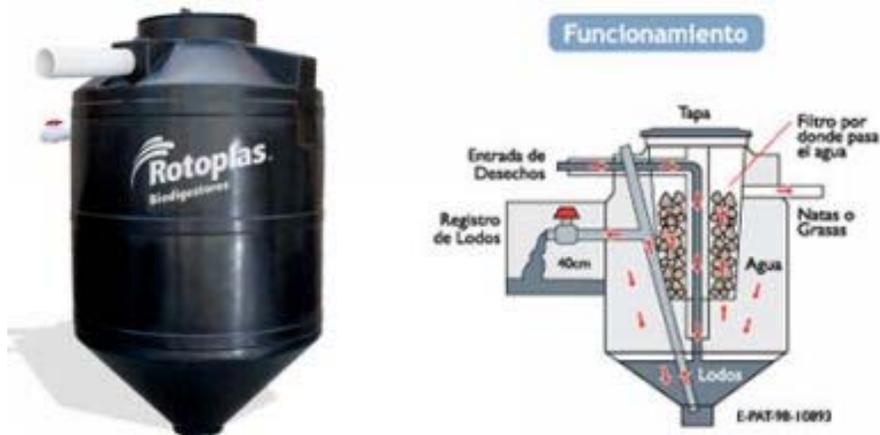
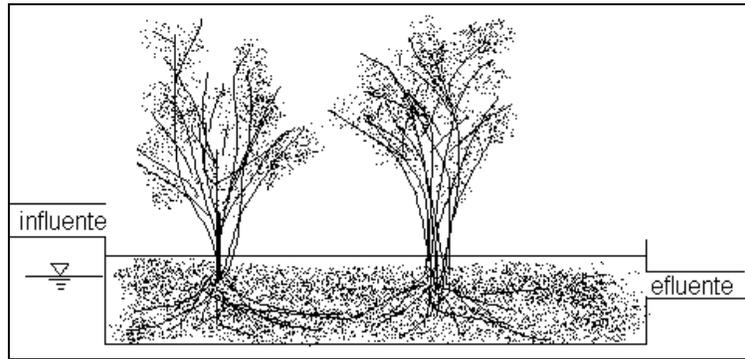


Figura 4.8 Biodigestor

**Humedal artificial.** 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, para realizar las funciones de asimilación y acumulación de contaminantes, transferencia de oxígeno hacia la zona de las raíces y como sustrato para la actividad microbiana. Consta de un pretratamiento (sedimentador), un tanque con canales o zanjas y fondo relativamente

permeable; el material de relleno (piedra o arena), sirve como soporte para el crecimiento de la vegetación y un pozo de absorción como sistema de descarga (figura 4.9).



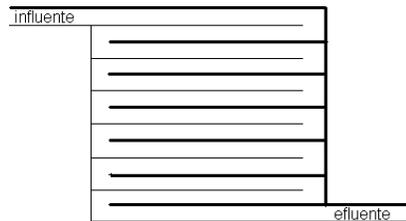
Fuente: PMIC, 2002

**Figura 4.9** Sistema de humedal

La implementación de esta alternativa dependerá, evidentemente, de las condiciones del asentamiento:

- En el caso de *Ayometitla*, se tendrá que considerar la construcción de una red de drenaje "local" que conduzca el agua residual hasta las unidades de tratamiento: desarenador, humedal artificial y pozo de absorción.

Para la conformación del sistema biológico (humedal artificial) se sugiere la construcción de un estanque de concreto, dividido en canales (figura 4.10). En términos generales, deberá emplearse material arenoso como medio de soporte y juncos (*juncus efusus*) o aneas (*typia latifolia*) como especies vegetales, ya que ambas son resistentes al clima frío predominante en la zona.



Fuente: PMIC, 2002

**Figura 4.10** Configuración en planta del humedal artificial

**Red de drenaje.** 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. Las características del terreno de *Ayometitla*, con marcadas pendientes y material rocoso, y la distancia al drenaje de la Ciudad hacen imposible la instalación de una red.

**Planta de tratamiento de aguas residuales.** Para la instalación de la planta de tratamiento se requiere conducir las aguas residuales hasta la misma, por lo que el costo del drenaje y de la planta hace de esta opción no viable para *Ayometitla*.

Una vez que hemos descrito los sistemas de descarga, utilizamos nuevamente la lluvia de ideas para hacer una lista de efectos que tendría cada uno de estos, y así construir nuevas matrices que permitan evaluar cuál o cuáles son los mejores. Para la construcción de las nuevas matrices vamos a considerar prácticamente los mismos efectos de las matrices anteriores, sólo se agregó el efecto *producción de abono* en la categoría *otros* y algunos detalles al efecto *costo*. La matriz de identificación que incluye las alternativas mencionadas se presenta en la figura 4.11, mientras que la escala de evaluación para estos nuevos parámetros son los siguientes:

		Higiene				Alimentación				Descarga				Hogar			Ahorro			Apoyo									
		Aseo personal	No aseo personal	Lavar ropa	No lavar ropa	Bañar Perro(s)	No bañar perro(s)	Lavar alimentos	No lavar alimentos	Lavar platos	No lavar platos (usar desechables)	Fosa séptica	Letrina/Descarga directa	Baño seco	Biodigestor	Drenaje/PTAR	Humedal	Mantenimiento S. descarga	No mantenimiento S. descarga	Limpieza	No limpieza	Regar plantas	No regar plantas	Captación y reuso aguas grises	No captación aguas grises	Captación lluvia	No captación lluvia	Cooperación personas	Falta cooperación personas
Recursos	Uso de agua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Uso de energía	x	x	x	x																								
	Costo										x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x		
	Tiempo invertido	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cansancio			x	x	x	x			x	x										x	x							
Personas	Apariencia/aceptación social	x	x	x	x																								
	Enfermedades	x	x	x	x	x	x	x										x	x	x	x								
	Comodidad	x	x									x	x	x	x	x	x											x	x
Contaminación	Agua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x							x	x
	Suelo o manto acuifero											x	x	x	x	x	x	x											
	Aire	x	x																										
Lugar	Generación basura										x																		
	Áreas verdes											x	x	x	x	x	x					x	x						
	Apariencia											x	x	x	x	x	x	x											
Otros	Producción abono													x															
	Apariencia y salud(perro)					x	x																						

Figura 4.11 Matriz de identificación con alternativas

**Costo.** La principal problemática del asentamiento es la obtención de agua potable y disposición de aguas residuales. Lo que hace necesaria una inversión en infraestructura para el ahorro de agua y desecho de aguas residuales. La construcción de red de drenaje tendría un costo de alrededor de 16 millones de pesos, el humedal artificial se valuó en 3 millones de pesos; la fosa séptica y el biodigestor tendrían una inversión aproximada de 15 mil pesos mientras que para el baño seco sería de 5 mil (PEMA, 2008). El costo de las instalaciones para captación de aguas grises y agua de lluvia consiste prácticamente en la compra de tubería y accesorios de plomería. De acuerdo con los costos estimados los valores de la matriz son:

- 0 = Cantidad no significativa de dinero
- 1 = Cantidad pequeña de dinero a invertir
- 2 = Cantidad moderada de dinero a invertir
- 3 = Gran cantidad de dinero a invertir

**Producción abono.** La instalación de un baño seco trae como consecuencia la acumulación de materia orgánica en un contenedor especial que puede ocuparse como abono:

- +1 = Se produce una pequeña cantidad de abono



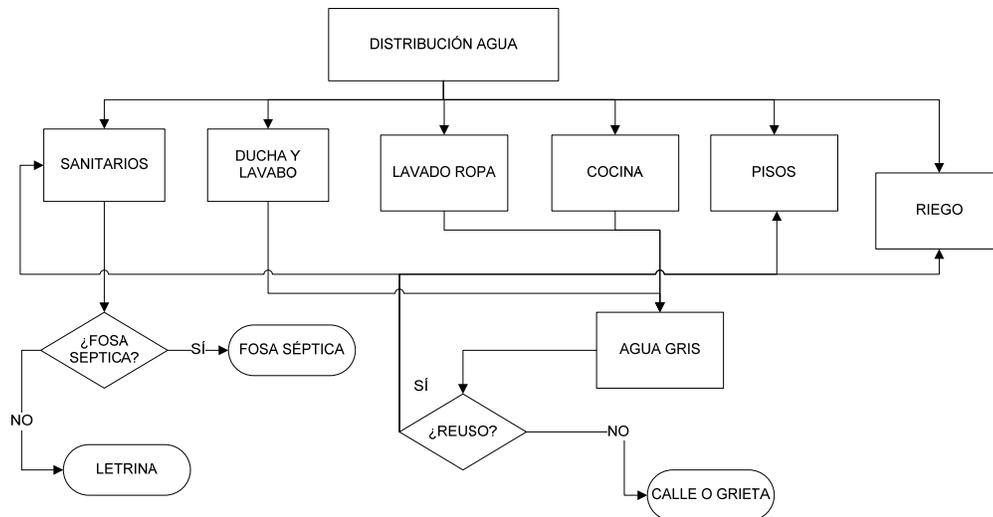


Figura 4.13 Diagrama de flujo (actual)

Después analizamos la parte más importante que es la disposición de aguas negras. Las personas encargadas de implantar las modificaciones propuestas para la etapa de disposición deberán efectuar una inspección a las fosas sépticas y, en caso de no presentar fugas podrá seguir operando, de lo contrario será considerado un hoyo negro, tendrá que clausurarse y ser sustituido por un baño seco.

Para los habitantes que aun no construyen, es decir que su lote sigue baldío, se propone construir sólo baños secos.

El diagrama final queda como se muestra en la figura 4.14 que resume todo lo descrito anteriormente. No es difícil deducir que el baño seco sin duda es la mejor opción, no sólo porque no afecta al ambiente sino porque ahorra agua y esto significa un ahorro económico para los habitantes del asentamiento.



## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

El problema de los asentamientos urbanos irregulares ocurre cada vez con más frecuencia, es un fenómeno que se produce por el crecimiento no planeado de las ciudades.

Por otro lado, la mayoría de los problemas de contaminación por los que nos vemos afectados se relacionan con el crecimiento descontrolado de la población, por lo que es prioritario que el Gobierno regule y planee este crecimiento.

Con base en la elaboración del Plan Estratégico de Mejoramiento Ambiental y de este trabajo, podemos concluir que:

- Al ser una guía que permite llegar a un futuro deseado la planeación estratégica, no es una herramienta exclusiva de desarrollo para las empresas, puede ser utilizada exitosamente en otro tipo de sistemas.
- Para el desarrollo de sistemas ambientales como *Ayometitla parte alta* la planeación estratégica es indispensable.
- Para resolver los problemas existentes se deben buscar soluciones integrales y no aplicar solo medidas de solución parcial o desordenadas.
- Todos aquellos planes, programas o proyectos que no consideren una retroalimentación estarán destinados al fracaso: Ya sea porque no se analice el cumplimiento del objetivo o porque se piense que las estrategias elaboradas resolverán por si solas los problemas futuros. La planeación es un proceso continuo.
- La lluvia de ideas probó ser una herramienta útil para el desarrollo de la creatividad pero podría modificarse o sustituirse dependiendo del equipo de trabajo.
- La entrevista es una excelente herramienta de recolección de información para sistemas como *Ayometitla parte alta*, al efectuarla se pudieron obtener datos adicionales debido a la interacción que hubo entre los entrevistadores y los habitantes del lugar.
- Aunque no se tenga un equipo de trabajo multidisciplinario ni el número adecuado de integrantes, es posible aplicar los principios de la lluvia de ideas para la generación de estrategias. Un conocimiento básico del tipo de sistema pero sobre todo una mente despejada y sin prejuicios es suficiente para cumplir el propósito del ejercicio.
- Utilizar las matrices de impacto ambiental resulta útil para realizar el diagnóstico y la evaluación de las estrategias. Para el primero nos indica los elementos del sistema que son más afectados así como aquellos que más afectan. Y, para la selección de alternativas, permite hacer una comparación entre todas las ventajas y desventajas de las estrategias propuestas.

- Los diagramas de flujo permiten visualizar, de forma clara y resumida, el proceso que tendrá que realizarse para llegar al objetivo deseado. La información se transmite y asimila de forma rápida entre los integrantes del equipo.
- Respecto al programa de manejo de aguas residuales se concluyó que el baño seco es la mejor opción para los habitantes que están por construir y para aquellos que no poseen una fosa séptica bien construida. Esta decisión se fundamenta en la escasez de agua potable que existe en la Ciudad de México y las dificultades con las que se obtiene su suministro en los asentamientos irregulares.
- Se aplicaron exitosamente conocimientos de la ingeniería industrial a un sistema ambiental, lo que demuestra que estos pueden aplicarse no solo a los sistemas productivos.
- El PEMA creó una relación ganar – ganar entre los estudiantes de la UNAM que participamos, la Delegación Tlalpan y los habitantes de *Ayometitla parte alta*. Los estudiantes aplicamos en campo nuestros conocimientos teóricos, la Delegación y los habitantes obtuvieron un documento necesario para tramitar la regulación del asentamiento.

Finalmente, a partir de estas conclusiones podemos emitir las siguientes recomendaciones:

- Es recomendable las delegaciones realicen este tipo de estudios en todos los asentamientos irregulares, para frenar el deterioro que existe en el suelo de conservación.
- Debe buscar enriquecerse la elaboración de la matriz de impactos incluyendo, en lo posible, la presencia de expertos dentro de los grupos de trabajo, o aumentar el número de participantes en la lluvia de ideas.
- Una vez implantadas las estrategias que forman al PEMA, la Delegación Tlalpan debe replantear nuevas metas y estrategias que aseguren el desarrollo prospero tanto para el ambiente como para los habitantes de *Ayometitla parte alta*.
- Es recomendable que dentro de la ingeniería industrial se tengan cada vez más en cuenta los sistemas ambientales
- Es recomendable que los gobiernos locales sean el puente para que instituciones de educación como la UNAM continúen con la elaboración de trabajos para el beneficio de la población.

## Mesografía

Aceves Ramos, V.D., 2004, *Dirección estratégica*, McGraw-Hill, México.

Ackoff, R., 2004, *El paradigma de Ackoff. Una administración sistémica*, Limusa Wiley, México.

Aguilar, L., 2007, *Contaminación del aire. Tipos de contaminación del aire*. Luis Aguilar-Blogger, en internet: <http://aire-contaminacion.blogspot.com/2007/09/tipos-de-contaminacion-del-aire.html>. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2009.

Aguirre Saldivar, R, et al 2008, *Plan Estratégico de Mejoramiento Ambiental*. Facultad de Ingeniería – UNAM, México.

Ander Egg, E., 2002, *Introducción a la planificación*. Lumen, Buenos Aires.

Blake Ortega, J.A., 1982, *Diccionario de planeación y planificación.*, Edicol. México.

Chandler, Alfred, 1962, *Strategy and structure*, MIT Press, Cambridge.

Close A., 2007, *¿Que es un biodigestor?*, Alejandro Close, en internet: <http://biodigestores.org/category/informacion-general/>. Fecha de consulta: 1 de diciembre de 2009.

COPO, 2004, *Día mundial del hábitat*, Consejo de Población del Distrito Federal, Secretaria de Gobierno del Distrito Federal, México, en internet: [http://www.copo.df.gob.mx/calendario/calendario\\_2004/octubre/habitat.html](http://www.copo.df.gob.mx/calendario/calendario_2004/octubre/habitat.html)

Cuellar Mejía, G.A., 2003, *Teoría general de la auditoría y revisoría fiscal*, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Universidad del Cauca. Colombia. En internet: <http://fccea.unicauca.edu.co/old/tgarf/>

DGEDS, 2008, *Datos Generales de Ayometitla parte alta*, Dirección de ordenamiento territorial, Dirección General de Ecología y Desarrollo Sustentable, Tlalpan, México.

Fernández Romero, A., 2005, *Creatividad e innovación en empresas y organizaciones. Técnicas para la solución de problemas.*, Ediciones Díaz Santos, España.

Gallardo, Y., Moreno, A., 1999, *Serie APRENDER A INVESTIGAR. Modulo 3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN*, ICFES: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, Santa Fe de Bogota.

Gómez Orea, D., 2007, *Evaluación ambiental estratégica. Un instrumento para integrar el medio ambiente en la elaboración de planes y programas.*, Ediciones Mundi Prensa, Madrid.

Henry, J. Glynn., Heinke, G. W., 1999, *Ingeniería ambiental.*, Prentice Hall, México.

INEGI, 2008c, *Mapa de Precipitación Promedio Anual*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, en internet:

<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/df/precipit.cfm?c=444&e=09>

Kuri Abdala, J.A., *Apuntes de planeación del M.I. José Antonio Kuri Abdala*, Facultad de Ingeniería. UNAM. México. Fecha de consulta: 3 de septiembre de 2009. En internet:

<http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/>

Landa, H., 1976, *Terminología de urbanismo*. CIDIV. Centro de investigación, documentación e información sobre la vivienda. INDEC, México.

LGEEPA, 2000, *Reglamento de la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental*, Cámara de Diputados LVII Legislatura, México.

LRSDF, 2003, *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*, Asamblea Legislativa del Distrito Federal III Legislatura, México.

Menéndez F., 2009, *Abastecimiento sustentable de agua para la Ciudad de México: La recarga de sus acuíferos*, Ecológica -Centro de Ecológica y Desarrollo (Cecodes), fecha de consulta: 25 de mayo de 2009, en internet: <http://www.planeta.com/ecotravel/mexico/ecologia/97/1197df1.html>

Mejía S., Espinosa C.J.C., 2007, *Factores que propiciaron el crecimiento horizontal de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Vitruvius–Arquitectos, Brasil, en internet:

[http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq081/arq081\\_03e.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq081/arq081_03e.asp)

Miguel, A.E., 2004, *CIENCIA Regional. Principios de Economía y Desarrollo*, CONACYT y otros. México.

Morán, C.A., 2007, *Apuntes de la clase de sistemas de planeación*. México.

Ordaz Z. V., Saldaña G.G., 2005, *Análisis y crítica de la metodología para la realización de planes regionales en el estado de Guanajuato*. Facultad de Arquitectura. Universidad de Guanajuato.

Ortiz-Monasterio, F., 1991, *Contaminación en la Ciudad de México*, Primera edición, México.

Richardson, B. y R., 1996, *Planeación de negocios*, CECSA, México.

Rodríguez, C., 2009, *En tres años, 200 asentamientos irregulares más en DF*. Radio Trece, México, en internet: <http://www.radiotrece.com.mx/2009/10/27/en-tres-anos-200-asentamientos-irregulares-mas-en-df/>

Rodríguez Valencia, J., 1998, *Cómo aplicar la planeación estratégica a la pequeña y mediana empresa*, 2ª. ed., ECAFSA, México.

SEMARNAT, 2008, *Evaluación del Impacto Ambiental*, Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, México. Fecha de actualización: 30 de octubre de 2008, en internet:

<http://www.semarnat.gob.mx/fofocalizada/impacto/Paginas/evaluacion.aspx>

SMA, 2009, *Suelo de conservación*, Agenda ambiental de la Ciudad de México 2007–2012, Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, México, fecha de consulta: 25 de mayo de 2009, en internet:

<http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/agendambiental2008/03suelo.pdf>

Vázquez, A.M., 2009, *¿Qué son los diagramas de flujo?*, Q Grupo asesor S.A., Argentina, fecha de consulta: 26 de octubre de 2009, en internet:

[http://www.elprisma.com/apuntes/administracion\\_de\\_empresas/quesonlosdiagramasdeflujo/](http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/quesonlosdiagramasdeflujo/)

Vázquez González, A.B., César Valdez E., 1994, *Impacto ambiental*, Facultad de Ingeniería –UNAM – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México.

### **Otras fuentes**

Best y Brown, R., 2008, *Debe apoyarse cuanto pueda hacerse para reducir el consumo de hidrocarburos a nivel nacional*. Revista de Humanidades No. 33. Coordinación de Humanidades UNAM, México. Fecha de consulta: 10 de agosto de 2009, en Internet:

[http://www.humanidades.unam.mx/revista/revista\\_33/revista\\_33\\_tema07.htm](http://www.humanidades.unam.mx/revista/revista_33/revista_33_tema07.htm)

CFE, 2009, *Ahorro de energía casa habitación*. Comisión Federal de Electricidad. Secretaría de Energía. México. Fecha de actualización: 23 de febrero de 2009, en internet:

<http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/ahorrodeenergia/>

Gobierno del estado de Querétaro, 2007, *Ley para la regularización de los asentamientos humanos irregulares del estado de Querétaro*. Legislatura del estado de Querétaro, en Internet:

[http://www.queretaro.gob.mx/documentos/Marco%20juridico/Dependencias/GEQ/Ordenamientos%20Estatales/ley\\_ahi.html](http://www.queretaro.gob.mx/documentos/Marco%20juridico/Dependencias/GEQ/Ordenamientos%20Estatales/ley_ahi.html)