

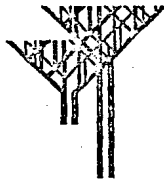
00164

1
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ASPECTOS ECOLOGICOS DEL CONTROL Y
MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS:
ALTERNATIVA ENERGETICA



TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN ARQUITECTURA-TECNOLOGIA

P R E S E N T A :

JESUS ESTEBAN MAGANA ROMERO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F., Febrero de 1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ASPECTOS ECOLOGICOS DEL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS: ALTERNATIVA ENERGETICA

Contenido

INTRODUCCION

CAPITULO I. Identificación del Problema

- 1.1. Contexto Histórico
- 1.2. Impacto Ambiental Existente
 - 1.2.1. Impacto en la Atmósfera
 - 1.2.2. Impacto en las Aguas Subterráneas
 - 1.2.3. Impacto en el Suelo
 - 1.2.4. Impacto en la Vegetación
- 1.3. Medidas del Sector Público

CAPITULO II. Formulación de objetivos

- 2.1. Objetivos del Trabajo
- 2.2. Objetivos del Tratamiento de los Desechos Sólidos

CAPITULO III. Situación de la Problemática Actual

- 3.1. Análisis de la Situación
- 3.2. El Suelo y su Contaminación
 - 3.2.1. Desechos Sólidos
 - 3.2.1.1. Clasificación de Desechos Sólidos
- 3.3. Factores que afectan el Control y Manejo de los Desechos Sólidos
 - 3.3.1. Almacenamiento
 - 3.3.2. Servicio de limpia en las calles
 - 3.3.3. Recolección y Transporte
 - 3.3.4. Procesamiento
 - 3.3.5. Eliminación final de los desechos

- 3.4. Datos relativos al control y manejo de desechos sólidos y recuperación de recursos
 - 3.4.1. Situación dentro del Area Metropolitana de la Ciudad de México
 - 3.4.2. Desechos sólidos y materias afines
 - 3.4.3. Factores que afectan la eficiencia del servicio
 - 3.4.4. Opciones para el Mejoramiento del servicio
 - 3.4.5. Problemas y cuestiones a resolver
 - 3.4.6. Esquema de la Práctica del Control y Manejo de los desechos sólidos
 - 3.4.7. Generación de desechos sólidos
 - 3.4.8. Densidad y composición de los desechos
- 3.5. Algunos elementos del Control y Manejo de desechos sólidos
 - 3.5.1. Recolección y transporte
 - 3.5.1.1. Vehículos recolectores y métodos de recolección
 - 3.5.1.2. Tiempo de recolección
 - 3.5.2. Servicios de Transporte y transferencia de desechos sólidos
- 3.6. Eliminación de desechos sólidos
 - 3.6.1. Tiraderos y sitios de relleno
 - 3.6.2. Otros aspectos de la eliminación de los desechos sólidos
- 3.7. Recuperación de recursos
 - 3.7.1. Recolección hecha por pepenadores
 - 3.7.2. Reciclaje de papel y vidrio
 - 3.7.3. Recuperación de metal y plástico
 - 3.7.4. Otros aspectos de la recuperación de recursos

- 3.7.4.1. Plantas de reciclaje existentes
- 3.7.5. Problemática de la Recolección,
Transporte y la Recuperación de
recursos
- 3.8. Análisis de Requerimientos
- 3.9. Análisis de Objetivos
- 3.10. Análisis de grupos a servir

CAPITULO IV. Identificación y Desarrollo de Estrategias

- 4.1. Identificación de estrategias
- 4.2. Limitación del espacio de acción
 - 4.3. Descripción de métodos de solución
- 4.4. Evaluación de propuestas de solución
 - 4.4.1. Evaluación de procesos
 - 4.4.2. Descripción de ventajas y desventajas
de los métodos de eliminación
 - 4.4.3. Selección de métodos de eliminación

CAPITULO V. Evaluación de Impactos Ambientales

- 5.1. Método de listado para referencia y
verificación
- 5.2. Descripción de los sitios de relleno
sanitario estudiados
 - 5.2.1. Relleno sanitario "Bordo Poniente"
 - 5.2.2. Relleno sanitario "Barranca de
Tlapizahuaya"
 - 5.2.3. Relleno sanitario "Volcán La Caldera"
- 5.3. Estimación del Impacto en la atmósfera
- 5.4. Estimación del Impacto en el suelo
- 5.5. Estimación del Impacto en mantos acuífero
- 5.6. Efectos indirectos en el Medio Ambiente

CAPITULO VI. Desarrollo de Medidas de Acción

6.1. Medidas Técnicas

6.1.1. Propuesta de control y manejo de desechos sólidos

6.1.2. Propuesta para un relleno sanitario planeado

6.1.2.1. Objetivo

6.1.2.2. Condiciones óptimas

6.1.2.3. Requerimientos del proyecto

6.1.2.4. Requerimientos para la operación del relleno sanitario

6.1.2.5. Componentes del relleno sanitario

6.1.2.6. Proceso del relleno sanitario

6.1.2.7. Decisión de los tres casos de estudio

6.2. Medidas de Organización

6.3. Medidas Legales y Administrativas

CAPITULO VII. Conclusiones

7.1. Resumen de resultados

7.2. Conclusiones y Recomendaciones

Bibliografía

Notas de referencia

Tablas

Figuras

Planos

Apéndice

I N T R O D U C C I O N

Este trabajo tiene por objeto analizar el problema del control y manejo de los desechos sólidos en la Cd. de México y se enfoca en los impactos y las consecuencias para el medio ambiente. Se pretende dar lineamientos para la mejor implementación de los planes ya existentes y algunas ideas para mejorar ciertos aspectos como son:

tratamiento de los desechos sólidos

reciclaje y recuperación de recursos

eliminación de desechos sólidos

Se hace énfasis en la utilización de rellenos sanitarios con recuperación de gas metano, como modelo alternativo de energía, los cuales van desde el sitio de relleno común con desechos no tratados hasta el relleno sanitario que cumple con los requerimientos recomendados por especialistas.

Este trabajo plantea como los desechos pueden manejarse con cuidado de una manera ecológica y económicamente aceptable, asimismo se apoya en la tesis del uso creciente de métodos biológicos y procesos de producción de composta para el tratamiento de la basura, los que reducirían el negativo impacto ambiental en el futuro.

El contenido ha sido ordenado en siete capítulos. El primero se dedica a identificar el rol que juega el manejo de los desechos sólidos entre los problemas que causan deterioro del medio ambiente en la Cd. de México, tales como la contaminación en aire, en los recursos hidráulicos y el producido por el ruido.

El capítulo dos cubre una serie de objetivos ligados a aquellos que ya han sido declarados por organismos internacionales como involucrados en el problema. Este capítulo contribuye con estrategias de planeación para futuras tomas decisiones en este campo.

El capítulo tres analiza los problemas encontrados al evaluar ciertos datos que son parte de un Proyecto Integral de Recuperación de Recursos. Este proyecto ha sido preparado por el Banco Mundial, llevado a cabo en grandes ciudades de países en vía de desarrollo, tales como Dakar, Douala, Colombo, Sao Paulo, Shanghai y México.

El capítulo cuatro identifica un número de estrategias para el tratamiento y la eliminación de desechos sólidos, juzga cual de ellas es la mas compatible con el ambiente y los detalles del sitio en donde se realice el "relleno sanitario" con recuperación de gas metano, aplicado como un método para la eliminación final de desechos sólidos.

El capítulo cinco trata acerca de la evaluación del impacto ambiental al usar una combinación de técnicas de Estimación del Impacto Ambiental.

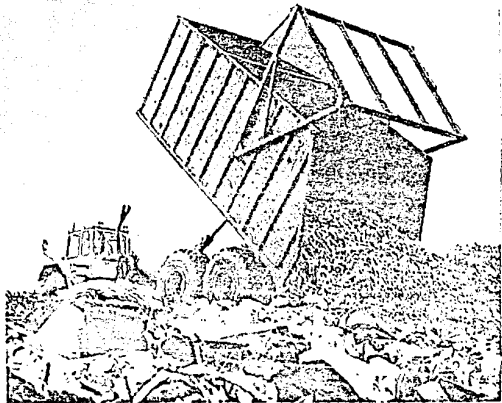
El capítulo seis cubre el desarrollo del método propuesto, discutiendo las actividades en las varias etapas que corresponden a:

- Investigación del sitio
- Preparación
- Operación y
- Uso futuro

El análisis se enfoca en medidas de índole técnico, de organización, de tipo legales y administrativas.

Finalmente, en el capítulo siete se dan conclusiones críticas y recomendaciones para el mejoramiento de operación de los métodos propuestos de la eliminación de desechos sólidos.

Los problemas ecológicos de la Cd. de México, en la que es una de las más grandes urbes del planeta son tan complicados y vastos que la tesis no puede discutirlos todos. Además los aspectos de investigación sistemática, como en muchos otros países están aun en sus inicios. La siguiente tesis se enmarca en el problema causado por la basura generada en la Ciudad de México, en la que también se discute la dramática sino catastrófica situación de factores como son la excesiva urbanización, el tamaño de la ciudad y el limitado crecimiento de la ciudad en términos de servicios e infraestructura. Parte del problema es también su altitud sobre el nivel del mar.



CAPITULO I

I D E N T I F I C A C I O N
D E L P R O B L E M A

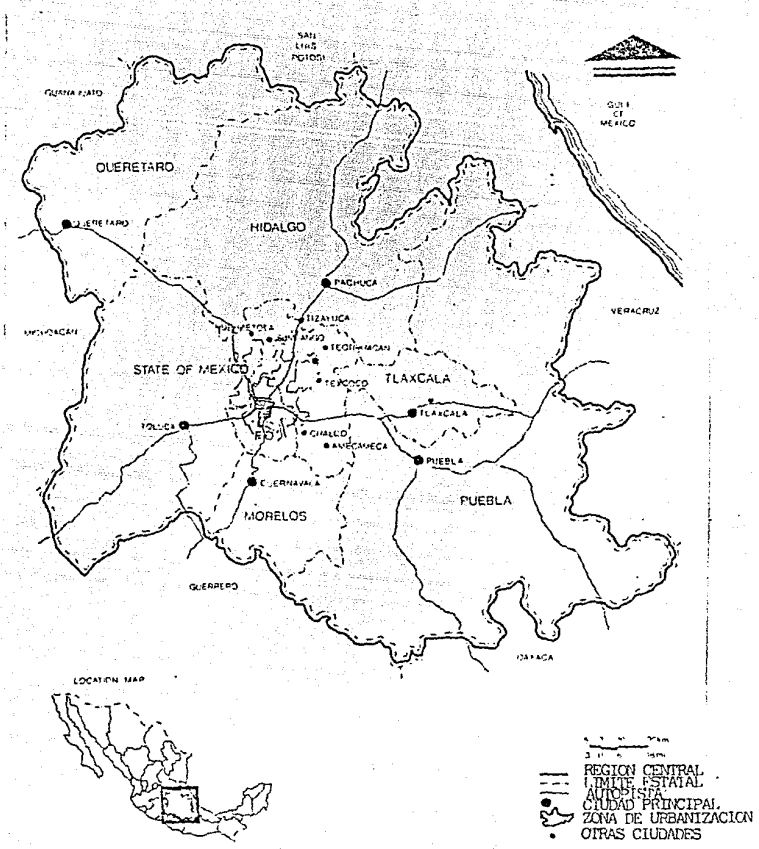
CAPITULO I IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

1.1. Contexto histórico

La capital azteca de Tenochtitlan, con alrededor de 200,000 habitantes a inicios del siglo XV, era una de las ciudades mas grandes que contaba con un casi perfecto control y manejo de sus recursos, extendida sobre la totalidad del Valle de México. En el centro de este sistema había un enorme lago, en cuya parte media se estableció la ciudad asentada en un islote. Esta ubicación única en su género le hizo disponer de refinadas ecotécnicas como fue el uso de un sistema de chinampas para ganarle al lago terreno donde irse asentando y la elaboración de canales que impedían un desequilibrio hidrológico de la zona evitando inundaciones.

La ciudad fue destruida en 1521 por los españoles, quienes fundaron sobre la ciudad en ruinas su ciudad colonial. Tan pronto como esta primera ciudad al estilo europeo fue fundada en este continente, los recursos naturales fueron manejados muy estrictamente. En este proceso, el lago era continuamente drenado y esta superficie fue ocupada por nuevas construcciones.

En la actualidad, la Ciudad de México se compone de alrededor de 1500 colonias y esta equipada con más de 300 mercados abiertos, 3000 escuelas, 307 clínicas-hospitales y 310 parques y jardines públicos.



FUENTE: Programa de Desarrollo de la Zona Metropolitana de las Ciudades de México y de la Región Central. Presidente, 1983

Fig. 1 México: región central

La red vial principal formada por ejes viales, viaductos y periférico cubren 1500 Km con un flujo de tránsito de poco más de 2.2 millones de automóviles, 7000 autobuses públicos y 100 mil taxis y minibuses.

Los alrededores del Valle de México representan una barrera natural para la expansión de la ciudad. A pesar de ello, el proceso de urbanización ha rebasado estas barreras tiempo atrás, cubriendo más allá del Distrito Federal hasta los estados adyacentes de México, Puebla, Hidalgo y otros. (Ver Fig. 1 y Fig. 2)

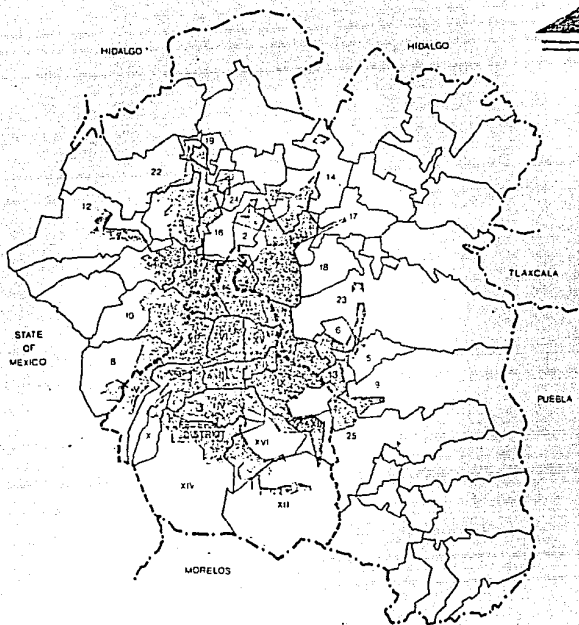
Alrededor de 18 millones viven en la actualidad en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y la región central. Según los resultados preliminares del XI Censo General de Población y Vivienda para 1990 el D.F. contaba con 8'236,960 habitantes un poco menos de la mitad del total que habita la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Dicha zona comprende alrededor de 786,000 hectáreas repartidas en los siguientes porcentajes:

Área Urbana	15 %
Área Agrícola	27 %
Área Boscosa	20 %
Área Indefinida	38 %

La población de la ciudad muestra un aumento anual de alrededor de 800,000 habitantes con una correspondiente presión de crecimiento de espacio urbano y servicios.

Los planes gubernamentales proyectan un crecimiento para la metrópolis hacia el año 2000 en alrededor de 20 millones, sin embargo estimaciones más realistas esperan sea entre 26 a 30 millones de habitantes.

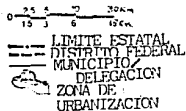


DISTRITO FEDERAL.

- I ALVARO OBREGON
- II AZCAPOTZALCO
- III BENITO JUAREZ
- IV COYOACAN
- V CUAJIMALPA
- VI CUHUILTEPEC
- VII GUSTAVO A MADERO
- VIII IZTACALCO
- IX IZTAPALAPA
- X MAGDALENA CONTRERAS
- XI MIGUEL HIDALGO
- XII MILPA ALTA
- XIII TLADHUAC
- XIV TLALBIEN
- XV VENUSTIANO CARRANZA
- XVI XOCHIMILCO

ESTADO DE MEXICO

- 1 ATIZAPAN DE ZARAGOZA
- 2 COACALCO
- 3 CUATILAN IZCALLI
- 4 CUATILAN DE R RUBIO
- 5 CHICOLAPAN
- 6 CHIMALPAJANCA
- 7 ECATEPEC
- 8 MEXIQUILLCAN
- 9 IXTAPALUCA
- 10 NAUCALPAN
- 11 NEZAHUALCOYOTL
- 12 NICOLAS ROMERO
- 13 LA PAZ
- 14 TECAMAAC
- 15 TLALNEPANTLA
- 16 TULTITLAN
- 17 ACOLMAN
- 18 ATEPEC
- 19 COATEPEC
- 20 MELCHOR GOMPO
- 21 JALTENCO
- 22 TEPICOTILAN
- 23 TEOCOC
- 24 TULTEPEC
- 25 CHALCO



FUENTE: Programa de Desarrollo de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Mexico y de la Region Centro. Presidencia 1963

Fig. 2 Area Metropolitana de la Ciudad de Mexico

1.2. Impacto ambiental existente

1.2.1. Impacto en la Atmósfera

La contaminación de la atmósfera de la Cd. de México a través de las emisiones, polvo y contaminantes de todo tipo es una de las más altas en el mundo.

El problema se intensifica por el fenómeno de inversión térmica, el cual ocurre frecuentemente durante la temporada de invierno. En esta situación, la temperatura en que se observa en capas atrapadas debajo de capas más calientes, retiene de igual manera los contaminantes derivados de industrias y emisiones de vehículos automotores.

Las emisiones son capturadas y concentradas de tal manera que alcanzan valores críticos en pocas horas. Durante estos días la visibilidad se reduce considerablemente y amenaza la salud de los habitantes de la Ciudad de México. Aproximadamente 2.5 millones de vehículos y las malas condiciones de algunos autos contribuyen hasta con el 75 por ciento de la contaminación del aire.

La altitud de la ciudad intensifica considerablemente la producción de contaminación. Por otra parte, alrededor de 30,000 industrias de todos los tipos y tamaños, particularmente las plantas generadoras de energía, las fábricas de cemento, las industrias químicas y metalúrgicas, contribuyen a la contaminación del aire. Muy a menudo los propietarios de estas industrias prefieren pagar una multa relativamente menor que acatar las normas y reglamentos concernientes a la prevención de la contaminación.

En la temporada de calores, la temperatura del aire se incrementa, dando origen a que el aire contaminado se eleve y se asiente una vez más en las áreas periféricas de la ciudad.

El aire que contiene polvo y contaminantes diversos proveniente de industrias periféricas y áreas habitacionales se desplaza posteriormente al centro de la ciudad. En el transcurso de esta acción se lleva a cabo un proceso cíclico acumulativo de contaminación del aire en el área urbana.

Esta nube campaniforme de polvo, muy a menudo visible sobre la ciudad, tipifica este fenómeno, con la correspondiente concentración y estancamiento de contaminantes. Siguiendo el proceso, en la atmósfera se genera una masa de gases nocivos que ligados a la primera formación de contaminantes causa un sinnúmero de enfermedades respiratorias típicas.

La contaminación del aire se monitorea constantemente en la ciudad; pero el incremento de la contaminación del aire no ha podido evitarse. En algunas áreas de la ciudad se han reportado algunas mejoras, debido a la conversión de uso de combustóleo en gas natural y con la electrificación de algunas formas de transportación masiva. No obstante, con un pronóstico de cerca de 5 millones de vehículos automotores para el año 2000, la proyección vislumbrada para un mejoramiento del ambiente es realmente insignificante.

1.2.2. Impacto en aguas subterráneas

El suministro de agua y la eliminación de las aguas negras son un tópico en el cual los aspectos regionales del medio ambiente han llegado a ser cada vez más problemáticos, particularmente para las grandes metrópolis.

Las necesidades de agua de la Ciudad de México se estiman con una demanda de 200 a 600 litros por habitante por día, mientras que en las zonas periféricas donde viven personas de menores ingresos el servicio que se supone público es suplantado por proveedores privados de agua, lo cual incrementa precios y trae consigo riesgos en la salud ya que no se garantiza un suministro de agua del todo potable.

Además, sólo un 9 % de los consumidores gastan alrededor del 75% del agua ya proporcionada. Aproximadamente un tercio del agua potable se infiltra en el subsuelo. La eficiencia de las redes de suministro es baja y las cuotas por consumo cubren sólo alrededor de una tercera parte de los costos de este suministro, de tal manera que un creciente volumen de líquido debe ser traído desde puntos muy distantes (actualmente más de un tercio del volumen de agua). Asimismo el agua debe ser bombeada una altura de cerca de 1100 metros para alcanzar la altitud de la ciudad.

Los efectos ecológicos de esta enorme producción de agua son bastante serios. Los niveles freáticos en el Valle de México han descendido drásticamente en los últimos 10 años y la mayoría de las aguas superficiales como son lagos o ríos han desaparecido.

Los ríos entubados se secan en forma creciente, como es el caso del río Lerma donde las fisuras del suelo y la saturación salina afectan la producción agrícola.

Existe también una estrecha relación entre el creciente deterioro del suelo y la migración de la gente a la metrópolis.

Sólo una pequeña parte de las aguas negras es manejada de una manera adecuada. Los canales abiertos de aguas negras afectan no solamente muchas áreas habitacionales (particularmente en el Norte de la ciudad) sino, han orillado a una extrema contaminación de los mantos de aguas superficiales que aún quedan.

El que antes fuera reconocido como un "paisaje lacustre" muestra todas las características de eutroficación, sobre-fertilización y ataque de plagas cubren los ríos ahora altamente contaminados.

En el área desecada del Lago de Texcoco, el escurrimiento de aguas negras aunada a la erosión del suelo pone en amenaza seria la salud, acción que se agrava con las tormentas de polvo comunmente llamadas "Tolvaneras". Un riesgo consecuente para la salud es el alto nivel de bacterias fecales en el aire.

Localidades al Norte de la metrópolis que sufren de escasez de agua o recursos del líquido limitados emplean las aguas negras como una fuente importante para la irrigación de áreas agrícolas.

Esta práctica es limitada en muchos casos, a regiones alejadas de los centros urbanos, dando un importante auge a la producción agrícola.

Por otro lado, el creciente uso de aguas servidas para irrigación de sembradíos de vegetales y frutas da por resultado un alto riesgo para los consumidores en la metrópolis donde se venden y consumen dichos alimentos.

1.2.3. Impacto en el suelo

Un impacto directo lo causa la basura generada que no es recolectada o que se apila en lugares inadecuados. La cantidad de basura en la ciudad de México se estima en 11,575 toneladas por día (según datos del D.D.F. 1989-90) algunos otros datos se estiman en 19,000 toneladas por día los que pudieran incluir desechos industriales. Una descripción de la basura generada por la población doméstica será dada más adelante.

De acuerdo a reportes de las instituciones involucradas en este sector, sólo el 60 % del total de la basura producida por en hogares es recolectada y eliminada de una manera apropiada, de tal forma que una enorme cantidad es dejada sin ser recolectada en tiraderos abiertos a lo largo de toda la ciudad y es luego incinerada lo que contribuye a la contaminación del aire.

Este problema también afecta a sectores habitacionales con bajos ingresos en las afueras de la urbe. Con su alto nivel bacteriológico, el cual es intensificado por ratas y perros callejeros, esto es una amenaza a la salud de los habitantes de la ciudad.

1.2.4. Impacto en la vegetación

La importante función de los bosques en el balance de una región como el Valle de México necesita ser mostrado con detalle. El área boscosa que subsiste en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se cuenta en aproximadamente 20 % del área total, el resto debe su existencia principalmente a terreno montañoso y a su protección como parque nacional. Pero aún ahí, donde prevalece una presión habitacional directa, los bosques sufren el peligro de numerosos incendios y males que afectan a los bosques. La gente que pasa su tiempo de ocio contribuye a esta situación considerablemente en cuanto a practicar actividades depredadoras.

En la actualidad se encargan cuatrocientos "Ecoguardias" y dos aeroplanos ligeros de patrullar el área boscosa para evitar actividades irregulares o la ocupación ilegal. Al mismo tiempo hay un programa extensivo de reforestación en el cual son plantados 12 millones de árboles anualmente, los cuales de acuerdo a estimaciones, sólo la mitad de ellos sobrevive.

1.3. Medidas del Sector Público

Es incuestionable que el medio ambiente haya llegado a ser tan crítico en el Valle de México. Si no se toman pasos correctivos inmediatos, el Valle enfrentará un colapso ecológico.

La situación es sabida y ha contribuido al hecho que haya una relativamente bien desarrollada conciencia ambiental en la planeación oficial, aún cuando sólo queda en eso.

El principal enfoque de la intervención pública en los problemas ambientales de la Ciudad de México se sitúa en las siguientes áreas:

- descentralización de las actividades industriales
- introducción de criterios ecológicos en la planeación y la economía
- radical reorganización de los desechos sólidos de la metrópolis
- medidas inmediatas y programas en otras áreas ambientales (contaminación del aire por fuentes móviles, contaminación de agua y emisión de ruido, etc), correspondientes a los respectivos problemas

Desde el punto de vista de declaraciones políticas y de planeación, las actividades de protección al ambiente se han visto en la necesidad de crecer continuamente. Sin embargo persiste el cuestionamiento de qué puede realizarse verdaderamente.

Aún más que países industrialmente ricos, México tiene limitaciones de orden político y económico, por ello puede esperarse que sean implementadas medidas a corto y mediano plazo para facilitar la subsistencia ecológica en lo futuro de la ciudad.

CAPITULO II

FORMULACION DE OBJETIVOS

CAPITULO II FORMULACION DE OBJETIVOS

2.1. Objetivos del trabajo

Un número de medidas han sido propuestas por el Plan Maestro de Desechos Sólidos para la Cd. de México a fin de mejorar

la recolección, procesamiento y eliminación de desechos sólidos, sin embargo estas tareas son sólo una parte de un "Esquema del Control y Manejo de los Desechos Sólidos" que lo plantea la especialista Sandra J. Cointreau (1), quien en forma amplia describe qué debe abarcar un control sistemático en los aspectos relativos a:

- generación de desechos sólidos
- almacenamiento
- recolección
- transporte
- separación
- procesamiento
- reciclaje
- recuperación de materiales y
- eliminación de desechos sólidos

El principal objetivo de este trabajo es enfatizar todos los aspectos anteriores que se considera tengan una alta prioridad para evitar mayor impacto negativo en el medio ambiente.

Dada la situación actual, en la que tres nuevos lugares, donde se lleven acabo la práctica de rellenos sanitarios que estén operando en las siguientes décadas, éstos habrán de cumplir los mínimos requerimientos sin empeorar al ya bastante contaminado medio ambiente del Area Metropolitana de la Ciudad de México.

Al no tomar en cuenta ciertos lineamientos que preserven la ecología de esta urbe, tales sitios de relleno continuarán operando como cualquier tiradero a cielo abierto sin control alguno, en lugar de operar como un relleno sanitario que cumpla con normas mínimas de operación.

Cabe hacer mención que una de las acciones conjuntas que se proponen es poner en operación plantas de incineración, las que de no estar equipadas con filtros electrostáticos pueden contribuir a la contaminación y diseminación de emisiones como es la dioxina, producto cancerígeno detectado en países que realizan la práctica de incinerar sus desechos para producir energía eléctrica, lo que a la larga traería efectos poco favorables para la población que habite en las inmediaciones de dichas plantas.

Se menciona en el plan maestro que las plantas incineradoras quedarían restringidas solo en el caso de desechos generados por hospitales, no obstante estos desechos son sólo una pequeña porción de la cantidad total de basura producida en la ciudad. Un objetivo de este trabajo es por lo tanto enfatizar los impactos ambientales producidos por estas plantas.

Entre los alcances propuestos para la consecución del mejoramiento de acciones, el trabajo pretende:

- Proporcionar lineamientos para la mejor planeación del control y manejo de los desechos sólidos con criterios ecológicos;

- Proporcionar mejores lineamientos para la recolección y transporte de desechos peligrosos generados por hospitales.

- Proporcionar información técnica en cuanto a los procedimientos usados actualmente, sujetos a ser mejorados. Se pretende en este trabajo discutir los posibles pasos después de que un sitio de relleno se ha agotado, dando pautas que evitan impactos ecológicos en los ecosistemas existentes;

- Proporcionar líneas de acción para el control y operación de la eliminación de desechos sólidos, incluyendo sitios destinados a rellenos sanitarios, plantas incineradoras y plantas para producción de composta, además de estas propuestas, el trabajo plantea recomendaciones en la disposición de algunos criterios para la selección de sitios mas adecuados para la realización de rellenos sanitarios de acuerdo a los planes de uso de suelo existentes.

- Proporcionar información acerca de tecnologías alternativas aplicadas para mejorar las condiciones de operación y disminuir los costos de manejo y recuperación de sub-productos.

-Proporcionar información de como reducir la generación de desechos sólidos a nivel doméstico, enfatizando el reciclaje y recuperación de materiales sujetos a reutilizarse o reelaborarse.

-Proporcionar líneas de acción sobre los tipos de tareas que elevarían la conciencia ecológica.

Los desechos industriales no son considerados en este trabajo dado que estos son materia de un análisis más detallado para su eliminación.

Cabe mencionar que instituciones como el Banco Mundial que actualmente financian proyectos para el mejoramiento de los servicios derivados del manejo y control de desechos sólidos, proponen objetivos cuyas metas son:

- Mejorar y salvaguardar el bienestar y la salud pública.
- Reducir la generación de desechos.
- Incrementar la recuperación de recursos y su reutilización y
- proteger la calidad del medio ambiente.

Este último punto encierra la consecución de los demás, pues de existir un medio ambiente nocivo del que de una manera u otra sobrevive la población trae como resultado malestar en el desarrollo de las actividades que mueven a todo el sistema.

La propuesta de rellenos sanitarios confinados con producción de gas metano que sirve:

a) para consumo habitacional o industrial alternativo al suministro de gas butano;

b) para generación de energía eléctrica, que contribuya a la infraestructura del lugar;

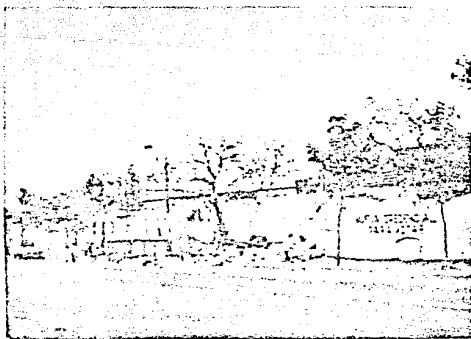
c) para la correcta eliminación o disposición de desechos sólidos, sin afectar al medio ambiente.

desarrollado en el Capítulo VI coincide con las metas del Banco Mundial.

2.2. Objetivo del tratamiento de los desechos sólidos

Los principales objetivos del tratamiento de los desechos son:

- 1) La reducción del volumen y peso del material a ser eliminado
- 2) La reducción de emisiones tales como olores y lixiviación (segregación de líquidos)
- 3) La recuperación de recursos con posibles costos de eliminación.



CAPITULO III

SITUACION DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

CAPITULO III ANALISIS DEL PROBLEMA

3.1. Análisis de la situación

En un estudio de la contaminación por la basura que el Departamento de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salud llevó acabo hace algunos años se llegó a una conclusión importante en la que muchos habitantes de una manzana a la que se le había sometido en estudio demostraban "una actitud apática resultado de arrojar la basura por donde fuera"

El estudio también descubrió la creencia sostenida por muchos en el sentido que "alguna persona habría de recoger la basura que cada quien arrojara" y que arrojarla a lotes vacíos o casas deshabitadas era mucho mas fácil y requería menor esfuerzo que colocar la basura en los lugares adecuados y a las horas adecuadas en que se hace la recolección.

Una investigación iniciada por el mismo Departamento de Mejoramiento del Ambiente mostró dos factores del daño ambiental:

Una carencia de conciencia ambiental y
un cierto aspecto psicológico.

El problema de la contaminación generado por la basura en la ciudad de México donde se reporta que son producidas 11,582 toneladas de basura (Ver tabla 1) por día es bien conocido, dicha contaminación se genera a nivel doméstico así como se extiende a las calles haciéndose cada vez más crítica y alarmante.

La apatía hacia estos aspectos y la ignorancia obvia de los numerosos y críticos daños a la salud y al medio ambiente son causados por estos malos hábitos.

3.2. El suelo y su contaminación

La contaminación del suelo ha crecido considerablemente en las últimas dos décadas, principalmente debido a contaminantes del tipo sólido, líquido y gaseosos generados por el rápido crecimiento de la población y el crecimiento industrial.

3.2.1. Desechos sólidos

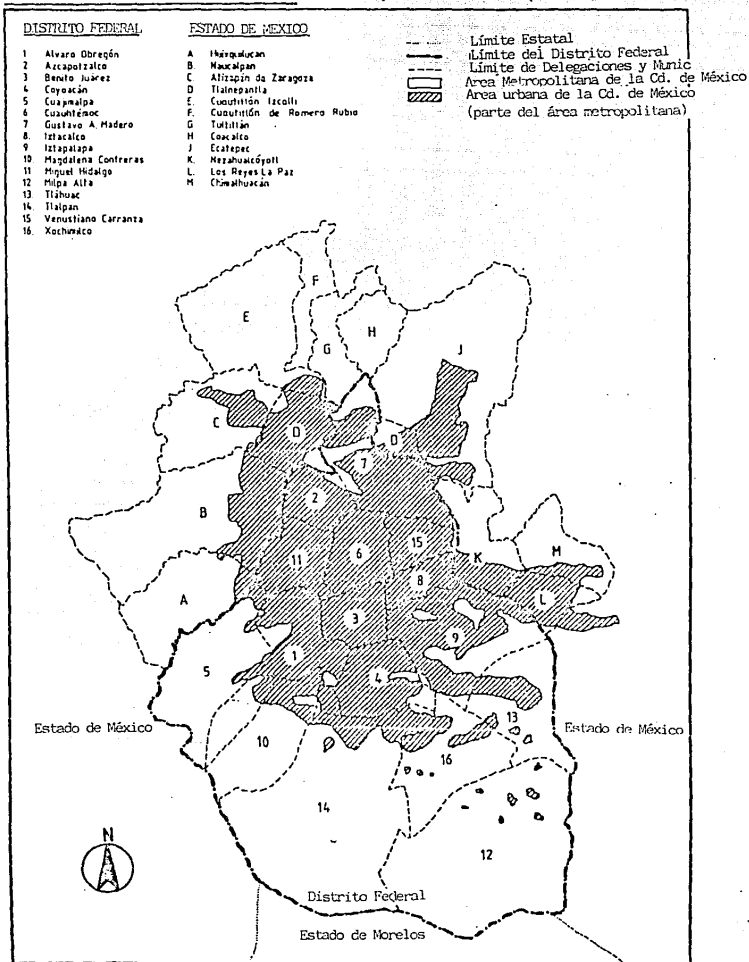
Al tratar el tema de la contaminación del suelo, es necesario referirse al hecho de que en la medida que más grande sea la población, mayor será la producción de desechos sólidos. Por lo que se deriva que un incremento en la generación de basura es proporcional al incremento de la población.

La producción de desechos sólidos por habitante se incrementa de 2 a 3 % por año. La razón de este incremento es la sobre-urbanización (Ver Fig.3) y el cambio de hábitos provocados por la tecnología moderna.

A lo largo de los años y con los avances tecnológicos, la composición de los desechos sólidos han ido cambiando, los desechos biodegradables han sido reemplazados por materiales que se descomponen mas lentamente o con dificultad.

DISTRITO FEDERAL Y AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

FIG. 3



Los desechos biodegradables no causaban problemas a las primeras generaciones debido a su transformación y reincorporación; sin embargo, los desechos de hoy en día provocan serios cambios en el apoyo a la vida de los ecosistemas.

A pesar de los avances tecnológicos en materia de desechos sólidos, México aún usa métodos arcaicos y tradicionales en el manejo de dichos desechos.

Los métodos de procesamiento y eliminación de basuras, generalmente no se amoldan a los mínimos requerimientos sanitarios. Estos causan contaminación ambiental a escala nacional. No obstante, se están tomando algunos pasos para la planeación y para la reducción del impacto ambiental con el propósito de proteger la salud pública .

3.2.1.1. Clasificación de desechos sólidos

Los desechos sólidos se producen en la vida diaria, en la que todos los materiales se convierten en desecho cuando el propietario no les encuentra el valor suficiente para conservarlos.

Los desechos sólidos generalmente se dividen en dos grupos:

- Desechos municipales y
- Desechos Industriales

Los desechos municipales, a su vez están formados por:

- desechos domésticos
- desechos administrativos
- desechos comerciales y
- desechos institucionales

Una clasificación mas precisa de los materiales de desecho ha sido dada por la Oficina de Materiales de desecho sólidos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América. y es como sigue:

- Basura** Desperdicios de la preparación, cocinado y servicio de comida, desperdicios de mercados, basura producto del almacenaje y venta de productos y alimentos.
- Desechos** Derivados de combustibles (principalmente orgánicos): papel, cartón, cartoncillo, madera, cajas, viruta, plásticos, trapo, ropa, paja, cueros, pieles, hule, pasto, hojas, etc.
Del: hogar, instituciones y de tipo comercial incluyendo restaurantes, mercados, tiendas y hoteles, etc.
No combustibles (principalmente inorgánicos): Metales, botes de hojalata, cubiertas de metal, lodos, piedras, ladrillos, cerámica, loza, vidrio, botellas y otros desperdicios minerales.
- Cenizas** Residuos de fuegos utilizados para cocinar, residuos de calderas.
- Desechos Voluminosos** Refrigeradores, muebles, árboles, juguetes viejos, ramas, etc.
- Basura de la Calle** Del barrido de calles, suciedad, hojas, de los botes para basura menuda, de lotes vacíos, etc.

Animales Muertos burros, etc.	Animales pequeños: gatos, perros, pollos, Animales grandes: vacas, caballos,
Vehículos Abandonados	Automóviles de chatarra.
Desechos de la construcc.	Madera, materiales de demolición, cascajo, escombros, desperdicios de tubos, alambre, aislamiento, etc.
Desechos Industriales	Desechos sólidos resultantes de procesos Industriales y operaciones de manufactura, tales como: procesamiento de alimentos, cenizas industriales, desperdicios de madera, fragmentos plásticos y metálicos, etc.
Desechos Especiales	Desechos de alto riesgo: patológicos, explosivos, radioactivos, desechos químicos, etc.
	Desechos de seguridad: documentos confidenciales, papeles negociables.
Desechos Animales y agrícolas	Excrementos, estiércoles, residuos de cosecha originados en granjas, lotes de engorda, etc.
Desechos filtración	Sólidos derivados de los procesos de cloacales y plantas de tratamiento, fosas sépticas, etc.

3.3. Factores que afectan el control y manejo de desechos sólidos

El incremento demográfico, los cambios de hábito de consumo, el nivel socio-económico, las principales actividades de la ciudad de México, las condiciones climatológicas y el desarrollo tecnológico son los principales factores que han afectado en forma "cualitativa y cuantitativa" la generación de desechos sólidos en la Cd. de México.

Esto se refleja por un ininterrumpido incremento en las cantidades de desechos sólidos por habitante por día que son de 11,872 ton y de otras fuentes de desechos, como son las generadas por industrias, comercios y hospitales en México.

Pero se persiste en este trabajo en la teoría que: Los desechos sólidos deberán ser recolectados, transportados, procesados y eliminados de una manera sanitaria adecuada para evitar ser dañinos a la salud pública y a fin de proteger el medio ambiente.

La demanda de servicios públicos y privados se ha incrementado considerablemente en los últimos 10 años, ya que la generación de desechos sólidos en las pasadas tres décadas se ha incrementado hasta en 753%, lo cual ha excedido en mucho la capacidad de los servicios públicos y privados.

3.3.1. Almacenamiento

El almacenamiento se define como la contención intermedia de los desechos sólidos de manera aprobada, después de la generación y previa a su eliminación final, de tal manera que los desechos sólidos no causen contaminación o favorezcan el desarrollo de fauna nociva.

La carencia de una educación ambiental entre la población es reflejada por el deficiente control y manejo de los desechos sólidos en las fuentes generadoras. Esta situación es representada por los datos obtenidos por el Departamento de Mejoramiento del Ambiente en 1972.

Ese estudio determinó que 90 por ciento del almacenamiento de basura (botes domésticos) usados en las casas eran inadecuados. Lo mismo es aplicable a industrias, mercados, centros comerciales y otras fuentes generadoras de energía.

Además de acrecentar las condiciones para la reproducción de fauna nociva (transmisores de enfermedades), el almacenamiento deficiente de los desechos sólidos provoca serios problemas en la contaminación del suelo y los mantos acuíferos. La importancia del almacenaje de desechos en un sistema integral de limpieza urbana no puede ser subestimado.

Un sistema ineficiente afecta directamente en los sistemas de recolección, haciéndolos mas lentos y elevando sus costos de operación.

3.3.2. Servicio de limpia en las calles

El barrido de las calles aparece debido a la necesidad de mantener limpios los lugares de uso público, aunque los fondos públicos destinados a este rubro se han incrementado, no ha ocurrido un incremento en la eficiencia debido al sistema inadecuado e ineficiente, problema que es difícil y tomara tiempo el corregirlo.

3.3.3. Recolección y transporte

Los problemas de recolección y transporte se pueden resumir en tres aspectos básicos:

- 1) Carencia de personal técnico entrenado,
- 2) Uso de equipo técnico inadecuado y
- 3) Sistemas administrativos deficientes.

La falta de personal técnico entrenado en los servicios municipales significa ineptitud para crear planes a corto y largo plazo los cuales incluirían los aspectos técnico-administrativos para proporcionar sistemas de recolección y transporte eficientes.

Por otra parte, el personal operativo carece de entrenamiento, aunado a que los métodos de recolección no optimizan el equipo de tal forma que los costos de recolección se elevan y la eficiencia decrece.

De esta manera, equipos inadecuados y deficientes dan por resultado baja eficiencia y deterioro en la calidad del servicio.

La presente situación administrativa no es muy prometedora ya que no existe una estructura de control y manejo capaz de establecer un sistema de cuotas, lo que se ajuste a los costos reales del servicio prestado.

La ineficiencia se muestra también por una falta total de mantenimiento regular en los camiones recolectores, lo que resulta en altos costos de mantenimiento correctivo y un decremento en la vida útil de los vehículos de transporte y recolección.

Todos estos factores acentúan la formación de basureros dentro de áreas urbanas, provocando contaminación del suelo y del aire cuando se les incinera. Además el problema del transporte de desechos sólidos se ha llegado a complicar con el crecimiento de la urbe y este aspecto ha sido escasamente analizado.

Una de las dificultades es que los vehículos de recolección se usan en las hora pico, causando largos retrasos en tiempo y por lo mismo disminuyendo la eficiencia y elevando los costos de operación.

Los problemas se empeoran en las afueras de la ciudad, donde aun se es necesario el llevar acabo y analizar estudios de factibilidad para establecer estaciones de transferencia de basura.

3.3.4. Procesamiento

El procesamiento es la transformación de los desechos sólidos. En México se utilizan en la actualidad los sistemas de incineración y reciclaje-composteo. La incineración se presenta principalmente en el caso de desechos de clínicas y hospitales, públicas o privadas. Esta se ha convertido en una importante fuente de contaminación atmosférica debido a su inadecuada operación y falta de mantenimiento.

En la actualidad operan tres plantas incineradoras para desechos de alto riesgo en el D.F. y en conjunto suman una capacidad de 250 toneladas por día.

Hay una planta de composteo en el D.F. "San Juan de Aragón (Ver Fig.7) y otra para trituración de desechos "Santa Fé" en el oeste de la ciudad.

Ambas plantas procesan solo una mínima parte de desechos sólidos. El principal problema que enfrentan los sistemas de procesamiento de desechos sólidos radica en la fase de operación, control y manejo, lo cual incrementa enormemente los costos de operación y genera contaminación ambiental.

Los aspectos de comercialización del producto final de la planta de composteo, el que no se compara con un abono sino sólo como un acondicionador de terreno requieren de un estudio más minucioso a fin de hacer rentable la planta existente.

3.3.5. Eliminación total

Hay tres puntos que deben considerarse en la eliminación de los desechos sólidos de cualquier asentamiento humano:

- 1) Evitar la producción de alteraciones de tipo sanitario.
- 2) No ocupar suelo en las ciudades, el cual pueda ser útil para otros propósitos y
- 3) Evitar condiciones de desarrollo para la reproducción fauna nociva, la que amenace o dañe la salud humana.

En la mayoría de las ciudades mexicanas hablar de eliminación de desechos es hablar de tiraderos abiertos. Así, cientos de hectáreas de buen suelo fértil destinado a la agricultura se ha perdido. Esta pérdida de suelo continuará dada tal practica inadecuada de eliminación de desechos.

Aparte del problema de la contaminación y pérdida de suelo, la indiscriminada eliminación de desechos en lugares inadecuados ha contaminado corrientes naturales que son suministros para el consumo y uso humano, haciéndolas inútiles e incrementando los costos de purificación.

Uno debería de notar también la contaminación atmosférica y los problemas de salud pública debidos a la incineración tiempo atrás de los tiraderos de Santa Fé y Santa Cruz Meyehualco (Ver Fig.6)

Más reciente en el tiradero de Atizapán de Zaragoza, el que no por estar en el Estado de México, no dejará de afectar a la Cd. de México al haber sido acarreadas por los vientos cantidades considerables de gases contaminantes debidos a la combustión de la basura ahí depositada, otros casos son los tiraderos de Naucalpán y Ecatepec.

Las razones dadas por las autoridades responsables del uso de tiraderos abiertos como métodos de eliminación, son las siguientes:

Tradicción

Razones Económicas y

- Falta de conocimiento acerca de técnicas adecuadas

No queda duda que las autoridades continuarán eliminando los desechos sólidos en las afueras de la ciudad (periferia) en los habituales tiraderos abiertos. Con lo que el suelo rendirá inutilidad para cualquier otro propósito.

La falsa percepción de economía al utilizar el tiradero abierto como método de eliminación es un gran error, sin embargo, se tiene por acuerdo que los costos directos en el proceso son bajos pero los costos indirectos mediatos son altos.

Se ha reconocido la necesidad de un mantenimiento más preventivo y correctivo. La falta de supervisión al personal significa que estos desperdician bastante tiempo en maniobras de carga y descarga, lo que obstaculiza la recolección.

Finalmente el problema serio es el peligro de contaminar las fuentes de agua potable. Esto elevaría los costos considerablemente, en la medida que se incrementa el tratamiento de esta fuente u obliga a la necesidad de cambiar de fuente de abastecimiento.

La carencia de educación y entrenamiento entre el personal muestra que en la mayoría de los casos, tienen cierta experiencia la que les ayuda a llevar acabo sus trabajos; pero no significa en manera alguna que resuelva el problema.

3.4. Datos relativos al manejo-control de desechos y recuperación de recursos

3.4.1. Situación dentro del Area Metropolitana de la Ciudad de México

Esta sección del trabajo contiene los siguientes aspectos:

- a) Estimación de la cantidad de desechos domésticos generados por habitante por áreas específico
- b) Principales generadores de desechos industriales y comerciales
- c) Características de los desechos generados por hogares, industrias y comercios (composición, densidad, contenido de humedad, tamaño y distribución de materiales de desecho)
- d) Sistemas de recolección de desechos
- e) Prácticas actuales de la eliminación de desechos

- f) Actividades actuales para la recuperación de recursos (sector formal, sector informal) incluyendo estimación de volúmenes
- g) Procesos potenciales para el reciclaje de desechos que parecen ser económicamente justificados

3.4.2. Desechos sólidos y materias afines

Las ineficiencias en el sistema orillan a la acumulación de desechos en calles poco transitadas, o en tiraderos clandestinos dispersos por la ciudad. Estos son periódicamente limpiados de desechos y escombros en el caso de ser necesario para usarse como pensiones para autos.

En tanto industrias y firmas comerciales mediante arreglos privado transportan sus desechos a los sitios de depósito y eliminación oficiales.

La gran mayoría de desechos sólidos en la actualidad una vez que son recogidos en los camiones recolectores, se les separa aún durante el trayecto bien sea a plantas de transferencia, como es el caso del cartón y vidrio que es sujeto de ser vendido con facilidad, o al llegar a plantas de reciclaje como la de San Juan de Aragón (Ver Fig.7), se separan materiales reciclables y se produce composta para su posterior venta, el resto de residuos se transporta a barrancas o sitios de relleno sanitario.

La eliminación de desechos con cierto grado de riesgo son enviados a un relleno para desechos químicos en Ciudad Sahagún, aparte del cual se tenían siete tiraderos que fueron cerrados en los años 1984-1985 para dar paso a nuevos sitios de relleno sanitario a fin de 1985.

Respecto a municipios del Edo. de México que colindan con el D.F. y que forman parte del área conurbada, existe generalmente un sitio de eliminación de desechos sólidos, que puede ser compartido con otro municipio. Tanto los tiraderos como los rellenos sanitarios controlados son relativamente pequeños con una vida bastante limitada.

3.4.3. Factores que afectan la eficiencia del servicio

Los principales problemas que afectan la eficiencia de la recolección y eliminación en la Cd. de México son entre otros los que siguen:

- falta de personal
- inadecuado numero de vehículos y equipo asociado
- carencia de herramientas y refacciones
- deficiencias en el mantenimiento de equipo
- carencia de control y supervisión
- limitados recursos financieros

Algunos otros factores técnicos que afectan la eficiencia de los servicios de recolección en el Distrito Federal son:

- énfasis limitado sobre el equipo de estandarizacion, haciendo mas difícil el mantenimiento que lo necesario.
- Llenado incompleto de vehículos de recolección y sub-utilización del equipo de compactacion, aun si hay disponible o en operación, debido a la carencia de entrenamiento de control y manejo de las unidades,
- falta de control sobre la planeación de rutas;

- retrasos en el tránsito debido a los congestionamientos y a la entrega de materiales recuperables a depósitos privados; así como la recolección privada convenida entre los conductores de los vehículos recolectores y compañías privadas;
- la aún carencia de mayor número de estaciones de transferencia, genera muy a menudo largas jornadas.

En el Estado de México prevalece una situación similar; aunque el número de vehículos recolectores se diga que es suficiente, la carencia de mantenimiento preventivo y la planeación precaria son los principales factores que contribuyen a la ineficiencia.

Para mejorar los presentes procedimientos de recolección, transporte y eliminación de desechos dentro de la Cd. de México sobre una base más específica fue propuesta la implementación del Plan Maestro de Desechos Sólidos para el período 1984-1988 para servir al área federal.

Dado que no se puede circunscribir la influencia de la Ciudad de México con respecto al resto del Área Metropolitana de la Ciudad de México, se requiere que los municipios adyacentes al D.F. marchen por líneas de desarrollo similares donde sea apropiado.

El Plan cubría un amplio rango de medidas para mejorar: Los servicios de recolección y transporte, incluyendo el establecimiento de nuevas estaciones de transferencia;

Arreglos en los sistemas de eliminación, por medio de tres nuevos sitios de rellenos sanitarios y la culminación de dos plantas de incineración para la destrucción de desechos hospitalarios y médicos.

Recuperación de materiales del desecho y operaciones de composteo en San Juan de Aragón:

Entrenamiento de personal;

Implementación de nuevos reglamentos que incluyan la organización, control y manejo de desechos, diseñada para mejorar y optimizar el servicio de recolección para la industria y el comercio de forma rentable, minimizar las operaciones de pepena de los vehículos recolectores y controlar cualesquiera actividad de pepena siguiendo negociaciones con el sindicato de pepenadores.

Evitar en la medida de lo posible las operaciones de carga y descarga de desechos durante las horas "pico", y retraso debido a efectos de la informal separación de materiales recuperables en el transcurso de los sitios de recolección y las plantas de transferencia o lugares de depósito oficiales.

3.4.4. Opciones para mejoramiento del servicio

Se proponen las siguientes opciones para el mejoramiento del servicio:

- poner énfasis en la estandarización del equipo

- introducción de un mayor número de estaciones de transferencia en el Edo. de México con un mayor uso de sitios de relleno sanitarios compartidos entre municipios.
- incrementar el uso de vehículos de transferencia tipo compactador en lugar de trailers abiertos.
- uso de equipo mas moderno para compactación de alta presión con base en las estaciones de transferencia a la par de contenedores de desechos sólidos, además del uso de contenedores de descarga mas apropiados.
- a largo plazo, se plantea la construcción de estaciones de transferencia ligadas a la red ferroviaria, con desechos altamente compactados (previa recuperación de materiales reciclables) transportados por ferrocarril más allá de los límites de la ciudad ya sea a nuevos sitios de relleno sanitario o plantas de composteo cercanas a áreas agrícolas o cinturones verdes en donde la composta pueda ser usada como acondicionador de suelo.
- obtener beneficios futuros de la mezcla de lodos activados con la composta (más el agregado de nutrientes químicos, si requiere) a fin de ser usada como un abono más efectivo que un simple acondicionador de suelo.
- como alternativa energética se tiene proyectado el producir gas metano como un subproducto del tratamiento de lodos dentro de un proceso anaeróbico, en el que dicho gas generaría electricidad o a su vez energía mecánica directa.

Es este último punto en el que se tratará más adelante, a fin de evaluar con respecto a otros métodos de eliminación de desechos: qué beneficios y ventajas reportaría su utilización, en particular se estudiará la eliminación por incineración con la posibilidad de generación de energía eléctrica. La que presenta inconvenientes al contribuir con emisiones contaminantes al medio ambiente.

3.4.5. Problemas y cuestiones a resolver

Dentro de las condiciones que afectan el control y manejo de desechos sólidos en la Cd. de México se cuentan aspectos de tipo tradicional, socio-cultural y de índole económico. Especialmente significativos son los efectos sociales, políticos y económicos del sector de pepenadores que influyen en el control, eficiencia y seguridad de los sitios existentes de eliminación de los desechos sólidos.

La así llamada "pepena" ocurre en todos los sitios de eliminación de desechos sólidos dentro del Distrito Federal. Los que permiten que trabajadores voluntarios, separen y clasifiquen materiales de los vehículos recolectores así como de otros que realizan la separación de materiales recuperables previa acción del relleno sanitario. Una estimación del total de pepenadores dentro del área metropolitana se cuenta en alrededor de 20,000 personas.

Las autoridades del D.F. han propuesto limitar las operaciones de rescate de materiales de reciclaje a los vehículos recolectores, así como la acción de "pepena" en los nuevos sitios destinados a rellenos sanitarios, lo cual ha resultado poco efectivo.

Un caso particular es el del sitio denominado "Bordo Poniente" el que debido a su cercanía con el área del Lago de Texcoco, la que durante décadas es sujeta de un desarrollo ecológico importante, se impidió la presencia de dichos pepenadores.

Delicadas negociaciones con la Unión de Pepenadores del D.F. son necesarias para lograr estos objetivos y parece probable que se alcanzará al menos, la "pepena" en forma limitada en un corto plazo, siendo tolerada en otros de los nuevos sitios de relleno sanitario denominado: Barranca de Tlapizahuaya y Volcán La Caldera. (Ver Fig.6)

Las actividades de reciclaje en estos sitios son al final de cuentas de una naturaleza informal. Estas, interrumpen el manejo y control adecuado del sitio destinado a relleno sanitario, también crean condiciones ambientales precarias en estos sitios. Contradictoriamente generan ganancias substanciales al sector privado que hace uso de material recuperable sujeto de ser reutilizado. A la fecha, estos recursos no contribuyen a mejorar la recolección pública o los servicios de eliminación de basura disponibles.

Existe una fricción constante entre los pepenadores y los trabajadores de los vehículos recolectores, teniendo como premisa que los primeros seleccionan la basura de mas valor como es: papel, cartón, vidrio, etc., antes de llegar al deposito. Una vez en estos sitios el pepenador establece una cuota por dejar descargar en su "terreno asignado"

La alternativa que plantean autoridades del D.F. es que si año con año invierten miles de millones en este sector, bien podría concesionarse a particulares a fin de no hechar recursos en "saco roto" y poder reeditar lo que se gasta.

3.4.6. Esquema de la práctica del control y manejo de desechos sólidos

Se hace manifiesto de acuerdo a un estudio detallado de las implicaciones financieras y de orden práctico, que plantas de reciclaje con o sin recuperación de materiales reutilizables, con posibilidad de elaboración de composta, como del tipo que se viene utilizando en San Juan de Aragón, (Ver Fig.7) son las más prometedoras, teniendo en cuenta el problema de los pepenadores.

Las principales razones de esto son que se utiliza una selección manual de materiales por medio de bandas transportadoras, lo que resulta relativamente simple y conveniente.

El hecho de que generan empleo, así como el que su ubicación cercana a puntos de transferencia por carretera o ferrocarril, mas que al sitio de eliminación final minimiza los requerimientos de transporte voluminoso. También al hecho de que la proporción de reciclaje del total de desechos sólidos podría elevarse.

No obstante, se sugiere que no sea ignorada la posibilidad de plantas más avanzadas que usen procesos de separación automática para cubrir volúmenes de desechos mayores o mayor captación de reciclables.

El inconveniente en este caso es que a mayor volumen mayor mantenimiento, lo que hace reflexionar en poner en operación plantas piloto a menor escala, las que podrían proporcionar una invaluable información para comparar con la planta existente.

3.4.7. Generación de desechos sólidos

Las cantidades de desechos sólidos producidos diariamente dentro del Área Metropolitana de la Cd. de México están en función de la población y los niveles socio-económicos dentro de cada Delegación del D.F. Estas cantidades también dependen del grado de actividades institucionales, comerciales e industriales dentro de estas áreas. Estadísticas actuales de los desechos sólidos generados en el D.F. se basan en el Plan Maestro de Desechos Sólidos para 1984-1988, (2) producidos en octubre de 1984.

TABLA 1. DESECHOS SOLIDOS GENERADOS EN EL D.F.

<u>Fuente Originadora</u>	E t a p a s			%
	1984	1990	2000	
	(toneladas por día)			
Basura doméstica	6,510	7,773	10,447	67.1
Barrido de calles				
c/vehículos mecaniz.	490	585	786	5.1
Subtotal:	7,000	8,358	11,233	72.2
Desechos industr.de				
mercados y hosp.	2,700	3,224	4,333	27.8
Total:	9,700	11,582	15,566	100.0
Basura doméstica				
(Kg/persona/día):	0.65	0.78	0.83	1.05

Fuente: Plan Maestro de Desechos Sólidos 1984-88, DDF, OCT. '84
 Watson, D. "United Nations Development Programm
 Project, GLO/80/004", World Bank, Feb. 1985-Nov. 1987"

Los datos de la tabla indican un total de desechos sólidos de 9,700 ton/día en el año 1984, que a la proyección del año 2000 llegaría a 15,566 ton/día considerando un incremento de tres por ciento anual de acuerdo al Plan Maestro de Desechos Sólidos 1984-1988.

Los volúmenes domésticos generados por persona por día en el año de 1984 se estimaron de acuerdo a una población de 10'013,407 habitantes, las proyecciones para los años siguientes se toman de acuerdo a los aumentos de generación de desechos sólidos del tres por ciento anual, de acuerdo también al Plan mencionado.

El Departamento de Servicios del D.D.F. indicaba que el promedio del volumen total de desechos sólidos recolectados dentro de las 16 Delegaciones era alrededor del 80 % del total de desechos sólidos generados. (Ver Fig.3, tabla 2)

Una considerable volumen de basura no recolectada de manera regular o frecuente, particularmente en áreas donde el acceso para los vehículos recolectores es difícil, es arrumbada o incinerada en terrenos públicos o privados y aun dejada en la vía pública, residentes de estas áreas suelen quemar su basura o llevarla a la avenida principal donde se realiza el barrido más regularmente para que los barrenderos la recojan.

También ocurre una indiscriminada acumulación de basura en canales de drenaje, donde proliferan las descargas o montones de basura, las que son limpiadas periódicamente por los servicios de recolección de las autoridades locales.

Sin embargo, un factor adicional importante que explica las diferencias entre las cantidades generadas y las recolectadas es la actividad de los pepenadores, particularmente en la noche, quienes se ganan la vida recolectando y vendiendo productos seleccionados de la basura.

A continuación se da un desglose por Delegación del volumen total de desechos sólidos que se recolecta regularmente dentro del Distrito Federal.

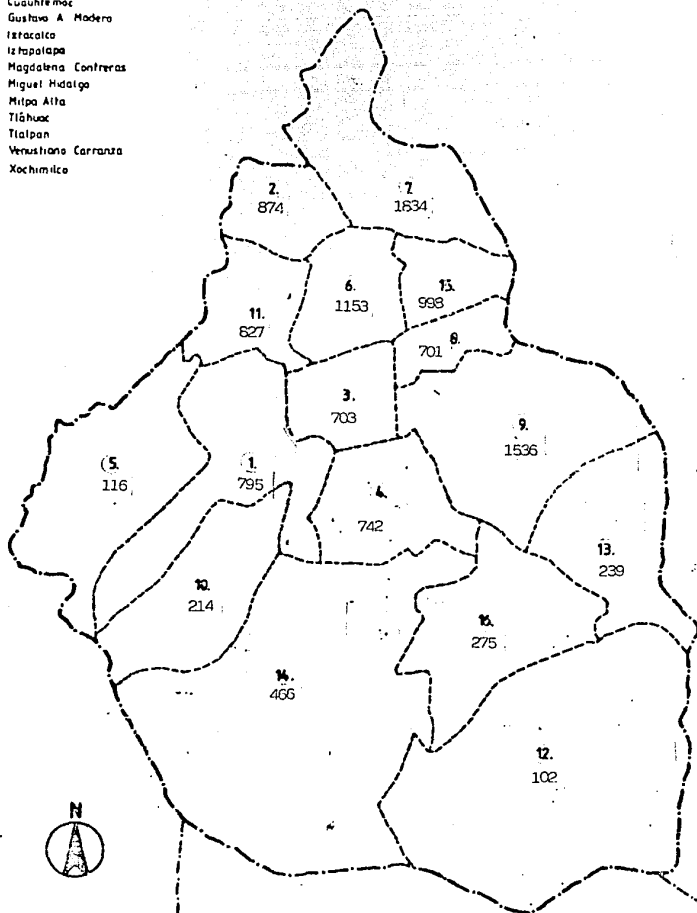
TABLA 2. DESECHOS SOLIDOS GENERADOS DENTRO DE CADA DELEGACION EN LA CIUDAD DE MEXICO

DELEGACIÓN POLÍTICA	E t a p a s			
	1984	1990	2000	%
	Toneladas		por día	
Alvaro Obregón	666	795	1,068	6.9
Azcapotzalco	732	874	1,175	7.6
Benito Juárez	589	703	945	6.1
Coyoacán	622	742	998	6.4
Cuajimalpa	97	116	156	1.0
Cuauhtémoc	966	1,153	1,550	9.9
Gustavo A. Madero	1,536	1,834	2,465	15.8
Iztacalco	587	701	942	6.1
Iztapalapa	1,286	1,536	2,064	13.3
Magdalena Contreras	179	214	287	1.8
Miguel Hidalgo	693	827	1,112	7.1
Milpa Alta	85	102	136	0.9
Tláhuac	200	239	321	2.1
Tlalpan	390	466	626	4.0
Venustiano Carranza	836	998	1,342	8.6
Xochimilco	230	275	369	2.4
Total:	9,694	11,575	15,556	100.0

Fuente: Plan Maestro p/ Desechos Sólidos 1984-88, DDF Oct. '84

EN LAS DELEGACIONES

1. Alvaro Obregón
2. Azcapotzalco
3. Benito Juárez
4. Coyoacán
5. Cuajimalpa
6. Cuauhtémoc
7. Gustavo A. Madero
8. Iztacalco
9. Iztapalapa
10. Magdalena Contreras
11. Miguel Hidalgo
12. Milpa Alta
13. Tiāhuac
14. Tlalpan
15. Venustiano Carranza
16. Xochimilco



Las Delegaciones Gustavo A. Madero e Iztapalapa reportan los volúmenes mayores, haciendo necesario considerar la creación de estaciones de transferencia con separación de materiales o reciclaje para aminorar su volumen en el futuro. (Ver Fig.4)

3.4.8. Densidad y composición de desechos

Estudios llevados a cabo recientemente dentro del D.F. indican que la densidad promedio de desechos sólidos como se recolecta se ubica en el rango de 160 a 275 Kg/m³

Tales densidades pueden corresponder a un país de ingresos medios, de acuerdo a Cointreau S.(1) Datos que van de 200 a 250 Kg/m³ son los reportados en varios municipios del Estado de México los que se incrementan de 300 a 400 Kg/m³ al ser transportados en vehículos del tipo compactador.

Las variaciones en la composición de desechos sólidos ocurren inevitablemente de zona a zona a lo largo de toda la ciudad; sin embargo se estableció una composición típica promedio para fines de planeación.

**TABLA 3 COMPOSICION TIPICA PROMEDIO DE DESECHOS SOLIDOS
 EN LA CIUDAD DE MEXICO**

Material	% del total
Papel	15.4
Cartulina	4.2
Vidrio	5.6
Vidrio de color	2.6
Hojalata	2.8
Fierro-acero	0.4
Residuos de comida (mat.orgánico)	49.5
Plástico duro	2.7
Plástico delgado	1.1
Materiales de construcción	1.3
Hueso	1.3
Madera	0.8
Trapo	4.2
Cuero	1.0
Cartón	1.2
Otros materiales	5.9
<hr/>	
TOTAL	100.0

Fuente: Plan Maestro para Desechos Sólidos, 1984-1988, D.D.F. Oct. 1984

El análisis de dicha composición de desechos es tal que los residuos de comida (material orgánico) cubre el 49.5% de los desechos, lo que favorece la eliminación de la basura por medio de procesos para producir composta o en el caso de los rellenos sanitarios para una mejor conversión de los desechos sólidos en gas metano.

Desechos Domésticos.-

Por mucho, se tiene que la mayor cantidad de desechos sólidos provenientes de la Ciudad de México son de origen casero. Aunque en la práctica, las cantidades de basura producida varían de zona a zona y de día a día, el volumen de generación de basura que ha adoptado el Departamento del Distrito Federal es de 0.78 Kg/persona/día (para el año 1990), aplicable tanto al D.F. y al resto del Área Metropolitana.

Tal estimación incluye pequeñas contribuciones de otras fuentes asociadas con los recorridos de recolección doméstica, esto es, la basura recolectada por el barrido manual de calles, basura de escuelas, oficinas de gobierno e instituciones similares (no se incluye hospitales) y desechos de la calle, botes de basura de parques y algunos establecimientos comerciales.

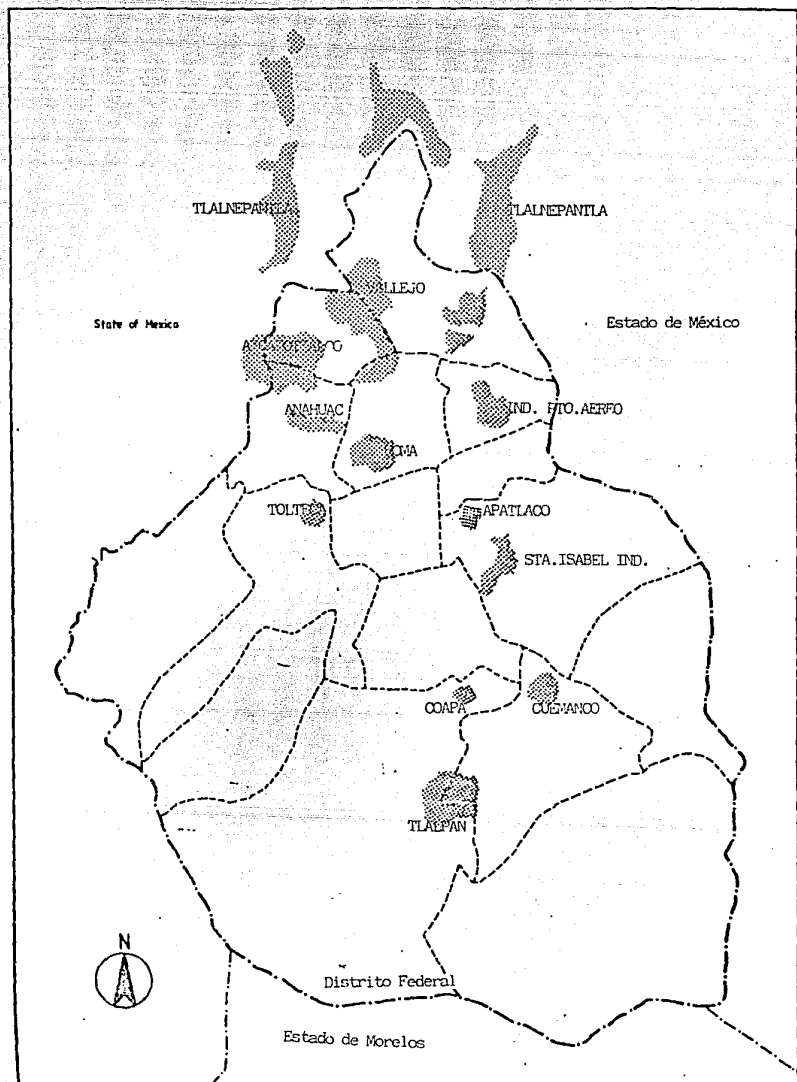
Estudios llevados a cabo en el Distrito Federal durante Mayo y Junio de 1984, hecho por consultores locales, confirmó el realismo de la estimación de basura con propósito de planeación, aunque en algunas zonas pobres dicha estimación se reduce a sólo alrededor de 0.4 Kg/persona/día.

Desechos Industriales.-

Las cantidades de desechos industriales incluidas en los datos antes mencionados para el D.F. relacionan las cantidades netas normalmente recolectadas seguidas de una reutilización extensa de las cantidades de desecho generadas dentro de la industria.

PRINCIPALES ZONAS INDUSTRIALES EN
EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO

FIG. 5



Según los datos reportados por el Departamento del Distrito Federal para 1983 indicaban que la cantidad de desechos sólidos industriales en el D.F. eran aproximadamente 9,700 toneladas por día de las cuales, el 70 % era reciclado, ya sea directamente dentro de la misma industria o por otras industrias, dejando 2,900 toneladas por día, las que requerían una eliminación por separado. (Ver Fig. 5) (2)

Desechos Comerciales.-

Aparte de las varias zonas de mercados, la principal y virtualmente única zona comercial de la capital estuvo por muchos años localizada en el Centro de la Cd. de México, en la Delegación Cuauhtémoc.

En años mas recientes, se han desarrollado otras zonas comerciales en el área de Insurgentes, Perisur y Tlalpan además de otras partes a lo largo de la metrópolis. Ningún dato cualitativo se tiene específicamente para desechos comerciales, más de los que se tienen de los mercados en el Distrito Federal, esto es porque parte de esta categoría se recolecta al mismo tiempo que la basura doméstica.

Los principales mercados en el Distrito Federal son: La Merced y Jamaica, los más viejos dentro de la ciudad, en la actualidad se cuenta con la Central de Abastos la cual abrió en Noviembre de 1982. En el resto de la ciudad y el Estado de México hay más de 100 mercados.

Las cantidades de desechos de los principales mercados del Distrito Federal en 1983 con una proyección para 1990 como fueron publicadas por la Secretaría de Industria y Comercio se presentaban como sigue:

TABLA 4 PRINCIPALES DESECHOS PROVENIENTES DE LOS PRINCIPALES MERCADOS DENTRO DE LA CUIDAD DE MEXICO

Fuente	E t a p a s	
	1983	1990
	toneladas/día	
La Merced	30	37
Jamaica	152	187
Central de Abastos	306	376
Otros	8	10
<hr/>		
Total:	496	610

Fuente: Plan Maestro para Desechos Sólidos, 1984-1988,
D.D.F. Oct. 1984

Estas cantidades se relacionan con aquellas disponibles de recolección y eliminación dadas por las Delegaciones. Las que constan de frutas, vegetales, pescado y carne así como cajas y material de empaque. En la práctica, la mayoría de los desperdicios orgánicos son vendidos en forma privada como alimento animal.

Desechos de Hospitales

A lo largo de toda la ciudad de México hay un amplio rango de establecimientos, a los cuales se les puede categorizar ampliamente como productores de desechos médicos.

Estos incluyen tanto material potencialmente de riesgo (el que es incinerado en el caso de grandes instituciones que operan sus propias plantas) así como desechos que representan poco o ningún daño, los que se asocian con actividades de abastecimiento de víveres de centros médicos.

A continuación se da un desglose de los diferentes tipos de establecimientos localizados dentro del Distrito Federal

TABLA 5. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y HOSPITALES EN CIUDAD DE MEXICO

Tipo de establecimiento	No. de establecimientos
Hospitales	106
Clínicas Hospitalares y otros centros clínicos	307
Unidades de Maternidad y sanatorios	226
Centros de la Cruz Roja y hospitales menores	228
Centros de salud	35
<hr/>	
	Total: 902
Número de camas:	
Sector público	15,469
Sector privado	10,413
<hr/>	
	Total 25,882

Estudios llevados a cabo en el Hospital Central Militar en la Cd. de México en 1983 indicaban una tasa promedio de generación de desechos por cama ocupada de 3.19 Kg/día

Por lo que el volumen generado de acuerdo al número de camas es:

$25.882 \text{ camas} \times 3.19 \text{ Kg/cama/día} = 82.563.58 \text{ Kg}$
redondeando, se tiene:
82.6 toneladas por día

Otros desechos.-

El número de vehículos estimados existentes en el Área Metropolitana de la Ciudad de México es de casi 3 millones de vehículos, de los cuáles, 2.7 millones son automóviles privados, todos tienen una vida finita, por lo que requieren en un cierto tiempo ser desechados, volumen que de no ser vendido como chatarra significará un desecho voluminoso adicional.

No se tienen datos sobre el número de vehículos y otros artículos voluminosos como refrigeradores, estufas, etc., que sean convertidos en chatarra cada año. Suponiendo una vida promedio total de vehículos por un lapso de 10 años (haciendo hincapié que la esperanza de vida para autobuses y camiones es mas corta que para autos) alrededor de 300,000 requerirían probablemente ser puestos fuera de circulación o eliminarse.

La industria de renovación de neumáticos lleva acabo a gran escala el reciclaje de llantas viejas; pero el número de llantas que se desecha es aun tan vasto que una cantidad significativa no puede ser absorbida por los diversos mercados cada año.

No se dispone de datos confiables de las cantidades de desechos por demolición o construcción que van en incremento, aunque una pequeña proporción generada y recolectada dentro de las delegaciones del Distrito Federal es cubierta por los datos oficiales que da el Departamento del Distrito Federal.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) ha estimado una tasa de generación muy aproximada de 20,000 a 30,000 toneladas por día para todos los tipos de desechos industriales dentro de la metrópolis. De esta cantidad, alrededor del 8 a 14 % podrían ser clasificados como de riesgo.

3.5. Algunos elementos del control y manejo de desechos sólidos

3.5.1. Recolección y transporte

Los métodos de recolección, transporte e instalaciones en uso para los desechos sólidos generados en la Ciudad de México son como a continuación se describen:

Barrido de calles

Es realizado tanto manualmente como utilizando vehículos mecanizados. La basura recolectada manualmente se va depositando en tambos de 200 litros generalmente dos montados en un carrito de mano. Cuando éstos son llenados, se les transfiere a los camiones recolectores mas cercanos que operan en dentro del área.

Limpieza rutinaria de calles

Generalmente involucra a un solo trabajador que cubre hasta 3 km por día. En áreas específicas que requieren un barrido más periódico como sitios usados por concurrencia pública, éstos pueden ser cubiertos por un equipo de dos o más barrenderos.

Debido a la carencia de control y a las deficiencias en el sistema de recolección doméstica, los barrenderos a menudo reciben basura de las casas, la que a su vez se descarga en los camiones recolectores que se aparecen eventualmente. Estos barrenderos reciben una propina por esta acción; pero la práctica crea posterior ineficiencia en el sistema.

Las ineficiencias también se originan con las llamadas "barredoras" que son vehículos que barren las calles en forma mecánica, debido a la carencia de un mantenimiento preventivo y problemas de acceso causados por autos estacionados. Dichos vehículos son importados de los Estados Unidos con capacidades de 2.6 m³ y 3.7 m³.

En el Distrito Federal, estos vehículos cubrieron 9,320 km, durante 1983-1984 de los proyectados 16,060 Km. Esto resulto en una eficiencia global reportada para el barrido manual y mecánico de sólo 40% en términos de distancias anuales cubiertas.

3.5.1.1. Vehículos recolectores y métodos de recolección

El servicio de recolección de desechos sólidos que opera en la Ciudad de México involucra una variedad de vehículos con mecanismos de compactación así como camiones abiertos, muchos de ellos, con accesorios para recolección en caja superior, usados para tareas específicas, tales como la recolección de desechos de mercados y la limpia periódica de montones clandestinos de basura.

Los vehículos compactadores incluyen:

Varietades de tipo tubular cargados lateralmente	12.25 m
Vehículos rectangulares de carga lateral	12.25 m
Vehículos de carga trasera	15.00 m
Vehículos de carga frontal	21.00 m

La mayoría de los camiones recolectores se importa de los Estados Unidos de América, aparte de los vehículos de carga lateral, los que se fabrican en México. Las máximas capacidades de estos vehículos recolectores de basura varía dependiendo del modelo, según se mencionó arriba.

Un gran número de camiones abiertos están también en uso, variando de pequeños pick-up's de 2 y 3 m, 8 m³, 15 m³ y ocasionalmente camiones más grandes.

3.5.1.2. Tiempo de recolección

Los servicios de recolección en el Distrito Federal y en algunos municipios adyacentes son operados seis días a la semana, con dos a tres recolecciones por día, de tal manera que cualquier calle recibe al menos una pasada diaria.

Sin embargo, en algunas áreas habitacionales pueden recibir servicio solo dos o tres veces por semana, ya sea por lo convenido en planes o debido a la carencia de vehículos en servicio.

En la mayoría de los casos la recolección se lleva a cabo cuando el conductor del camión recolector para en un sitio preestablecido y tocando una campana, acudiendo los personas de lugares cerca de donde para el camión a entregar su basura la que en la actualidad se deposita en bolsas de plástico. En zonas marginales, donde el acceso para los vehículos es difícil (p.ej. en algunas áreas al norte de la ciudad), los residentes locales organizan a voluntarios para recolectar los paquetes o bolsas de basura, entonces las autoridades envían un camión recolector al perímetro de la zona para que carguen los voluntarios.

Caso típico es Xochimilco, en el Sur del D.F., en donde es particularmente una zona problemática a este respecto, los camiones recolectores tienen que acarrear desde hasta 650 m retirado. En la práctica, esto causa que la frecuencia de recolección sea poco confiable.

Las operaciones de recuperación que ocurren durante las jornadas de recolección de basura tienden a ser más comunes en el Distrito Federal que en el Estado de México.

La flotilla de vehículos recolectores operada por las Delegaciones también da servicio a instituciones en las que se incluyen escuelas, colegios, edificios gubernamentales, hospitales y otros centros médicos, pequeños establecimientos comerciales, almacenes, hoteles, mercados y hasta cierto punto industrias y grandes firmas comerciales.

Debido a la falta e ineficiente uso de vehículos públicos que dan servicio, el servicio básico tiene por costumbre el ser reforzado por vehículos privados que bien proporcionan las propias compañías.

En el caso de los desechos de mercados, los servicios públicos a lo largo de toda la ciudad generalmente asignan camiones abiertos que se ocupan exclusivamente de este tipo de basura, estos camiones permanecen en los mercados hasta que por medio de carga manual proveniente de pequeños botes o contenedores se completa.

3.5.2. Servicio de transporte y transferencia de desechos sólidos

Datos del equipo y mano de obra empleados.-

Para la recolección y transporte eficiente de desechos sólidos a los varios sitios de depósito y eliminación, los requerimientos de las Delegaciones para 1984 eran:

-Número de empleados (incluyendo personal admtvo.)	11,164
- Barredoras mecánicas	272
- Vehículos de recolección (todos tipos)	1,711
- Vehículos de transferencia (trailers)	127

Datos de acuerdo con el Plan Maestro para Desechos Sólidos 1984-1988 D.D.F. Oct. 1984

Estos requerimientos no son cubiertos en su totalidad, aunque el déficit de empleados es parcialmente cubierto por trabajadores voluntarios que viajan en los camiones recolectores ayudando con la recolección y recuperación de materiales reutilizables durante el recorrido hacia los depósitos de basura. Actualmente el número de vehículos es menor.

3.6. Eliminación de desechos sólidos

3.6.1. Tiraderos y sitios de relleno sanitario

Fuera de los artículos o material reciclable recuperado en los camiones recolectores durante el trayecto a los depósitos de basura o a la planta de reciclaje de San Juan de Aragón, el resto de desechos sólidos recolectados son desechados en tiraderos.

Algunos desechos industriales (incluyendo desechos peligrosos) son conducidas a un relleno sanitario para materiales químicos a fin de ser eliminados, en Ciudad Sahagún, Estado de Hidalgo.

En la mayoría de los casos, los desechos sólidos recolectados dentro de cada generación se les transporta bien sea a la estación de transferencia mas cercana o a los tiraderos oficiales. Algunas veces, dependiendo de las características de los desechos, se les transporta a depósitos previamente acordados entre el sector privado y las Delegaciones o entre los conductores de los camiones recolectores y los líderes de los pepenadores que trabajan en los tiraderos.

Cuando los sitios de depósito o "tiraderos" llegan a llenarse, se les acondiciona para mejorar su apariencia o "paisaje" y se les convierte en un "cinturón verde" o área recreativa. Uno de los tiraderos más viejos, el de Santa Cruz Meyehualco en la Delegación Iztapalapa, adoptó dicha transformación, después de haber operado hasta 1984-1985 por más de 40 años. Habiendo recibido más de 15 Millones de metros cúbicos de desechos sólidos, en un área total de 148 hectáreas.

Para dar una idea del volumen, se podría estimar que la acumulación de depósitos de basura alcanzaría 10 metros de altura constante en todas las 148 Ha. o pensando en el grado de reposo de los materiales de desecho depositados llegaba a alcanzar alturas entre 15 y 20 metros, formando un paisaje totalmente generado por la acumulación diaria de desechos.

De manera similar, un tiradero al norte de la ciudad localizado en Cuauhtepac cuya área se extendía en 10 hectáreas, se le dio el mismo tratamiento para convertirlo en un "cinturón verde" o área verde, después de un sólo año de operación.

Hasta la pasada década el Departamento del Distrito Federal venía operando siete tiraderos principales de desechos sólidos, los que se mencionan a continuación:

Santa Catarina, San Lorenzo Tezonco, Santa Fé, Milpa Alta, Bordo Xochiaca, Tlalpan y Tláhuac.

Estos depósitos se presentaban en forma de barrancas, de profundidad variable en la cual la basura es comprimida por maquinaria como Bulldozers. Acción que se lleva acabo. 24 horas después que el trailer o camión recolector descargaba los desechos de tal forma que se les permitiera a los pepenadores seleccionar entre los montones de basura todo tipo de materiales reciclables.

La práctica de recubrir con material importado de banco no es muy generalizada, aunque ocasionalmente se agrega una delgada capa de tierra, principalmente para minimizar el riesgo de fuego.

Todos los sitios existentes para el depósito de basura controlados por el Distrito Federal llegaron a tener una vida prácticamente limitada y por ello se les cerró en el periodo de 1984-1985, siendo reemplazados por tres nuevos depósitos para la eliminación de desechos, estos son:

Bordo Poniente,

Barranca de Tlapizahuaya y

Volcán La Caldera

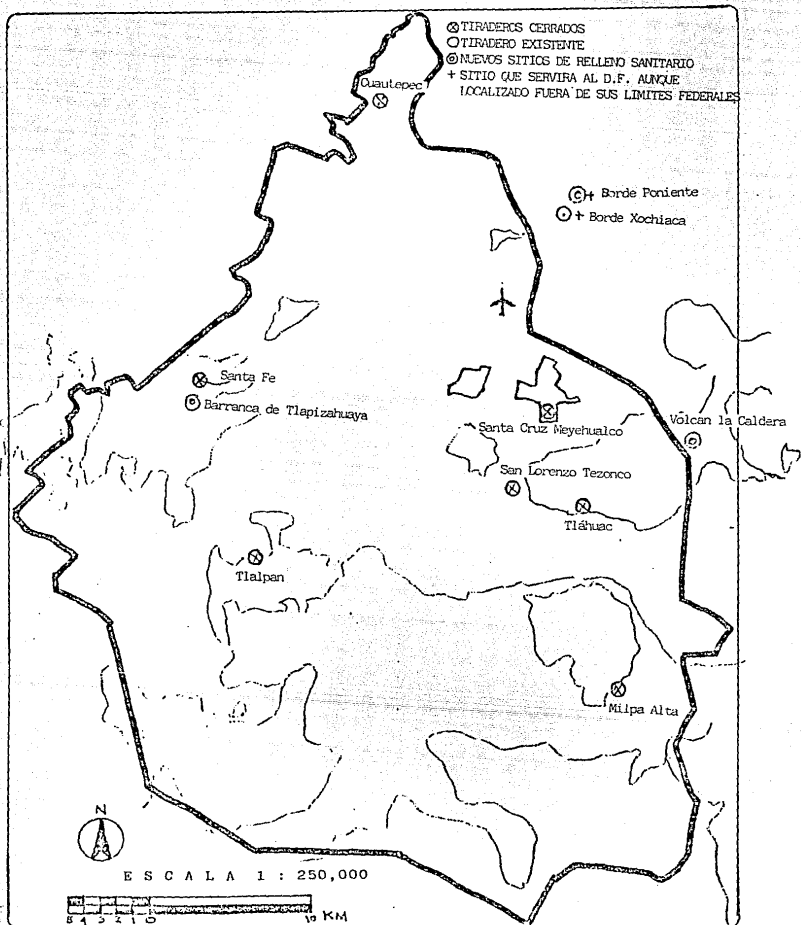
diseñados para operar como verdaderos rellenos sanitarios, en los que la basura es acumulada en capas de 600 mm con entrecapas compactadas por bulldozers, procediendo hasta una profundidad de 2.40 metros; antes del agregado diario de suelo compactado de 150 mm como cubierta.

Detalles y ubicación de los tiraderos que venían operando en el Distrito Federal y de los nuevos sitios de eliminación son mostrados en la Fig.6

Dos de los nuevos sitios se localizan justamente fuera de los límites del Distrito Federal. Así el Bordo Poniente se ubica en lo que era el Lago de Texcoco, zona federal y Volcán La Caldera en la Sierra de Santa Catarina.

Respecto a los depósitos existentes en el Estado de México, se tienen generalmente uno por municipio o se es compartido por dos municipios.

La mayoría opera como tiraderos a cielo abierto; sin embargo algunos funcionan básicamente como rellenos sanitarios con el uso diario del material agregado de cubierta, a la fecha estos últimos reciben la mayor porción de desechos sólidos que requieren ser eliminados.



TIRADEROS DE DESECHOS SOLIDOS EXISTENTES Y SITIOS DE RELLENOS SANITARIOS PROPUESTOS

FIG. 6

En general, los lugares donde se elimina la basura en el Estado de México son relativamente pequeños de tal manera que en la mayoría de los casos, el lapso de vida restante es limitado.

El control de los sitios de eliminación de desechos sólidos en términos de uso de equipos y maquinaria esta en manos del Departamento del Distrito Federal y de las autoridades municipales del Estado de México.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS PARA ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE MEXICO.-

Sitio: Bordo Poniente

Área : 238 hectáreas

Ubicación: Lago de Texcoco, Zona Federal

Delegaciones a las que sirve: Cuauhtemoc, Gustavo A. Madero
Iztacalco y V. Carranza

Vida Útil: 5 años

Volumen recibido por día: 3,700 toneladas (en 1984)

4,200 toneladas (a la fecha)

Sitio: Barranca de Tlapizahuaya

Área : 152 hectáreas

Ubicación: Delegación Alvaro Obregón

Delegaciones a las que sirve: Alvaro Obregón, Azcapotzalco,
Benito Juárez, Cuajimalpa,
Magdalena Contreras, Miguel
Hidalgo y Tlalpan.

Vida Útil: 30 años

Volumen recibido por día: 3,500 toneladas (en 1984)

3,900 toneladas (a la fecha)

Sitio: Volcán La Caldera

Área : 50 Hectáreas

Ubicación: Municipio Los Reyes-La Paz, Estado de México

Delegaciones a las que sirve: Coyoacán, Iztapalapa, Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco.

Vida Útil: 20 años

Volumen recibido por día: 2,800 toneladas (en 1984)

3,100 toneladas (a la fecha)

TOTAL DE DESECHOS 10,000 TONELADAS (EN 1984)

11,200 TONELADAS (A LA FECHA)

Fuente: Plan Maestro para Desechos Sólidos 1984-1988 D.D.F.
Octubre de 1984 (Ver Fig.6)

Se estima que el número de pepenadores que se ganan la vida de vender materiales recuperables de los desechos sólidos alcanza 10,000 personas, tan solo en el Distrito Federal.

Además de los sitios de eliminación descritos arriba, algunos desechos de alto riesgo o potencialmente peligrosos son eliminados en uno de los denominados cementerio para desechos peligrosos, en un sitio cuyo uso principal es la industria, localizado en Ciudad Sahagún, a un centenar de kilómetros al noreste de la Ciudad de México. Tales desechos provienen principalmente de industrias químicas, metal-mecánicas, textiles y de plásticos.

Los planes respecto a la disposición de desechos sólidos generados en la Ciudad de México, mencionan su eliminación en un relleno sanitario más seguro que se localizaría a 400 Km al Norte del Distrito Federal, en el Estado de San Luis Potosí.

Solución que resulta bastante cuestionable, pues por más alejado que sea el sitio donde se depositen los desechos para seguir con su proceso de eliminación, estos generan inconvenientes a la larga, bien se tiene que cambiar la forma de abordar la eliminación de la basura, mediante sistemas que consideren más el reciclaje y mejor aprovechamiento de los residuos de los desechos sólidos.

La eliminación de estos desechos resulta realmente cuestionable pues al enterrarlos para ocultar el problema se pueden generar efectos secundarios como son la contaminación del subsuelo, los mantos acuíferos subterráneos o en general el ecosistema donde son depositados.

El esquema de relleno sanitario que implica la recolección, el transporte, el transbordo, si como el manejo y traslado hasta el sitio de relleno, resulta tener un costo altísimo en la medida en que no se plantea la utilización del gas metano generado por los desechos sólidos.

Además si se argumenta que "los rellenos sanitarios no dejan de ser altamente contaminantes del suelo, del subsuelo y de los mantos acuíferos subterráneos" (Deffis Caso, 1989)(3) se deben aplicar sistemas adecuados para evitar tales efectos, como son la captación de los líquidos desprendidos de la fermentación y pudrición de la basura orgánica por medio de capas de materiales como son los "geotextiles" o películas plásticas que impidan la infiltración y canalicen estos líquidos a sistemas de drenajes para su posterior tratamiento.

3.6.2. Otros aspectos de la eliminación de desechos sólidos

Los autos viejos y otros vehículos tienen un apreciable valor comercial y hay numerosos deshuesaderos localizados a lo largo de toda la Ciudad de México, donde pueden desmantelarse para obtener partes útiles que se utilizan como refacciones para la reparación, mantenimiento y servicio de vehículos.

Los restos de carrocerías y partes de autos se almacenan previamente a la venta a varias fundidoras como chatarra. Otros objetos metálicos de gran volumen tales como refrigeradores o estufas (aparatos de línea blanca) son también desechados para su eliminación de manera similar.

Las llantas viejas remanentes o que no entran en las demandas del mercado de reciclaje son desechadas en los tiraderos de desechos sólidos existentes, aunque se abandonan también en forma clandestina. El principal mercado para hule-caucho de desecho fue por muchos años la fabricación de huaraches y sandalias; pero hoy en día el uso de este tipo de calzado ha caído al mínimo.

Desechos de la construcción.

En el Distrito Federal, solo una pequeña cantidad de desperdicios de la construcción es eliminada en los tiraderos vía servicios públicos de recolección. Una mayor porción de este tipo de desperdicio es desechada por contratistas privados ya sea a depósitos oficiales o a terrenos abiertos para cubrir hoyos o depresiones.

3.7. Recuperación de recursos

3.7.1. Recolección hecha por pepenadores

La llamada "pepena" es una actividad que involucra la selección de artículos provenientes de la basura que tiene una larga práctica arraigada en la Ciudad de México y comienza en el momento en que los desechos son recolectados por los barrenderos o por el personal de los vehículos recolectores.

Como se mencionó previamente, tan pronto como se les separa a los materiales sujetos a ser reutilizables o reciclables, estos son almacenados en envoltorios o sacos en los vehículos recolectores antes de ser vendidos a negociantes oportunos para su eventual suministro a la industria.

La cuantificación de esta etapa del proceso de reciclaje es difícil, particularmente en la medida en que los vehículos recolectores no son pesados oficialmente sino hasta que llegan al depósito de desechos sólidos. Sin embargo, la información disponible sugiere que un promedio de entre 4 y 5% del peso total de la basura recolectada en el Distrito Federal puede ser recuperada de esta manera, aunque inevitablemente tales cantidades varían significativamente día con día.

Seguido del peso de los camiones recolectores a la entrada del sitio de eliminación, estos son vaciados en una parte del tiradero directamente por los pepenadores, la localización precisa depende de la naturaleza de los desechos sólidos que sean vaciados.

Por ejemplo, desechos recibidos de mercados, industrias y hospitales se les distribuye en un área específica para ayudar a su clasificación y en donde se le habrá de dar una eliminación mas apropiada y segura a dichos desechos.

Los desechos de mercados y otros desechos de alimentos son utilizados como engorda para animales criados por los pepenadores tales como pollos, vacas, cabras y puercos, estos proveen a los pepenadores de una fuente de alimentación o un pequeño ingreso, en la medida en que son vendidas de vez en vez.

Tomando en cuenta los materiales recuperados de los desechos sólidos generados en doce municipios vecinos al Distrito Federal , las ganancias en base a un prorrateo se estimaban en 3,700 millones de pesos (en 1984) las que podrían elevarse potencialmente en un 70 % , aunque el incremento podría ser compensado hasta cierto punto por los bajos precios de materiales que prevalecían en el Estado de México y quizás por la infima calidad de los desechos.

3.7.2. Reciclaje de papel y vidrio

Es interesante hacer notar que los productos de papel de México contienen el más alto porcentaje de papel reciclado en el mundo, siendo el papel que ocupa el segundo lugar después de los materiales orgánicos con 1,494 ton/día que son recuperables para reciclar, contándose casi al doble que la producción de los Estados Unidos de América.

El reprocesamiento del vidrio es también una actividad importante de reciclaje, que alcanza volúmenes de 795 ton/día, entre vidrio blanco y vidrio de color. (Ver Tabla 6)

3.7.3. Recuperación de metal y plástico

En contraste al vidrio, la recuperación de contenedores de metal es baja, si como lo es el reciclaje de plásticos, aunque este se este convirtiendo de mayor valor conforme se incrementan los precios. Hay al menos seis plantas de reciclaje de plásticos operando en la Ciudad de México.

Los volúmenes que entre hojalatay chatarra de fierro y acero alcanzan 311 toneladas/día que en proyección al año 1990 se cuentan en 371 toneladas/día.

Los plásticos que tienen una proporción de 3.8 % del volumen total de desechos, alcanzando un volumen de 369 toneladas por día.

La siguiente tabla 6 muestra la distribución de los materiales recuperados de los desechos sólidos y asociados a valores en la Ciudad de México.

TABLA 6. MATERIALES RECUPERADOS DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Material	% del total	ton/día (en 1984)	25% recuper.	precio unitario \$/ton	valor total millones
Papel	15.4	1,494	373	8,000	2,984
Cartón	4.2	407	102	12,000	1,224
Vidrio blanco	5.6	543	136	5,000	680
Vidrio de color	2.6	252	63	3,500	220
Hojalata	2.8	272	68	2,500	170
Chatarra fierro y acero	0.4	39	10	5,000	50
Plástico duro	1.1	107	27	3,000	81
Plástico delgad	2.7	262	65	6,000	390
Hueso	1.3	126	32	10,000	320
Trapo	4.2	407	102	5,000	510
Material org.	49.5	4,802	1,200	3,000	3,600
Otros mats.	10.2	989	247	-	-
	100.0 %	9,700	2,425		10,229

Fuente: Plan Maestro para Desechos Solidos 1984-1988, D.D.F. Octubre de 1984.

La ganancia anual aproximada en el Distrito Federal considerando una recuperación de sólo el 25% de materiales es igual a: $10'229,000 \times 365 = 3,734$ millones de pesos, lo que para el año de 1984 significaba 18.3 millones de dólares USD.

3.7.4. Otros aspectos de la recuperación de recursos

De los 180 millones de litros por año de aceite de desecho generado en el Valle de México, alrededor de 60 millones de litros (30 - 35 %) es reciclado por la industria, los restantes 120 millones de litros van indiscriminadamente a parar ya sea al drenaje o en los tiraderos va directamente a dar al suelo.

De las cantidades recuperadas, unos 20 millones de litros por año son reciclados dentro de la Metropolitana Ciudad de México, mientras el resto es reutilizado fuera del área urbana. Cerca de una docena de compañías ofrecen un servicio de reciclaje de aceites de desecho de industrias y talleres de vehículos.

El problema de la recuperación de solventes gastados ha sido recientemente consignado y dos compañías se involucran en este campo, aunque tales actividades aun tengan que registrarse oficialmente.

3.7.4.1. Planta existente de reciclaje y procesamiento de desechos solidos en la Ciudad de México

La planta de reciclaje y procesamiento se localiza en San Juan de Aragón, Delegación Gustavo A. Madero, al noreste del Distrito Federal, fue puesta en operación en 1974. Su propósito fue estudiar el posible uso de este tipo de planta como un sustituto del tiradero abierto y los sitios de relleno sanitario, utilizando el sistema de:

- separación manual de materiales de la basura, transportada a lo largo de bandas transportadoras de tipo horizontal;
- trituración;
- separación magnética de metales ferrosos fragmentados.
- clasificación de materiales y
- composteo de materia orgánica restante.

Inicialmente el proyecto fue inaceptable por parte de los pepenadores, quienes creían que tal planta destruiría su forma de vida; pero el Departamento del Distrito Federal gestionó eventualmente para convencer a un número de pepenadores para trabajar en la planta, asegurándoles el mejorar las condiciones de trabajo y permitiéndoles disponer individualmente de todos los productos recuperados previa la etapa de composteo.

La planta fue suministrada por la firma suiza Buehler Miag, presentando las siguientes características:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| - Capacidad de procesamiento: | 750 toneladas por día |
| - Numero de turnos: | 3 turnos de trabajo |
| - Personal empleado: | 200 por turno/día |

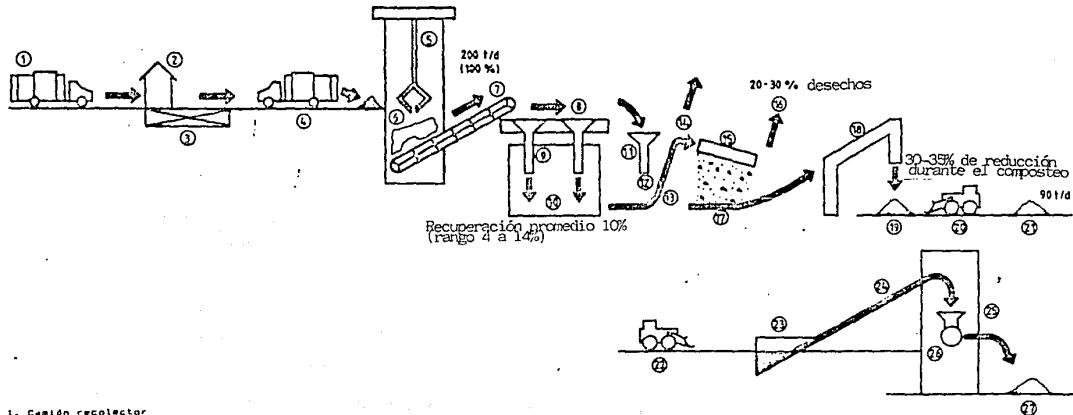
Debido a la carencia de financiamiento y de este la falta de mantenimiento preventivo, de falta de refacciones, etc., la planta opera alrededor de seis y media horas diario y emplea un equipo de 200 trabajadores. (Ver Fig.7)

También actúa como una estación de transferencia, para retirar la acumulación de basura apilada en el sitio, la que se presenta debido a las cantidades de basura excedentes que rebasaban el rendimiento de la planta durante los primeros años de operación.

Actualmente alrededor de 200 toneladas por día son traídas a esta planta para su procesamiento; pero de los volúmenes que no se procesan se extraen en grandes unidades de transferencia (trailers) para ser llevados al Bordo de Xochiaca, tiradero que se encuentra a unos 6.5 Km de la planta.

La basura recibida en la planta proviene de colonias relativamente de escasos recursos, por lo que dichos desechos poco son sujetos de ser reciclados o recuperar de ellos materiales reutilizables, así como por la selección previa que hacen de estos desechos durante la ruta antes de llegar a la planta.

De aquí que, mientras que el contenido orgánico de la basura esta normalmente arriba del promedio (típicamente 58% del volumen total), las cantidades de materiales separados inmediatamente previa la etapa de composteo solo alcanzan un promedio de alrededor del 10% y en el mejor de los casos 16% del total de desechos sólidos que ingresan a la planta.



1. Camión recolector
2. Oficina de acceso al sitio
3. Puente de pesada de 30 a 35 ton.
4. Rampa de acceso
5. Grúa

6. Recepción de residuos
7. Bandas de carga
8. Clasificación de bandas transportadoras
9. Canalizac para separación de materiales
10. Área de almacenaje y sepague de materiales separados
11. Alimentación de molitnda
12. Molino
13. Banda transportadora
14. Separador magnético
15. Malla (10 m)

16. Banda transportadora para material desechado
17. Banda de alimentación a puente
18. Puente mecánico para apilación de material para composta
19. Área de composteo

20. Cargador frontal para movimiento de mat. apilado
21. Área de maduración y almacenaj
22. Cargador (front) para alimentación de residuos
23. Alimentación de residuos
24. Banda transportadora alimentadora del molino
25. Molino
26. Banda de descarga
27. Área de almacenamiento para composta de granulado fino

En algunos días el reciclaje o recuperación de materiales de reuso puede caer hasta 4 a 5%. Los principales productos recuperados en esta planta son: papel, cartón, vidrio, plástico y metales fragmentados.

Siguiendo la terminación de la clasificación y las operaciones de pre-tratamiento, los fragmentos orgánicos de la basura son transportados al área de composteo para el tratamiento por el método de fermentación "apilado en hileras"

La composta madurada es producida en la proporción de 90 toneladas por día y posteriormente se le almacena previamente a su destino en almacenamiento en bultos para ser llevada a áreas de cultivo en el Distrito Federal. Puede también ser transportada posteriormente al campo hasta 150 Km de la planta, incluyendo áreas alrededor de Toluca donde es usada como acondicionador de suelo para árboles frutales.

Después de una fina trituración, una porción de la composta es usada para llenar pequeñas bolsas para ser vendidas al público con fines de ser utilizada en sus jardines. Se han llevado acabo experimentos en el cultivo de vegetales en una extensión de 15 hectáreas usando la composta.

En la actualidad, la composta no se ha comercializado en serio, consecuentemente sólo del 20 al 25 % del peso total de la composta se vende comúnmente, el volumen restante se le desecha a costo de la Delegación. Los precios de menudeo son normalmente subsidiados, lo que da por resultado una sub-utilización de la capacidad de la planta.

3.7.5. Problemática de la recolección, transporte y recuperación de recursos

Recolección y Transporte.

La falta de personal, el inadecuado número de vehículos y equipo asociado, incluyendo herramientas y refacciones, así como las deficiencias en el mantenimiento de equipo y falta de control y supervisión, agravadas por los recursos financieros limitados, son entre otros los principales problemas que afectan la eficiencia de los servicios de recolección y eliminación de basura en la Ciudad de México.

La falta de control y deficiencias en los vehículos recolectores han tendido a convertir a los barrenderos de la vía pública en recolectores casa por casa en donde reciben su propina de parte de las casas.

Dada la realidad compleja y falta de mantenimiento, las "barredoras mecánicas" tienen una vida de uso de sólo tres años en tanto que se podría lograr que operaran seis o más años. Esto contribuye a un 40 % de la eficiencia global reportada para la operación de barrido manual y mecánico de las calles en termino de las distancias cubiertas anualmente.

Similarmente, debido a la carencia de vehículos recolectores que estén realmente en condiciones de servicio, un número de ellos tiene que ser suplementado por el uso de vehículos rentados del sector privado. E s t o p o r consiguiente y en forma substancial incrementa el costo del servicio.

La falta de control operacional también crea ineficiencias posteriores, en la que aquellos vehículos rentados anteponen la recolección de basura de los propietarios asignados a la ruta.

Existen otros factores que se agregan y afectan la eficiencia de los servicios de recolección en el Distrito Federal y son:

- El limitado énfasis en la estandarización del equipo, lo que hace que el mantenimiento sea más difícil de lo realmente necesario. En estudios recientes se notó que al menos 5 diferentes tipos de vehículos están en uso.
- Los vehículos recolectores no siempre son llenados completamente.
- Los equipos instalados de compactación, aun cuando se disponga de ellos u operen normalmente son sub-utilizados debido a la falta de entrenamiento y control
- Falta de control sobre la planeación de rutas
- Retrasos en el tránsito debido a congestiones vehiculares, en donde el traslado desde los puntos de recolección hasta las estaciones de transferencia o a los depósitos se lleva más tiempo, contribuye a estos tiempos muertos, la entrega a depósitos privados y a la recolección de desechos en forma privada, acuerdos que se arreglan entre los conductores de vehículos y firmas comerciales o industriales.

3.8. Análisis de requerimientos

El siguiente análisis se enfoca principalmente en los requerimientos de espacio de los rellenos sanitarios y toma en consideración que estos son los métodos principales de eliminación de desechos en la Ciudad de México.

De acuerdo a un estudio elaborado en 1984, la cantidad de desechos sólidos generados por el sector doméstico y de la limpieza de la vía pública alcanzaba 7,000 toneladas por día.

Suponiendo un incremento constante de 3 % por año (proyectado de acuerdo a estadísticas del Plan Maestro para Desechos Sólidos en el Distrito Federal, 1984), dentro de treinta años que es la vida útil de uno de los sitios de relleno sanitario, el incremento sería:

$$(1.03)^{30} = 2.43 \text{ veces el volumen}$$

La cantidad generada por los desechos sólidos sería entonces:

$$7,000 \times 365 \times 2.43 \times 30 = 186,259,500 \text{ toneladas}$$

considerando que el 25 % de estos desechos puedan reciclarse, el tonelaje sería reducido a: 139.69 millones de toneladas

El espacio de tierra ocupado por 1 tonelada es 3.64 m³, dada una densidad de 275 Kg/m³.

En el caso de densidades mayores alcanzadas por la compactación de basura, estimada en 400 Kg/m³, el volumen que ocuparía 1 tonelada se reduciría a 2.5 m³ lo que significa una reducción del 31.3% en volumen.

Así, el número de m³ que ocuparían las 139.69 ton. se estima en:

$$139.69 \text{ millones de toneladas} \times 2.5 = 349'236,562.5 \text{ m}^3.$$

Se calcula asimismo que los desechos crudos, después de cinco años en un relleno sanitario se reducen en un 30.3 %, con lo cual dentro de 30 años el volumen podría reducirse así a 1.82 veces.

La reducción en volumen es por lo tanto estimada como:

$$349'236,562.5 \text{ dividido entre } 1.82 = 191'888,221 \text{ m}^3.$$

El área estimada en hectáreas sería:

$$191'888,221 \text{ dividido entre } 10,000 \text{ m} = 19,189 \text{ hectáreas}$$

Suponiendo una altura de 50 m, el área se reduce a aproximadamente:

384 hectáreas

cantidad que es mayor que el número de hectáreas disponibles en los nuevos sitios de relleno sanitario, los cuales alcanzan para los de vida útil de entre 20 y 30 años sólo 202 hectáreas.

Estos cálculos aproximados dan una idea del área necesaria para los nuevos sitios donde se realicen rellenos sanitarios, no obstante, para dar estimaciones más precisas se requieren:

- 1) mayor número de datos,
- 2) monitoreo de cantidades de basura,
- 3) composición de los desechos sólidos,
- 4) variaciones durante el año,
- 5) proyecciones de la población
- 6) capacidades de compactación de equipos usados
- 7) estimación de volúmenes de composta comercializables
- 8) proporciones de reducción de desechos por reciclaje

Tal enlistamiento constituyen algunas de las variables para optimizar (minimizar el volumen) la eliminación de desechos. Por lo que se hace necesario tener una reducción mayor, ya sea vía reciclaje, recuperación de materiales o mayor producción de composta, para de esta manera reducir el número de hectáreas planeadas para eliminar los desechos en los próximos años.

Suponiendo una reducción mayor, en la que se tenga una mayor densidad de la basura que se elimina, el volumen generado sería:

349'236,562.5 m3 con una reducción de hasta 50%

de tal forma que en 30 años, el volumen se redujera 15 veces

349'236,562.5 m3 divididos entre 15 = 23'282.438 m3.

El área estimada en hectáreas sería:

23'282.438 dividido entre 10.000 = 2.328 hectáreas

Suponiendo las siguientes alturas se tendría:

10 metros de altura 233 hectáreas estimadas

15 metros de altura 155 hectáreas estimadas

20 metros de altura 116 hectáreas estimadas

Partiendo de que se tienen 202 hectáreas para los nuevos sitios de relleno sanitarios la altura promedio con que se apilarían los rellenos alcanzaría:

2,328 hectáreas divididas entre 202 = 11.52 m

En tiraderos como el de Santa Cruz Meyehualco se llegó a tener alturas de entre 15 y 20 metros, no obstante al presentar el relieve del terreno una conformación diferente, en la que son barrancas o depresiones de terreno, bien pueden alcanzar un mayor margen. Además, al cambiar el esquema de relleno sanitario tradicional por el de relleno sanitario con posibilidad de generación de energía el volumen contribuye a una captación mayor de gas con el consecuente aumento de producción de energía.

3.9. Análisis de objetivos

Los objetivos propuestos en el capítulo II se incluyen en el concepto de Control y Manejo de Desechos Sólidos; se retoman en esta sección del trabajo para dar coherencia sistemática al problema que abarca:

- a) generación de desechos
- b) almacenaje recolectado
- c) transporte
- d) separación de materiales
- e) procesamiento
- f) reciclaje
- g) recuperación de materiales y
- h) disposición o eliminación de desechos sólidos.

Algunas propuestas pueden tomarse de expertos en este campo, como las expuestas el Programa de Desechos Sólidos, elaborado por Sandra J. Cointreau (1), las cuales incluyen:

1. Establecimiento de estándares aceptables de la distribución del servicio
2. Selección de tecnología adecuada
3. Creación de un plan de acción por fases
4. Adaptación y ordenamiento de instituciones dedicadas a la planeación, manejo y control de prestación de servicios de eliminación de desechos sólidos.
5. Ordenamiento de los sistemas de planeación de recursos financieros y presupuestales.

Un buen resultado podría obtenerse al aplicar estos aspectos al caso específico de la Ciudad de México. La descripción de los contenidos del programa aplicados al Distrito Federal son como siguen:

1. Establecimiento de estándares aceptables de la distribución del servicio

La Ciudad de México, como cualquier otra ciudad densamente poblada del Tercer Mundo tiene limitantes financieras. Su infraestructura y servicios están a menudo sujetas a privatización parcial o totalmente.

La responsabilidad limitada del gobierno en este sector se refleja por su tarea de sólo recolectar y transportar los desechos sólidos sin el suficiente control en la eliminación o disposición de los desechos en los sitios de relleno sanitario. Por eso, a fin de mejorar las tareas de recolección y transporte podría darse en base de concesión al sector privado dichas tareas.

En la medida en que sólo el 65 % de los desechos sólidos generados se recolectan y el resto son arrojados en lugares inadecuados, incinerados clandestinamente o desechados en el drenaje, se requiere estudiar la posibilidad de estructurar un sistema para complementar lo que las autoridades locales no pueden lograr.

El contar con una participación ciudadana es de gran conveniencia, como el que la técnica de recolección sea productiva en la medida en que los camiones recolectores sigan la ruta planeada.

El establecimiento de un mejor servicio debe tener en cuenta el nivel de almacenaje y la frecuencia con que se recolecte la basura, lo que a su vez depende de:

- la composición de los desechos sólidos
- vehículos recolectores en servicio
- la accesibilidad a los puntos de recolección

La composición de los desechos sólidos es importante debido a que en como es el caso de la Ciudad de México, donde se tiene un alto porcentaje de materia orgánica, el mantenerla durante largo tiempo produce olores y segregación de líquidos desagradables. por lo que los residentes prefieren más bien mantenerla sólo por periodos cortos.

La frecuencia de recolección está también restringida por la economización de combustible y la falta de refacciones. Por ello, tanto mayor sea el consumo de combustible mayor serán los costos de servicio.

En el caso de zonas de difícil acceso, se plantea el establecer contenedores en la periferia de estas zona a donde se concentran los desechos para después ser recolectados por los vehículos.

Un gran porcentaje del sector informal esta involucrado en el reciclaje y la recuperación de recursos, al no tener un directo control sobre este sector se propone el desalentar la "pepena" a fin de integrar a toda esta gente en un sistema de tipo cooperativa similar al que opera en el Estado de Chihuahua. Este tipo de organización ha trabajado exitosamente con las autoridades locales.

Al proponer un sistema de cooperativa, los pepenadores tienen la posibilidad de compartir los beneficios que hoy en día sólo reciben los intermediarios, a quienes el Departamento del Distrito Federal permite lucrar de la recuperación de materiales de reuso.

Un standard aceptable de distribución del servicio dependerá de las futuras negociaciones con la Unión de pepenadores y concesionarios (intermediarios). Tal standard le daría posibilidad al Departamento del Distrito Federal de distribuir ganancias de las acciones de reciclaje y recuperación de materiales, o hacer uso de ellas para mejorar las condiciones de vida e ingreso de los pepenadores.

2. Selección de Tecnología adecuada.

En general, permanece la idea que la recolección de basura y los sistemas de eliminación o disposición de desechos tienen poca o carecen por completo de una forma de economía de escala, de tal manera que los costos no están determinados por la cantidad de basura que sea administrada o controlada.

La selección de tecnologías en México ha sido basada más bien en acciones políticas que en aspectos técnicos, cuyo objetivo es optimizar la mecanización y la intensidad de mano de obra. Las tecnologías aplicadas, tales como el caso de la planta de reciclaje y recuperación de materiales en San Juan de Aragón ha tenido sólo una eficiencia limitada debido a la carencia de financiamiento y de aquí la falta de mantenimiento preventivo.

La capacidad de procesamiento proyectado es 750 toneladas por día con tres turnos de trabajo por día. En realidad, se opera durante sólo 6 horas y media diariamente y no alcanza la capacidad original.

El método utilizado es más bien de mayor cantidad de mano de obra, al menos en la fase de eliminación, sin embargo la productividad está limitada por el enfoque informal es decir que persisten "patrones" o formas de trabajo de la "pepena"

3. Creación de un plan de acción por fases.

Este plan necesita enfocarse en dos elementos básicos: El primer elemento del plan es el de los gastos directos por equipo, instalaciones y personal.

El segundo es la provisión de incentivos en el control y manejo así como el mejoramiento de la base institucional y financiera de la cual dependen los servicios de desechos sólidos.

El plan debiera tratar de incorporar hábilmente acciones las que conseguirán un mayor mejoramiento sin una pesada inversión de capital. Por ello el énfasis que habría de ponerse sería como sigue:

- Optimizar la proporción de personal supervisor para dirigir al personal y proporcionar equipo e instalaciones para facilitar el trabajo.

- Optimizar la proporción de personal de inspección para el área de servicio y proveer de equipo, instalaciones y el reforzamiento de mecanismos para facilitar su trabajo.

- Optimizar la proporción de personal de mantenimiento y equipo, proporcionar talleres, herramientas y la infraestructura necesaria para hacer reparaciones fácilmente.

- Adoptar un sistema de registros de control de equipos y mantenimiento de suministros, de tal manera que se disponga de un suministro adecuado de refacciones en toda ocasión para las típicas necesidades de mantenimiento de tal manera que se de un tiempo gradual para ordenar partes especiales mientras se necesite reparar.

- Poner en claro las responsabilidades de las cuadrillas recolectoras de las rutas específicas o áreas de servicio y similarmente asignar en forma individual el equipo a conductores u operadores.

- Designar la cadena de comunicación y la coordinación a utilizar por los trabajadores al reportar problemas o cuestiones que afecten la provisión del servicio, así como para ciudadanos al dar quejas o recomendaciones acerca del servicio.

- Establecer reglamentos ciudadanos que entrevean la participación ciudadana en el sistema de control y manejo de desechos sólidos, en los que se perfile los métodos de almacenaje de desechos domésticos, ubicación de desechos para ser recolectados, pago de cuotas por servicio, separación desde la fuente generadora de materiales reciclables y las responsabilidades para mantener las aceras limpias destinadas al tráfico peatonal.

- Implementar reglamentos que perfilen las prácticas aceptables de acumulación de desechos de sistemas del sector médico (clínicas, hospitales, centros de salud, etc.) establecimientos comerciales e industria.

- Mejorar en su conjunto la administración, control y manejo de las instalaciones que sirven para la eliminación de desechos sólidos, incluyendo al personal de cuadrillas. Optimizar personal y equipo existente, de los que si se preveen cambios, serán realizados, estableciendo las bases necesarias para llevarlos acabo.

4. Adaptación y ordenamiento de instituciones dedicadas a la planeación, manejo y control de prestación de servicios de eliminación de desechos sólidos.

- Lo ideal sería que todas las funciones del manejo de la basura, incluyendo mantenimiento de equipos estuvieran ubicados bajo un mismo techo. Donde varias funciones en el manejo de la basura además podrían repartirse exitosamente entre el Departamento del Distrito Federal y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

En cualquier caso, la designación de responsabilidad y autoridad sería aclarada a la par de una estructura organizacional con carácter más recto.

La función planeación necesita ser adecuadamente asignada y la accesibilidad al proceso de toma de decisiones concerniente a la distribución del presupuesto debe de igual forma ser establecido.

5. Ordenamiento de los sistemas de planeación de recursos financieros y presupuestales.

- Los procedimientos contables buenos son esenciales para el mantenimiento regular, el de renovación y el de expansión del sistema. Las medidas financieras para el sistema de gestión de los desechos sólidos debe proporcionar una fuente estable, confiable de dinero para la operación y mantenimiento regular. En México, la fuente de ingresos para servicios proviene del Departamento del Distrito Federal.

3.10. Análisis de grupos a servir

Se estima que el 70 % de los desechos industriales son reciclados. Debido a que la eliminación o disposición de desechos de este tipo requieren de un estudio mas detallado, este trabajo solo aborda los desechos domésticos, desechos comerciales, desechos institucionales, proveniente de limpia de la vía pública, desechos de la construcción y residuos sanitarios.

Un término razonable de proyección para la generación de desechos sólidos es planteado en el año 2000, no obstante los planes se deben ir revisando periódicamente a fin de cotejar los datos reales contra los proyectados, en la vida útil de uno de los sitios de relleno sanitario estimada en 30 años.

Se pueden experimentar cambios en la generación de desechos, bien sea viéndose aumentados o disminuidos si se ponen práctica estrategias como el reciclaje.

A continuación se presenta la tabla 7 de las proyecciones estimadas de población por Delegación en el D.F.

TABLA 7. PROYECCIONES DE POBLACION DEL D.F.

Delegación	1988	1994	2000
Alvaro Obregón	853,959	937,626	1'084,220
Azcapotzalco	665,700	690,439	716,097
Benito Juárez	599,101	643,598	690,940
Coyoacán	793,600	878,066	1'150,000
Cuajimalpa	148,459	175,622	207,754
Cuauhtémoc	861,000	934,796	1'069,647
Gvo. A Madero	1'683,900	1'805,148	1'845,226
Iztacalco	639,700	696,586	758,631
Iztapalapa	1'581,109	1'746,839	1'895,630
M. Contreras	224,000	249,307	277,473
Miguel Hidalgo	609,600	678,071	754,234
Milpa Alta	67,493	79,167	92,997
Tláhuac	189,560	226,476	270,582
Tlalpan	561,960	611,933	666,750
V. Carranza	304,360	348,533	399,248

TOTAL 10'546,101 11520,580 12'758,000

Fuente: Diario Oficial de la Federación/Programa Director para el Desarrollo Urbano del D.F. 1987

La tabla anterior nos muestra incrementos de población que influirán directamente en la generación de desechos sólidos. Se nota de las proyecciones al año 2000 como 5 de las Delegaciones contarán con más de 1 millón de habitantes y cercanos a 2 millones dos de ellas.

Si la generación de desechos sólidos no es reducida por una política de mayor reciclaje y recuperación de materiales, la cantidad de desechos sólidos alcanzaría enormes cantidades con un número de consecuencias negativas.

Solo de desechos domésticos se tendría:

$$0.65 \text{ Kg/persona/día} \times 12'758,000 \text{ personas} =$$

$$8,292.7 \text{ toneladas}$$

si se considera una densidad de 275 kg/m³, el volumen que se generaría es:

$$8,292.7/0.275 = 30,155 \text{ m}^3$$

si se considera una densidad compactada de 400 Kg/m³, el volumen generado, sería :

$$8,292.7/0.4 = 20,731.75 \text{ m}^3$$

con lo que se habría de contar con 1382 unidades recolectoras de al menos 15 m³ cada una para cubrir el servicio.

CAPITULO IV

I D E N T I F I C A C I O N
Y D E S A R R O L L O
D E E S T R A T E G I A S

CAPITULO IV IDENTIFICACION Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS

4.1. Identificación de estrategias

Las estrategias identificadas se confinan en 5 aspectos principales:

- a) Recolección y Transporte
- b) Eliminación o disposición de desechos
- c) Recuperación de recursos y reciclaje
- d) Entrenamiento
- e) Organización, Control y Manejo

Estos aspectos abarcan las siguientes acciones:

- a) Recolección y Transporte.

Aprovisionamiento de personal adicional y de vehículos recolectores (incluyendo barredoras mecánicas) a fin de rectificar las deficiencias presentes.

Estos incrementos ayudarían a llenar los requerimientos para la eliminación de 9,700 ton/día y de las que en 1990 se estimaban en 11,582 ton/día. Incluso se han dado cifras para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México de 19,000 toneladas por día (Revista periódica "Tiempo"/Junio 1990)

La puesta en acción de tecnología manufacturera a nivel nacional para producir una amplia gama de vehículos y asociarla al equipo de manejo de los desechos sólidos. Esto reduciría la dependencia sobre bienes importados, como los equipos que se siguen importando de los Estados Unidos de América.

La conclusión de las proyectadas 12 estaciones de transferencia repartidas a lo largo de la ciudad. De las cuales se espera recibir alrededor de 10,200 toneladas por día de todos los desechos generados. El análisis y la replaneación de las rutas recolección de basura.

La introducción del servicio de contenedores comunales para recolección de basura en áreas donde el acceso directo de vehículos a calles sea difícil. Esto es, en Delegaciones como la Azcapotzalco, Benito Juárez, Gustavo A Madero, Iztapalapa y Venustiano Carranza.

Cestos de gran tamaño o contenedores en los cuales los residentes locales puedan depositar su basura, localizados en la periferia de áreas congestionadas.

Las propuestas incluyen el establecimiento de rutas y de mayor frecuencia de recolección nocturna, así como vaciado de contenedores. Esto se asocia con el aprovisionamiento de un servicio que cubra el 30 % de la población de las áreas congestionadas mencionadas con anterioridad.

Se contempla que contratistas del sector privado se empleen para operar este servicio en forma regular.

b) Eliminación o disposición de desechos.

Implementación efectiva de la transformación de antiguos tiraderos en "áreas verdes" o recreativas. Puesta en marcha de las plantas incineradoras de desechos de hospitales y clínicas, ubicados en San Juan de Aragón, con capacidad de 100 toneladas por día y el de Tlalpan con capacidad de 50 toneladas por día.

Ambas plantas, incorporan recuperación de calor generado en forma de vapor para generar energía eléctrica y filtros electrostáticos para lavado de aire.

c) Recuperación de Recursos y Reciclaje.

Inicio del proyecto piloto para recolección de gas metano y estimación del potencial para el suministro a hogares, industria, vehículos o para la generación de energía.

Renovación de la Planta de San Juan de Aragón a fin de mejorar la eficiencia operacional.

d) Entrenamiento.

Introducción de programas de entrenamiento para personal encargado de los servicios de recolección y control.

e) Organización, Control y Manejo.

Establecimiento de un efectivo sistema de registro de cargo y control de pagos para crear un servicio mejorado de recolección de desechos sólidos para la industria y el comercio. Estos controles necesitan incluir incentivos tales que las firmas estén alentadas a minimizar la producción de desechos.

Implementación de nuevos reglamentos cuyo objetivo sea el mejoramiento total de la eficiencia de la recolección y eliminación o disposición de desechos sólidos.

También es necesaria una propuesta para limitar las operaciones de "pepena" en los vehículos recolectores durante el trayecto, logrado esto a través de un estricto

control impuesto sobre cualesquiera actividad de "pepena" siguiendo negociaciones con los líderes de los pepenadores y su sindicato.

Mejoramiento de la infraestructura existente dentro del Departamento del Distrito Federal y la implementación de programas de información pública que ayuden al efectivo desarrollo e implementación de planes.

Si todas las recomendaciones del Plan Maestro como el de 1984 se ponen en marcha totalmente, se logrará un gran paso. No obstante para la implementación exitosa se dependerá de dos factores principales:

- a) La habilidad de las autoridades para emprender totalmente lo que se ponga en marcha.
- b) La distribución de fondos suficientes para cubrir los costos que el servicio involucra.

El costo de implementación del Plan Maestro en el periodo 1984-1988 fue estimado por el Departamento del Distrito Federal en alrededor de \$73'673,000. (\$361.1 millones de dólares a precios de octubre de 1984).

TABLA 8. COSTOS DEL PLAN MAESTRO PARA DESECHOS SOLIDOS

Período	Capital	Obra	Operación	Mantenim.	Proy.Costo
	Equipo	Civil		correct.	Total
				y prev.	

1984-88	24,791	2,308	36,908	8,064	1,602	73,673
	(Millones de Pesos)					

Fuente: Costos estimados del Plan Maestro para desechos sólidos DDF. (basados en precios de Oct. 1984)

Aparte de las principales propuestas listadas anteriormente, se plantea debatir con autoridades oficiales la puesta en

marcha de plantas incineradoras para futura destrucción de desechos médicos y nocivos, cuya ubicación incluye Azcapotzalco, Milpa Alta, Santa Fé y el Municipio de Naucalpan en el Estado de México.

Otros Aspectos.

Se planea a corto plazo, disponer de 20 a 25 sitios en donde se lleven acabo rellenos sanitarios, a lo largo de toda la República Mexicana. A la par de los que se tendrían incineradores operados por compañías privadas, con máxima utilización, haciendo uso de hornos y calderas existentes.

No obstante, si se tiene la tendencia a mayor utilización de incineradores, estos deben contar con técnicas de tratamiento cuyo objetivo sea neutralizar, desintoxicar y purificar los desechos lo necesario como para poder eliminarlos o disponer de ellos de una manera segura y contar con filtros electrostáticos que eviten en la medida de lo posible a la agregación de emisiones contaminantes.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología planea desarrollar dos rellenos sanitarios para la eliminación de desechos peligrosos, en Ecatepec a 25 o 30 Km al noreste de la Ciudad de México, el sitio es una mina abandonada donde ya se estaban recibiendo desechos. El área que ocupa serían 2.5 hectáreas con una profundidad de 6 metros. Se le harían preparaciones de revestimiento interior para que el relleno fuese similar al planeado para San Luis Potosí.

Quedaría a cargo de la misma SEDUE, supervisar las operaciones de este y otros sitios para la eliminación de desechos de alto riesgo.

Se ha propuesto la eliminación o disposición de desechos sólidos por medio de ferrocarril, es decir, que los desechos serían acarreados a sitios de depósito y eliminación localizados fuera de la ciudad, en lo que se vislumbran algunos beneficios como:

- mayores posibilidades de planeación a largo plazo al tener sitios de eliminación con mayor vida útil que la que se tendría con sitios cercanos a la Ciudad de México.

- menos probabilidad de problemas asociados con los pepenadores, debido a la distancia desde el D.F.

- menos congestión de caminos, donde existen problemas de contaminación por el smog y por donde los trailers a menudo necesitan cruzar la ciudad desde las áreas de recolección a los sitios de eliminación o disposición de desechos.

- menores costos a largo plazo

Concerniente a los tres nuevos sitios de relleno sanitario que dan servicio al Distrito Federal, se tiene por compromiso con los sindicatos de pepenadores, la acción de "pepena" en forma limitada. Por una parte, el dejar que continúen las acciones de este sector, se corre el riesgo de no tener un adecuado control y manejo del sitio y en general continuar con las precarias condiciones ambientales.

Por otro lado, continuaría siendo la fuente de sustento de un significativo número de personas; haciéndoles disponer de materiales reciclables que de otra forma irían a dar a la basura, sin que se diera un mejoramiento en la economía local.

Parece que las plantas de recuperación de recursos, con o sin el esquema integrado de producción de composta, como del tipo de San Juan de Aragón, son las más prometedoras.

Hay una clara necesidad de limitar la "pepena" y preferiblemente prevenirla a fin de mejorar no sólo la eficiencia en la recolección sino en la eliminación o disposición de desechos, así como las condiciones ambientales generales en los sitios de eliminación.

De esta manera, se plantea incorporar plantas de recuperación de recursos o reciclaje a la infraestructura del Departamento del Distrito Federal y a las autoridades asociadas del Estado de México.

4.2. Limitación del espacio de acción

Este trabajo pretende abordar sólo el aspecto de los desechos domésticos, los que puedan incluir desechos comerciales, institucionales y los producidos en la vía pública, dentro de la jurisdicción del Distrito Federal.

Cualquier solución dependerá del lugar donde se originen los desechos sólidos. Por ello, deben aplicarse para una mejor gestión, las condiciones locales en términos de:

- composición de los desechos sólidos
- densidad y
- tonelaje

La idea de abordar los desechos domésticos tiene una base razonable: Por mucho, la cantidad de desechos sólidos que surgen de la Ciudad de México son de origen casero, incluyendo basura de la vía pública, de escuelas, de oficinas de gobierno e instituciones similares y algunos establecimientos comerciales.

El espacio de acción también tiene un marco de referencia a corto plazo. Planeación a corto plazo que es debida a que las actividades oficiales están sujetas a un período de gestión de seis años.

Los planes a mediano plazo terminan con el año 2000, teniendo como punto de referencia las proyecciones de población calculadas hasta el cambio de siglo.

La continuidad de la planeación en muchos campos, ha sido la principal preocupación en los últimos años. Por eso, es importante considerar no solo las ideas propuestas desde hace tiempo, sino mejorarlas y ver como las políticas ambientales han cambiado de década en década.

No se descarta sobre todo que los sistemas de tratamiento biológico como la producción de composta y generación de gas metano, los que proveen de recuperación de materiales o energía, pueden desarrollarse como una buena alternativa.

4.3. Descripción de métodos de solución

Es importante mencionar que los métodos para eliminar desechos deben ir a la par con medidas que incluyan:

- una mejor organización de los sistemas de recolección y transporte
- una estandarización de vehículos
- una implementación del mantenimiento preventivo y correctivo de equipos
- una culminación y concesionamiento de plantas incineradoras
- una introducción de controles adecuados diseñados para minimizar y si es posible eliminar eventualmente las acciones de "pepena" o preselección de materiales reciclables durante el lapso de traslado de desechos al depósito de eliminación.
- una introducción de programas de entrenamiento y promoción de educación al público respecto al manejo de su basura.
- un examen detallado del aspecto de recuperación de materiales y reciclaje.
- un cumplimiento con los requerimientos a largo plazo y evaluación del diseño de requerimientos para un tratamiento de desechos centralizado.

- la correcta puesta en marcha de los sitios destinados a rellenos sanitarios para evitar más impacto negativo en medio ambiente.
- la reconsideración respecto a procesos biológicos, térmicos y físicos para eliminar los desechos sólidos.

El proceso biológico comprende los aspectos de rellenos sanitarios y producción de composta

El proceso térmico comprende la incineración y pirólisis, en esta última se lleva a cabo una descomposición química por acción del calor. (Ver Fig. 8)

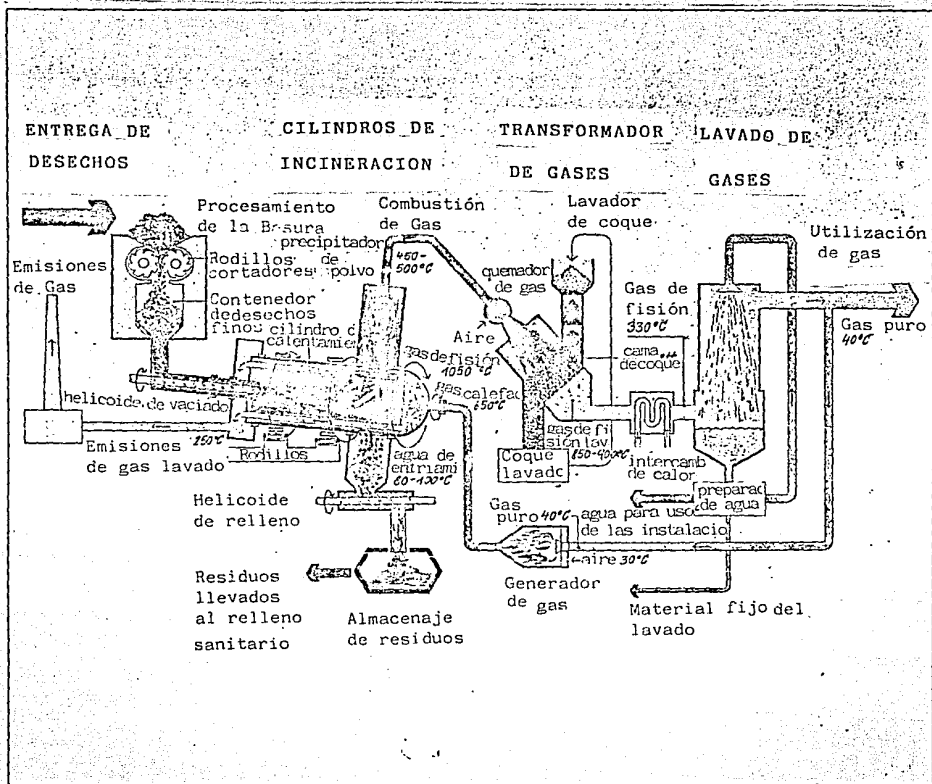
El proceso físico comprende el reciclaje y la recuperación de materiales, que como en el caso del aluminio se ahorra una enorme cantidad de energía cuando se tiene en forma de fragmentos y no se parte de su forma de bauxita.

4.4. Evaluación de propuestas de solución

4.4.1. Evaluación de procesos

Esta evaluación se ocupa principalmente de los métodos de eliminación cuya aceptación depende de la correcta compatibilidad entre la planeación social y ambiental.

Se entiende por esto, un concepto cuyo fundamentos ecológicos y económicos reflejen el interés de los residentes, así como los efectos en el medio ambiente natural y el humano.



Un desbalance respecto al control y manejo de desechos sólidos puede causar conflictos entre el deseo por mejorar las condiciones de vida, minimizar los problemas sociales y proteger al medio ambiente.

Los criterios para evaluar la compatibilidad ambiental considera los siguientes aspectos:

1) Área consumida

¿Cuánta área se necesita para el método de eliminación o disposición de desechos sólidos?

2) Contaminación del paisaje

¿Cómo se verá influido el paisaje?

3) Contaminación por ruido

¿Cuáles emisiones de ruido provienen de la operación del método de eliminación así como de la llegada y salida de los transportadores de basura?

4) Contaminación en la atmósfera

¿Qué contaminantes, en qué cantidad y con qué potencial de riesgo se agregan al aire?

5) Contaminación del agua

¿Qué contaminantes, en qué cantidad y con qué potencial de riesgo se agregan a los mantos acuíferos?

6) Contaminación del suelo

¿Qué contaminantes, en qué cantidad y con qué potencial de riesgo se agregan a las capas superiores del suelo?

7) Balance de energía

¿Cómo es el balance de energía total del proceso?

8) Riesgo Potencial

¿Cuál proceso o qué emisiones del proceso podrían actualmente o en lo futuro poner en peligro la situación?

9) Seguridad del método de eliminación o disposición

¿Garantiza el proceso una adecuada eliminación de desechos de acuerdo a las medidas actuales?

10) Posibilidades de control del proceso

¿Están bajo control los procesos empleados? ¿Está claro qué ocurriría? ¿Es posible simular el proceso en laboratorio?

(Ver Tabla 9 Evaluación de propuestas)

4.4.2. Descripción de ventajas y desventajas de los métodos de eliminación o disposición

a) Incineración.

Este es a menudo un tratamiento y proceso de eliminación adecuado en áreas densamente pobladas, donde no se disponga de terreno para la eliminación o disposición de desechos no tratados. Puede presentar varias desventajas técnicas, ecológicas y económicas, como son:

- altos costos de construcción
- altos costos de operación y mantenimiento
- la necesidad de personal entrenado para operar y
- mantener la planta
- dificultad de reciclaje de materiales en el desecho
- limitada disponibilidad de cada horno debido a los requerimientos de mantenimiento
- la necesidad de caras medidas de control para prevenir la contaminación de la atmósfera y del agua.

EVALUACION DE PROPUESTAS

	CA	CP	CR	CAT	CAG	CS	BE	RP	SSE	CPO	COST	AP	CAPF	ACS	CFG	CAA	TOTAL
Disposición total de desechos sólidos crudos, como se recolectan	--	--	-	0	--	--	--	--	-	--	+	-	--	-	--	-	-22
Incineración total de desechos	+	0	--	--	++	0	+	0	++	+	--	--	--	--	0	--	-6
Medidas para evitar la generación de desechos sólidos	++	++	++	++	++	++	++	++	0	--	++	++	++	++	++	++	+26
Reciclaje y recuperación de materiales de reuso	+	+	0	++	++	++	++	++	0	++	-	+	+	++	++	++	+21
Composteo	+	+	0	-	+	0	0	0	0	+	--	0	+	0	0	+	+3
Eliminación o disposición de desechos restantes	-	0	0	0	--	--	-	--	0	--	+	-	-	-	--	0	-14
Incineración de desechos restantes por pirólisis	+	-	-	-	++	0	++	0	++	+	-	-	-	-	0	0	+1
Eliminación o disposición de residuos de la incineración	0	0	0	++	0	0	++	0	+	+	0	0	-	0	0	0	+5
No hacer nada	--	--	-	0	--	--	--	--	--	--	+	+	++	-	--	--	-18

Nota: (+) se suman; (-) se restan; (0) no se toman en consideración

DESCRIPCION DE CLAVES:

CA	=	Consumo de área
CP	=	Contaminación del paisaje
CR	=	Contaminación por ruido
CAT	=	Contaminación atmosférica
CAG	=	Contaminación de aguas
CS	=	Contaminación del suelo
BE	=	Balance de energía
RP	=	Riesgo Potencial
SSE	=	Seguridad del sitio de eliminación
CPO	=	Control después de puesta en operación
COST	=	Costos
AP	=	Aceptación presente
CAPF	=	Consumidores afectados/productores favorecidos
ACS	=	Aspectos conflictivos sociales
CFG	=	Contaminación en futuras generaciones
CAA	=	Comportamiento Ambiental de apoyo
TOTAL	=	Evaluación total de propuestas

La incineración obviamente no tiene ventajas ambientales y algunos veces presenta problemas ambientales. Es necesaria una chimenea muy alta para asegurar que el efluente de gases no descienda sobre las áreas circundantes. El consumo de agua para el enfriamiento de gases y ladrillos refractarios puede ser muy alto; la emisión de partículas puede rara vez ser controlada a más del 99% y aun esto es inadecuado. Enormes plantas generan un alto nivel de tráfico.

Es importante tener en mente que la incineración no es un método completo de eliminación o disposición de desechos sólidos. Los sub-productos de la combustión son cenizas y gases, incluyendo gases tóxicos, partículas y la recuperación de energía calorífica.

b) Composteo.

Los sistemas de composteo, ya sea manuales o mecanizados pueden diseñarse y operarse de tal manera que proporcionen un control efectivo sobre los vectores patógenos. Pero, raramente es posible evitar por completo olores desagradables ocasionales. La solución a esto radica en la cuidadosa selección del sitio.

La importancia del potencial económico del composteo para ciertos países en vías de desarrollo ya se ha acentuado. Puede haber también ventajas importantes para la salud pública dado que campesinos a menudo recolectan desechos crudos y los usan como fertilizantes, sin un tratamiento adecuado o sin control.

Esto causa riesgos que bien podrían evitarse si los desechos fueran procesados por las autoridades locales en un producto higiénico.

La desventaja del composteo es que requiere varios meses para la estabilización de la basura, a no ser que el proceso del composteo se cambie.

c) Rellenos

Todo depósito de basura sin tratar es un desastre ambiental que causa riesgos a la salud provenientes de moscas y ratas, de la contaminación del aire por la incineración ya sea accidental o deliberada, por la generación de contaminación a mantos acuíferos a través de lixiviación o por lluvia.

Ningún tipo de desecho debiera dejarse a la intemperie sin ser eliminado o dispuesto adecuadamente. De ser usado el relleno como última etapa del control y manejo de desechos sólidos, deben tomarse en cuenta los problemas de infiltración, emisiones de gases y el necesario aislamiento para no afectar los mantos acuíferos o contaminar los suelos vecinos.

En lo futuro, debe depositarse una optimizada (reducida) cantidad de materiales. Sus componentes orgánicos deben destruirse de tal manera que los materiales depositados no se oxiden.

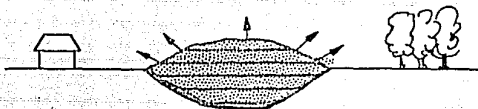
d) Rellenos Sanitarios

Los sitios con relleno sanitario tienen las siguientes ventajas:

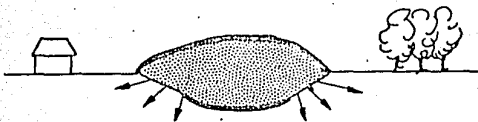
- se controla el surgimiento de enfermedades por el método de operación

- se evita la contaminación de mantos acuíferos por la selección cuidadosa del sitio del relleno sanitario

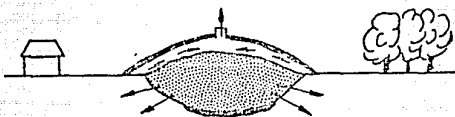
Fig. 9



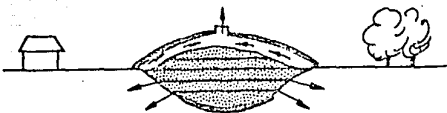
- a) Relleno Sanitario sin cubierta superior, con entrecapas compactadas y base compactada hasta el borde perimetral



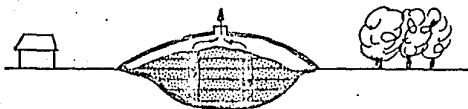
- b) Relleno Sanitario con fondo y cubierta superficial compactada



- c) Relleno Sanitario con fondo y cubierta superficial compactada, con drenaje superficial



- d) Relleno Sanitario con entrecapas compactadas



- e) Relleno Sanitario encapsulado con preparación para desgasificación PROPUESTA OPTIMA, DE ACUERDO A REGLAS GENERALES DE LA TECNICA DE ELIMINACION DE DESECHOS SOLIDOS (Ver 6.1. Medidas Técnicas)

Fuente: Koch, T.C., Ökologische Müllverwertung, Karlsruhe 1966
Utilización ecológica de Desechos Sólidos,

- se evita la contaminación de aguas superficiales debido a detalles de ingeniería preliminares

Un sitio bien administrado, de esta manera no involucra riesgos de transferencia de contaminación al agua o a la atmósfera.

Las formas de degradación ambiental a corto plazo que son inevitables se presentan en forma de:

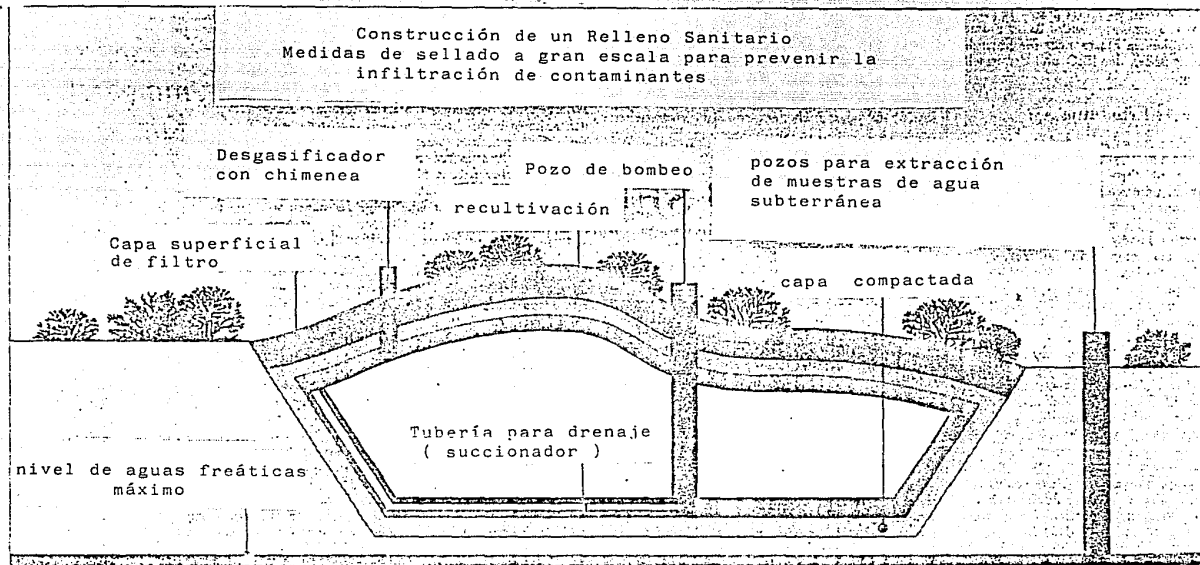
- tráfico hacia y desde el sitio del relleno
- paisaje zurcado no regular causado por las operaciones del movimiento de tierras
- algún tipo de basura visible la mayoría del tiempo
- basura desplazada por los aires (papeles-plásticos) durante ventarrones
- ruido de tractores y bulldozers.

Se llevan acabo ciertos procesos físico-químicos durante el relleno, el que si cuenta con un costoso sello de protección, una cuidadosa operación e inspecciones permanentes, minimizarán el riesgo para futuras generaciones.

Un relleno sanitario confiere beneficios ambientales a largo plazo en la medida que reemplace a una depresión causada por excavación mineral creando un área verde o zona recreativa, que el tener un problema a corto plazo. (Ver Fig. 9 y 10)

Algunas desventajas se refieren al tiempo de estabilización de la basura, que en algunos casos toma años.

Figura 10



Fuente: Behmel, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Stuttgart, 1969

4.4.3. Selección de métodos de eliminación

La selección de los mejores métodos de eliminación o disposición de desechos para una ciudad es de suma importancia e involucra muchos factores:

Antes de que se pueda tomar una decisión, deberán contestarse las siguientes preguntas:

1. ¿Qué métodos son técnicamente factibles y cuáles son las limitaciones de cada uno de ellos?
2. ¿Hacen las condiciones locales que un método sea en particular más conveniente o inconveniente que otro?
3. ¿Qué factores, tales como las características de buena salud pública o escasas molestias potenciales, favorecen a un método por sobre otro?
4. ¿Podrían las condiciones meteorológicas, las fallas mecánicas u otras circunstancias interrumpir los procedimientos de eliminación y con qué resultados para la ciudad?
5. ¿Cuáles son los costos de los varios métodos, cómo varían y con qué factores?
6. ¿Qué efectos tienen los procedimientos de recolección en el costo de la eliminación o disposición de desechos?
7. ¿Qué métodos pueden adaptarse económicamente a las condiciones cambiantes de la ciudad?
8. ¿Forma parte la recuperación o reciclaje de los costos de eliminación?
9. ¿Qué elementos en cada método son probables de ganar apoyo público o enfrentar antagonismo?

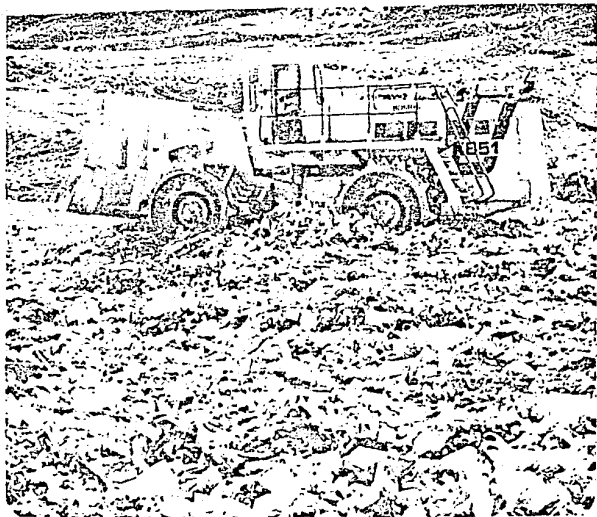
Los métodos de eliminación usados en una ciudad dependen hasta cierto grado del tipo de ciudad que se trate, porque el tipo de ciudad afecta las cantidades y tipos de desechos producidos en ella.

La ubicación geográfica, clima, estándares de vida, densidad de población y las principales fuentes de ingresos de los residentes son puntos importantes de tomar en cuenta.

El frecuente smog, como en el caso de la contaminada Ciudad de México, puede eliminar a la incineración central como método de eliminación de desechos sólidos, o requerir que se tomen medidas precautorias para que decrezcan las emisiones de humo.

No obstante, es importante entender que:

NINGUN MÉTODO DE ELIMINACIÓN ESTA LIBRE DE TODOS LOS RIESGOS PARA LA SALUD Y MOLESTIAS AFINES, A NO SER QUE SEA PLANEADO - ESTE CUIDADOSAMENTE Y SE OPERE EFICIENTEMENTE.



CAPITULO V

EVALUACION
DE IMPACTOS
AMBIENTALES

CAPITULO V EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

En las pasadas décadas, el crecimiento de actividades en los diversos sectores de la economía de México han requerido de la realización de importantes proyectos de desarrollo.

Un hecho inegable ha sido la carencia de un control efectivo sobre el impacto ambiental generado por la labor de los sectores público y privado en la etapa de planeación de proyectos. Desde hace una década, el problema fue sujeto a estudio no sólo desde el punto de vista técnico legal sino por medio de algunos programas y estrategias planeadas en aquellos años para evaluar impactos ambientales de una manera exitosa, como para juzgar su aceptación, su rechazo o modificación de proyectos y para supervisar la implementación de las recomendaciones para de esta manera preservar y mejorar el medio ambiente.

La experiencia de tiempos pasados ha mostrado la necesidad de prevenir desde la etapa de planeación, algunas consecuencias que ciertas actividades producidas por el hombre tengan sobre el medio ambiente. Los efectos pueden producirse durante las varias etapas del proyecto, tales como: la planeación, construcción, operación y mantenimiento.

Es en esta condición, que la Estimación del Impacto Ambiental (E.I.A.) desarrolla acciones tendientes a identificar, analizar y evaluar las consecuencias sobre la salud y bienestar del hombre y la naturaleza, esto es, sobre los ecosistemas en los cuales el hombre vive y del cual el depende.

Se propone el uso de este método de evaluación ambiental (E.I.A.), a fin de identificar, interpretar, evaluar, detectar y predecir el impacto de Rellenos Sanitarios en el ambiente biogeofísico, la salud y el bienestar de la población y comunicar los efectos de impactos a la población afectada.

La Estimación del Impacto Ambiental no debe considerarse como un tratado del medio ambiente, sino como una ayuda para los tomadores de decisiones a fin de hacer factible la operación de rellenos sanitarios y minimizar los impactos para conservar el equilibrio ecológico del medio ambiente.

La metodología de la Estimación del Impacto Ambiental deberá contener la siguiente información:

- a) Descripción de la acción propuesta y sus alternativas
- b) Descripción del medio ambiente, donde se lleva a cabo el relleno, en sus aspectos físicos, ecológicos, geográficos, sociales y económicos
- c) Identificación de impactos ambientales provocados por las acciones, a fin de escoger el mas importante y mas significativo.
- d) Predicción de efectos negativos en el ambiente y definición de los criterios usados por esta.
- e) Atenuación de impactos negativos o disminución de ellos, así como identificar impactos residuales y aquellos que no pueden ser evitados
- f) Formulación de recomendaciones. La información que se derive de la Estimación del Impacto Ambiental conducirá a tomas de decisiones, tales como:
 - Aceptación del sitio del Relleno Sanitario con una o más alternativas,

- Acciones correctivas o rechazo de la alternativa propuesta

- g) Recomendaciones del monitoreo y supervisión después de llevar a cabo la acción. esta etapa puede ser muy importante, porque será usada para determinar la efectividad de las técnicas usadas en la predicción.

5.1. Método de listado para referencia y verificación

Este método enlista los factores ambientales locales relacionados tanto al medio ambiente natural como a consideraciones humanas. (4) (5) (6)

Los Factores Ambientales consisten en los siguientes aspectos:

AMBIENTE NATURAL

- I. Topografía
- II. Clima
- III. Comunidades de Plantas
- IV. Geología y Riesgos Geológicos.
- V. Suelos
- VI. Drenaje
- VII. Fauna
- VIII. Hidrología
- IX. Aspectos Estéticos y Visuales

FACTORES Y CARACTERÍSTICAS CULTURALES

- X. Uso del Suelo
- XI. Propiedad de la Tierra
- XII. Servicios Públicos y Transporte

FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS

XIII. Población y tipo de Economía

XIV. Recreación y Turismo

FACTORES DE INTERES PUBLICO

XV. Gobierno e interés especial de Grupos

XVI. Planes generales y Zonificación

De una manera mas detallada, en la preparación de la Estimación del Impacto Ambiental deberá considerarse para cada factor ambiental los siguientes aspectos:

AMBIENTE NATURAL

I. Topografía

- 1.1. Declive de pendientes
- 1.2. Dirección de la pendiente
- 1.3. Elevación y relieve

II. Clima

- 2.1. Precipitación
- 2.2. Temperatura
- 2.3. Vientos dominantes
- 2.4. Humedad
- 2.5. Posibilidad de Neblina
- 2.6. Calidad del aire

III. Comunidades de plantas

- 3.1. Por su característica morfológica de altura, hábito de crecimiento y forma
- 3.2. Por tipo de follaje
- 3.3. Por tipo de tallo

IV. Geología y Riesgos Geológicos

- 4.1. Rocas y estructuras geológicas
- 4.2. Acuíferos
- 4.3. Recursos Minerales
- 4.4. Derrumbes
- 4.5. Riesgos sísmicos

V. Suelos

- 5.1. Profundidad del suelo
- 5.2. Capacidad de retención de agua
- 5.3. Permeabilidad
- 5.4. Comportamiento de expansión-contracción
- 5.5. Capacidad agrícola
- 5.6. Conveniencia de Tanques Sépticos

VI. Drenaje

- 6.1. Inundaciones
- 6.2. Erosión por corrientes
- 6.3. Sedimentación

VII. Fauna

- 7.1. Animales terrestres
- 7.2. Animales marinos

VIII. Hidrología

- 8.1. Suministro de agua existente
- 8.2. Eliminación de aguas servidas y sus efectos en el suministro de agua
- 8.3. Flujo de las corrientes existentes
- 8.4. Potencial de agua subterráneo
- 8.5. Potencial de aguas negras y sus efectos hidrológicos
- 8.6. Elevación del nivel freático
- 8.7. Hundimiento por la extracción de aguas subterráneas
- 8.8. Calidad del Agua

IX. Aspectos visuales y estéticos

- 9.1. Efecto en el paisaje
- 9.2. Contaminación visual

FACTORES Y CARACTERÍSTICAS CULTURALES

X. Uso de Suelo

- 10.1. Habitacional
- 10.2. Comercial
- 10.3. Agrícola
- 10.4. Recreacional
- 10.5. Otros usos

XI. Propiedad de la tierra

XII. Transporte y Servicios Públicos

- 12.1. Autopistas
- 12.2. Caminos locales y vías citadinas
- 12.3. Aeropuerto
- 12.4. Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos
- 12.5. Gas y Electricidad
- 12.6. Líneas de abastecimiento de agua y drenaje

FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS

XIII. Población y su economía

- 13.1. Tamaño de la población, características y proyecciones.
- 13.2. Habitación
- 13.3. Base económica
- 13.4. Base económica potencial
- 13.5. Empleo
- 13.6. Base de impuestos y finanzas públicas

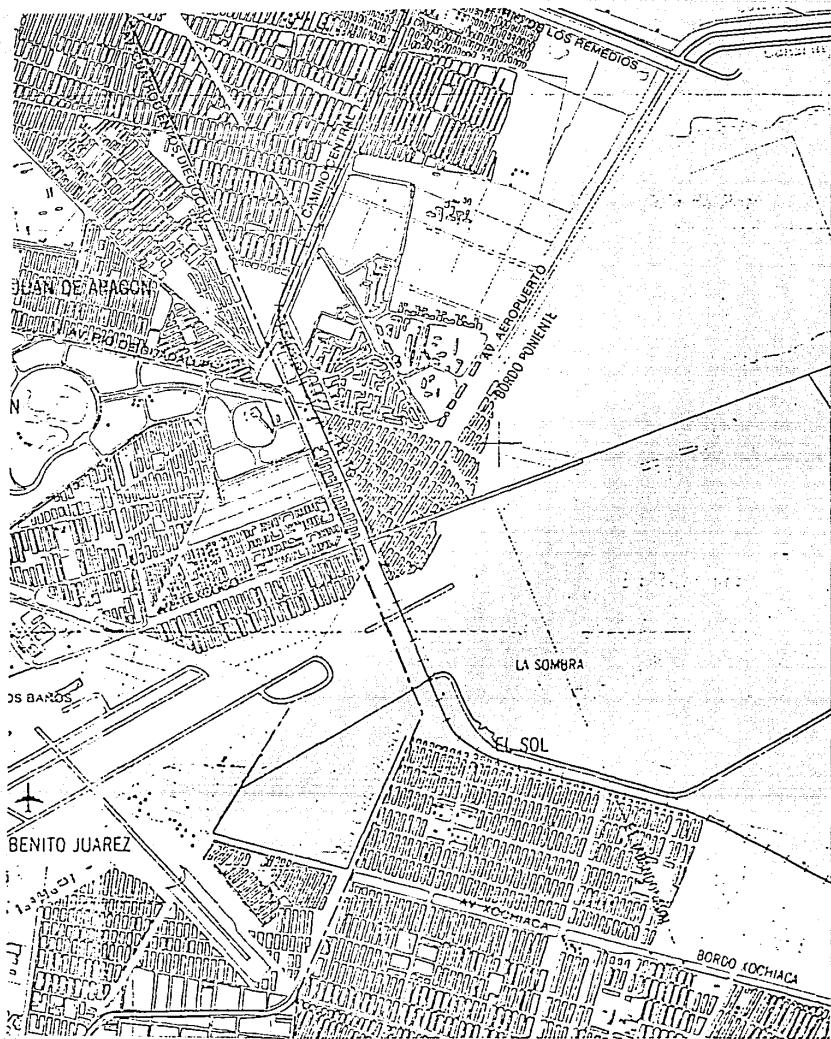
XIV. Recreación y Turismo

14.1. Parques

FACTORES DE INTERÉS PÚBLICO

XV. Interés especial de grupos y autoridades

XVI. Planes generales y zonificación



5.2. Descripción de los sitios de relleno sanitario estudiados

5.2.1. Relleno sanitario "Bordo Poniente"

I. Topografía (Ver plano 1)

1.1. Declive de pendientes.

Presenta un declive insignificante, localizado en planicie.

1.2. Dirección de la pendiente.

El sitio tiene una pendiente mínima SW-NE a lo largo de la Avenida Aeropuerto y la llamada "Bordo Poniente"

1.3. Elevación y Relieve.

La elevación es de 2235 y 2236 sobre el nivel del mar, el relieve tiene un área de depresión la cual es ocupada por un lago de regulación y la del Gran Canal del Desagüe

II. Clima

2.1. Precipitación Pluvial.

Las estaciones meteorológicas que reportan la precipitación cercana al lugar son:

Nombre de la Estación:	Altitud (s.n.m.)	Precip. anual
Aeropuerto Internacional	2,234 metros	568.3 mm
San Juan de Aragón	2,240 metros	568.1 mm
Chimalhuacán	2,250 metros	589.5 mm

Para propósitos prácticos la precipitación promedio en esta zona es 600 mm.

2.2. Temperatura.	Promedio Anual	15.8° C
	Máxima	15.8° C

2.3. Vientos Dominantes.

Los vientos dominantes son de dirección NE y NW.

2.4. Humedad.

No hay datos disponibles

2.5. Formación de neblina.

Se presenta sólo en Invierno, durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

2.6. Calidad del aire.

La oficina de red de monitoreo ambiental de la SEDUE reporta valores que exceden aquellos recomendados por la Organización Mundial de la Salud. En Enero de 1991 se han registrado valores que alcanzan y rebasan 200 microgramos por metro cúbico de partículas suspendidas, lo que muestra una calidad pobre en esta área.

III. Comunidades de Plantas.

Las asociaciones especiales de vegetación consisten en pasto natural, el cual resiste el alto contenido de salinidad, por lo que es llamado "Pasto Salado". existen algunas especies de casuarina y eucaliptos que han sido plantados con resultados exitosos.

IV. Geología y riesgos geológicos.

4.1. Rocas y estructuras geológicas.

Los vientos que penetraron a la cuenca desde el NE depositaron finos materiales que ayudaron a llenar la parte central de los sedimentos del lago, sedimentos de arena y arcillas lodosas constituyen el perfil geológico, capas más

profundas están constituidas por arcillas volcánicas suaves que subyacen con capas de arena. (Ver plano 2) Se identifica como una zona lacustre, con espesor de capas delgada, edad cuaternaria, con un intemperismo somero, baja permeabilidad.

4.2. Acuíferos.

El bombeo de agua está siendo usada dentro del área para la generación de un "lago de regulación", hay posibilidad de aguas subterráneas.

4.3. Recursos Minerales.

La única explotación reciente es la de la sosa, la que se produce a unos cinco kilómetros al norte del sitio de relleno en las unidades de evaporación solar.

4.4. Derrumbes.

No existe posibilidad de derrumbe, debido a su topografía de planicie.

4.5. Riesgo Sísmico.

El riesgo sísmico se extiende por todo el Valle de México, con efectos mayúsculos en la zona lacustre.

V. Suelos

5.1. Profundidad del suelo.

Fase sódica, también conocida como "Fase Frágica" con menos de 100 cm de profundidad.

5.2. Capacidad de retención de agua.

Alto contenido de agua de alrededor de 300 por ciento, lo cual caracteriza una capacidad de retención elevada.

Estado de México

Ecatepec

Atizapan











PLANO 2

GEOLOGIA Y RIESGOS GEOLOGICOS

Tlanepantla

Naucalpan

SIMBOLOGIA

-  Límite del Distrito Federal
-  Límite de Delegaciones
-  Fallas Geológicas
-  Zonas de alta rentabilidad agrícola Clase I
-  Zonas de alta rentabilidad agrícola Clase II
-  Límite, Zona de recarga acuífera
-  Límite parqueques
-  Cota 2350msn
-  Riesgo existente
-  Parque interurbano

Nezahualcoyotl

DISTRITO FEDERAL

Estado de Morelos

5.3. Permeabilidad.

La permeabilidad detectada en esta zona es baja, la que influye en un mayor escurrimiento y la que debida a la poca cubierta vegetal propicia menor infiltración.

La infiltración es un punto clave para evitar que la segregación de líquidos producida por los rellenos pueda contaminar mantos acuíferos.

5.4. Comportamiento de expansión-contracción.

Este comportamiento aparece en aquellas zonas desecadas cerca del sitio.

5.5. Capacidad agrícola.

El área no es particularmente de buenas propiedades de calidad para propósitos agrícolas, debido al alto contenido de salinidad en el suelo, no obstante el Plan Lago de Texcoco reporta 5,000 hectáreas reforestadas y áreas verdes en la que se han formado cortinas de árboles que actúan como rompevientos para combatir las tolvaneras.

5.6. Conveniencia de Tanques Sépticos.

Es factible la conveniencia de Tanques por la baja filtración que se presenta en el sitio, no obstante, su uso sería en la captación de la segregación de líquidos que posteriormente se canalizan a una planta de tratamiento de aguas negras.

VI. Drenaje.

6.1. Inundaciones.

El área es reconocida como zona de inundación, de acuerdo a la Carta Higrológica de Aguas Superficiales, para la Cd. de México E14-2 publicada por la Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática

6.2. Erosión por corrientes.

No aplicable a las condiciones del sitio.

6.3. Sedimentación.

Se tiene sedimentos de rocas volcánicas aluviales depositadas a una profundidad de alrededor de 10 metros.

VII. Fauna

7.1. Animales terrestres.

Las únicas especies animales identificadas son algunos aves, como patos canadienses, pelicanos, garzas blancas e incluso gaviotas además de miles de ejemplares del llamado pato mexicano, al cual se le consideraba extinguido.

VIII. Hidrología

8.1. Suministro de agua existente.

No se identifica suministro alguno dentro del sitio, solo a menos de 1 kilómetro de distancia al Oeste, se suministra agua a áreas habitacionales.

8.2. Eliminación de aguas servidas y sus efectos en el suministro de agua.

Este punto es importante tomarlo en cuenta, ya que el área circundante es utilizada para drenaje de aguas tratadas. Aún más, existe un proyecto integrado en el cual, los lodos generados a partir de las plantas de tratamiento podrían ser usadas como agregado de la composta. Sus efectos en el agua suministrada pueden ser evaluados no en el sitio mismo, sino algunos kilómetros agua abajo, donde el agua se utiliza con fines de producción de sosa en las Unidades de Evaporación Solar e irrigación agrícola más al norte del sitio.

8.3. Flujo de corrientes existentes.

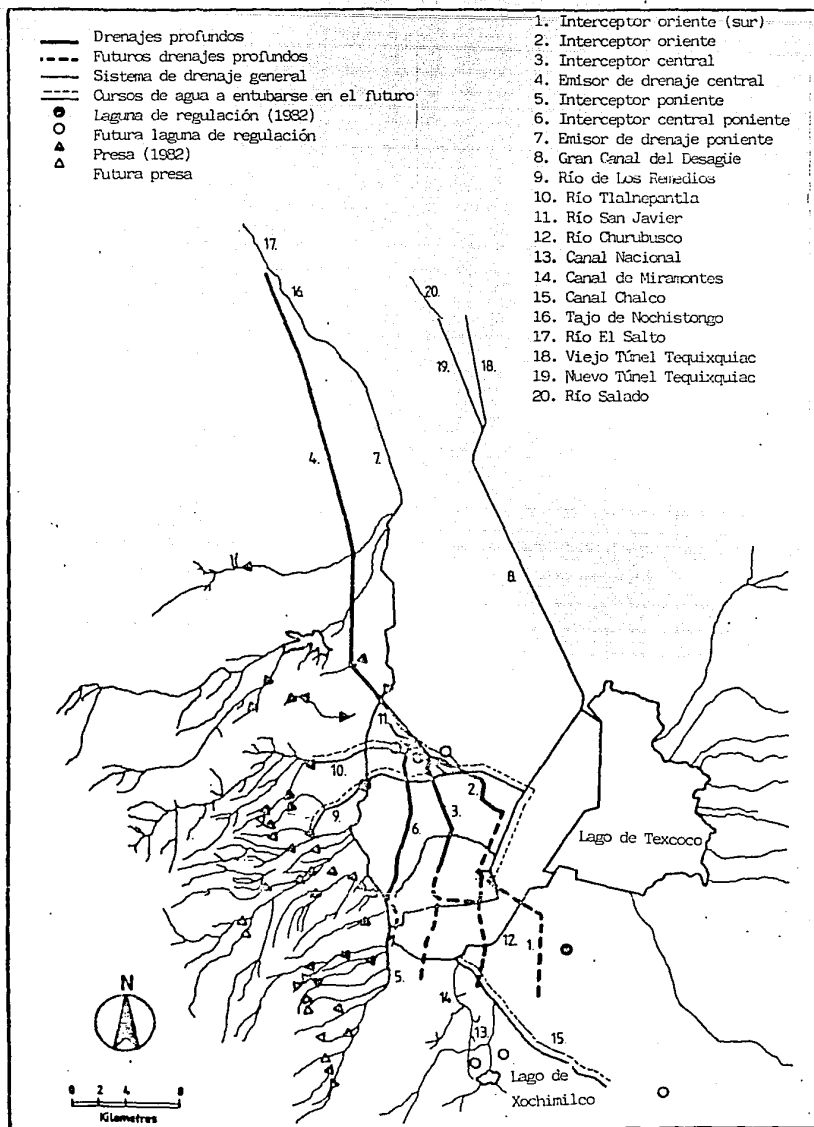
El flujo de corriente de la planta de tratamiento de aguas negras corre en dirección norte y se une con el Gran Canal de Desagüe después de pasar por un Lago de Regulación, Lagunas de Oxidación y unidades de evaporación solar. Cabe mencionar que el gasto extremo máximo que reporta la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos es de 85.7 m³/seg, volumen un poco mayor al gasto de 58 m³/seg que se obtiene de fuentes remotas y del subsuelo, para consumo de la Ciudad de México.

8.4. Potencial de agua subterráneo.

En lo que concierne a este punto, se tiene que el área fue originalmente un lago, en donde las capas que quedan tienen un alto contenido de agua, de cerca de 300 % de peso de agua a peso de sólidos y un alto contenido de sales minerales. La posibilidad de aguas subterráneas viene reportada en la carta geológica de la zona.

8.5. Potencial de aguas negras y sus efectos hidrológicos.

En años recientes con el Plan del Lago de Texcoco se logró crear un embalse artificial que lleva el nombre de Lago Nabor Carrillo, para almacenar los escurrimientos de los 11 ríos que ahí confluyen y aprovechar las aguas del Río Churubusco, una vez descontaminadas en plantas de tratamiento. Con la primera experiencia de almacenar estas aguas se llegó a una capacidad de 36 millones de metros cúbicos, teniendo proyectados seis lagos del mismo tipo que almacenarían en total 117 millones de metros cúbicos de agua, lo que restablecería parte del ecosistema que existió originalmente. (Ver Plano 3)



8.6. Elevación del nivel freático.

Se detecta a solo unos cuantos centímetros por debajo de la superficie. Dado que las aguas que se pudieran extraer de esta zona tienen un alto contenido de sales minerales, la afectación del manto no representa un riesgo considerable para los usos inmediatos que se les da a estas aguas.

8.7. Hundimiento debido a la extracción de aguas subterráneas.

El Hundimiento ha sido usado no como una desventaja en esta área, sino que, ha contribuido a la restauración de pequeños sistemas de lagos, que forman parte del esquema del Plan Lago de Texcoco. La depresión de suelo para crear esta área lacustre, que abarca 917 hectáreas, fue creada a base de bombeo intensivo y explosiones profundas para conseguir la compresibilidad de las arcillas del subsuelo. La restauración de los lagos ha contribuido a impedir que las partículas de polvo que se generaban por las tolvaneras, vayan a parar o se agreguen a la contaminación del aire.

8.8. Calidad del agua.

El alto contenido en sales es una característica del agua subterránea, en tanto que el agua proveniente de las plantas de tratamiento es ínfima en calidad, no apta para beberse como agua potable, más bien se emplea en riego de pasto salado.

IX. Aspectos estáticos y visuales.

9.1. Prevalece una planicie no cultivada en las áreas circundantes al sitio; pero el paisaje está cambiando con el Plan del Lago de Texcoco, en el cual se están restaurando algunos lagos, con futuros propósitos recreativos, se ha experimentado con el pasto salado que resiste salinidad superior a la del mar.

De ser aprobado el proyecto de expansión del Aeropuerto la y 2a. Etapas, se requeriría un control más estricto de la preservación del ambiente que lo rodeará, pues de otra manera la cercanía del relleno sanitario de no estar perfectamente administrado crearía molestias por las emanaciones de la eliminación de la basura.

FACTORES Y CARACTERÍSTICAS CULTURALES

X. Uso de Suelo.

10.1. Habitacional.

El uso de suelo residencial se localiza a menos de un kilómetro al oeste y sur del sitio, podría causar molestias debido a los olores, los residuos de papeles o basura que se desplazará por los aires transportada por el viento y un poco placentero paisaje visual sino de cumplen con los requerimientos para la buena operación del relleno sanitario.

10.2. Comercial.

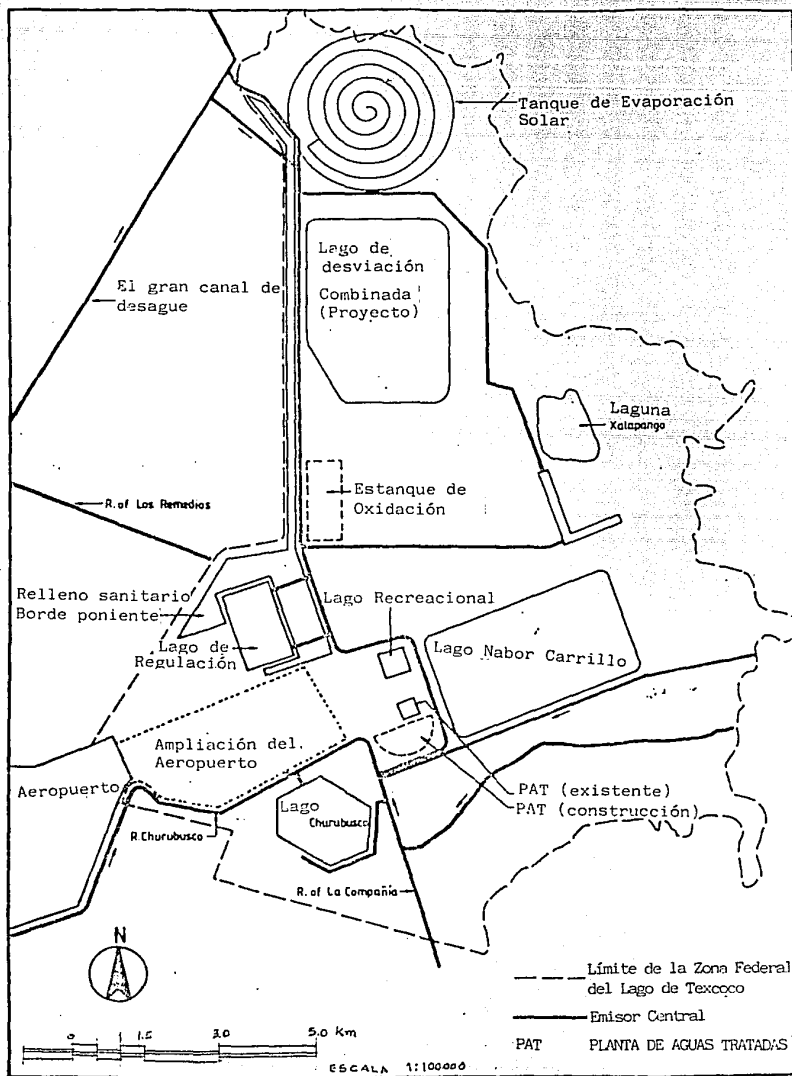
No aplicable a este sitio

10.3. Agrícola.

El Plan del Lago de Texcoco ha propuesto 5.000 hectáreas como de uso agrícola. (Ver Fig.11)

10.4. Área Recreacional.

El Plan del Lago de Texcoco, propone una serie de lagos recreativos. La idea no es del todo mala; sin embargo se requerirían mayor número de servicios para el público. Aún esta población provocaría un impacto significativo en los lagos restaurados.



10.5. Otros usos.

Se localiza un lago de regulación, se proyecta la ampliación del aeropuerto 1a. y 2a. Etapas, al norte y oeste del sitio del relleno sanitario se localizan zonas habitacionales.

XI. Propiedad de la tierra.

La zona se clasifica como de propiedad federal, en la cual las autoridades tienen un mayor control para evitar "la pepena" durante la vida operativa del relleno sanitario.

XII. Transporte y Servicios Públicos.

12.1. Autopistas.

No existe autopista alguna cerca del sitio.

12.2. Caminos locales y vías citadinas.

Se proyecta una vía periférica "periférico" en las pasadas décadas, sin haberlo concluido hasta ahora. El posible impacto sería originado por los vehículos que llegaran al sitio, de no proveerse de un camino de doble vía, el cual habría de localizarse lo suficientemente alejado del acceso al sitio de relleno sanitario para permitir que los vehículos hagan fila dentro del sitio y evitar que la fila se prolongue sobre vías de uso continuo.

Se recomienda localizar las puertas de entrada al menos a doce metros apartado del camino principal.

12.3. Aeropuerto.

Un serio impacto tendría el sitio del relleno sanitario sobre el aeropuerto si continuara en operación el relleno a la vez que las ampliaciones proyectadas para esta estación área, pues se tendrían que tomar precauciones por las aves que circundan la zona.

Experiencia en la operación de otros aeropuertos, muestran incidentes en los que a veces han impedido el funcionamiento de turbinas de aviones. Además como hace mención el autor Oscar Olea, en su libro de Catástrofes y Monstruosidades Urbanas, la Ampliación del aeropuerto de ser aprobada por SEDUE señalaría el fin de todo lo restituido al Valle de México.

Otro importante factor que contribuiría con perjuicios al proyecto de aeropuerto serían los vientos dominantes provenientes de Noreste y Noroeste. Deberá ejecutarse un manejo y control adecuado de la totalidad del Plan Lago de Texcoco para evitar impactos en aire, suelos y agua.

12.4. Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos.

Este es el uso de tierra propuesto para el sitio, al menos durante un corto período y el sujeto a este análisis. El área propuesta para este relleno sanitario de 238 hectáreas es la mayor en extensión, comparada con los otros dos rellenos sanitarios por ser analizados, sin embargo, su corta vida útil de sólo 5 años depende de la situación local del sitio y su uso futuro.

La cantidad estimada de desechos sólidos eliminados o dispuestos finalmente en la zona llegaría hasta 4,200 toneladas por día contribuyendo con un 28% del volumen generado por día en la ciudad.

12.5. Gas y Electricidad.

En las cartas de uso actual del suelo se muestran líneas abandonadas de suministro eléctrico que cruzan el sitio sin causar mayor impacto. No se muestran líneas de gas.

12.6. Líneas de abastecimiento de agua y drenaje.

Como se menciona en la sección 8.5 de este análisis, un dren general del valle cruza al Nororiente del sitio.

FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS

XIII. Población y su Economía.

13.1. Tamaño de la Población, características y proyecciones.

Su característica de Zona Federal, hace del sitio, un lugar no afectado directamente por la población, sin embargo la cercanía con áreas habitacionales al oeste y norte del sitio de relleno serían directamente influenciadas y afectadas si se da una mala operación del relleno sanitario.

El tamaño de la población dentro de la Delegación Gustavo A Madero que es la unidad administrativa localizada cerca del sitio, es la estimada como mayor dentro del Distrito Federal y es como se muestra a continuación:

año estimado	1988	1994	2000
No. de habitantes	1'683,900	1'805,148	1'845,226

Fuente: Plano Director de Desarrollo Urbano 1987 para el D.F.

13.2. Habitación.

La vivienda típica cercana es clasificada como popular autónoma y vivienda de interés social.

13.3. Base Económica

La población que vive cerca del sitio percibe menos de 2.5 veces el salario mínimo para el D.F. y los residentes se ocupan tanto en el sector formal como el informal.

13.4. Base Económica Potencial.

En sí, la Delegación Política más cercana al sitio del relleno cuenta con un gran número de industrias, sin embargo no siempre la población que habita esta delegación tiene su fuente de trabajo en ésta.

13.5. Empleo.

No se tienen datos exactos o confiables.

13.6. Base de impuestos y finanzas públicas.

Las finanzas del Distrito Federal se encuentran entre las mayores de toda la República Mexicana, sin embargo no se cuenta con datos disponibles.

XIV. Recreación y Turismo.

Como se mencionó en el punto 10.4 de este listado de análisis, se propone un lago recreativo cerca del sitio de relleno sanitario o todo un esquema en el que el Plan del Lago de Texcoco sea una de las últimas oportunidades de defensa ecológica de la Ciudad de México.

FACTORES DE INTERES PUBLICO

XV. Interés especial de grupos y autoridades.

Es de particular interés de las autoridades y algunos grupos ecológicos involucrados el implementar el Plan Lago de Texcoco para la restauración de lagos y en general del lugar.

Algunos de las propuestas del proyecto incluyen:

- El desarrollo de pastizales como pastura para ganado
- La creación de lagos de regulación y
- El inicio de esquemas de irrigación con la introducción gradual de efluente de aguas tratadas en lugar de pozos.

El Plan Lago de Texcoco, ha sido de especial preocupación de las autoridades, ya que es un área que fue concebida para desarrollo ecológico planeado. Su área cubre 11,600 hectáreas, de estas, 900 hectáreas corresponden al Laberinto Circular de Evaporación Solar, de 2,500 a 5,000 hectáreas se planean con fines agrícolas, el resto se dispone para desarrollo ecológico.

La propuesta extensión del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México ha sido sujeto de muchas discusiones, en el cual la toma de decisiones queda en manos políticas. La extensión afectaría aún más al ya deteriorado medio ambiente de la Ciudad de México.

5.2.2. Relleno sanitario "Barranca de Tlapizahuaya"

AMBIENTE NATURAL

I. Topografía (Ver plano 4)

1.1. Declive de pendientes.

Las pendientes en este sitio son entre 15 y 20 por ciento.

1.2. Dirección de la pendiente.

La dirección de la pendiente va de Suroeste a Noreste.

1.3. Elevación y relieve.

La elevación es 2,500 m sobre el nivel del mar, el relieve presenta un área con mucha pendiente e irregular topografía formada por un profundo y estrecho desfiladero.

II. Clima.

2.1. Precipitación Pluvial.

La precipitación total anual es de 900 mm y la máximas lluvias ocurren en Julio con una precipitación de 156 mm en promedio de las pasadas 3 décadas.

2.2. Temperatura.

El promedio de temperatura anual es de 15.3°C y la máxima registrada en el mes de Mayo.

2.3. Vientos Dominantes.

Se presentan de Noreste y Noroeste, no obstante por la topografía del sitio formada por barrancas permite el flujo de vientos como a través de un canal a lo largo de los profundos y estrechos desfiladeros del Noreste al Suroeste y viceversa.

2.4. Humedad.

No se tienen datos disponibles.

2.5. Formación de Neblina.

No se tienen datos disponibles.

2.6. Calidad del aire.

De acuerdo a la Oficina de la Red de Monitoreo Ambiental de SEDUE se tiene una calidad de mala a regular con valores que van de 115 a 200 microgramos/m³ de partículas suspendidas. Estos valores exceden los mínimos aceptables recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

III. Comunidades de Plantas.

3.1. Bosque artificial formado por árboles de eucalipto y pasto inducido, se tiene una vegetación secundaria formada por arbustos y matorrales de poca altura.

En el pasado el paisaje estaba formado por bosque natural con algunas especies de encinos, pinos y oyameles.

IV. Geología y Riesgos Geológicos

4.1. Rocas y estructuras geológicas.

A esta zona corresponden los depósitos llamados "Becerra" y caliche. (Ver plano 2)

Clasificación del suelo: serie de sedimentos aluviales y lacustrinos, arenas finas, carbonatos de arcilla y gravillas andesíticas.

Contenido de agua de 10 a 20 por ciento.

Consistencia: De duro a muy duro, de baja compresibilidad.

Aparecen algunas fallas cerca del sitio en dirección SW-NE

4.2. Acuíferos.

Esta zona presenta poca posibilidad de acuíferos.

4.3. Recursos Minerales.

Se encuentran gravillas andesíticas y carbonatos de calcio. La extracción de arena fue una práctica común dentro del sitio por largo tiempo.

4.4. Derrumbes.

Algunos derrumbes o deslizamientos son provocados por tormentas de larga duración.

4.5. Riesgos Sísmicos.

En general en todo el Valle de México se han registrado temblores de intensidad, donde la máxima aceleración registrada en la estación meteorológica de Observatorio, Tacubaya fue de 34, -20 gals dirección Norte-Sur

V. Suelos

5.1. Profundidad del suelo.

Fase: Durica profunda (duripan) entre 50 y 100 cm de espesor.

Tipo de suelos existentes en el sitio: Feozem haplico + Litosol, clase de textura: media; regosol eutrico, clase de textura: gruesa.

5.2. Capacidad de retención de agua.

Baja capacidad.

5.3. Permeabilidad.

Dadas sus características de suelo de capas volcánico-clásticas tiene buena permeabilidad, permiten la rápida infiltración y un menor escurrimiento.

5.4. Comportamiento de expansión-contracción.

Baja capacidad del suelo para contraerse-expandirse.

5.5. Capacidad agrícola.

Baja capacidad

5.6. Conveniencia de tanques sépticos.

No deseable debido a la alta permeabilidad.

VI. Drenaje.

6.1. Inundaciones.

No se presentan inundaciones en la zona debido a las fuertes pendientes.

6.2. Erosión por corrientes.

Alta erosión hídrica.

6.3. Sedimentación.

Se presentan depósitos de arena debido a su condición aluvial.

VII. Fauna.

7.1. Algunos de los mamíferos que habitan la zona son los armadillos y conejos; pero con la expansión urbana se ha causado problemas en su habitat.

VIII. Hidrología.

8.1. Suministro de agua existente.

No existen pozos directamente en el sitio; sin embargo, pasa un sistema mayor de abastecimiento de agua, formado por un acueducto cuya dirección es Norte-Sur.

Su volumen de agua proviene del enorme sistema hidráulico llamado "Sistema Lerma" que abastece a la Ciudad de México.

8.2. Eliminación de aguas servidas y sus efectos en el suministro de agua. No se presenta la eliminación de aguas negras que pueda afectar al suministro de agua.

8.3. Flujo de corrientes existentes.

El río Becerra y el río Tacubaya son los más cercanos al sitio; pero su corriente no es significativa para la ubicación del relleno.

8.4. Potencial de aguas subterráneas.

El potencial de aguas subterráneas ha decrecido en la región debido a la sobreexplotación de pozos.

8.5. Potencial de aguas negras y sus efectos hidrológicos.

Como se mencionó en el punto 8.2. de este listado de análisis, no existe un sistema significativo de drenaje.

8.6. Elevación del nivel freático.

En esta zona es más profundo que en el oriente de la ciudad de México, por ser zona de lomeríos.

8.7. Hundimiento debido a la extracción de aguas subterráneas.

Esta zona es de bajo hundimiento, comparada con las zonas cercanas al Lago de Texcoco.

8.8. Calidad del Agua.

Regular, usada con propósitos domésticos e industriales (datos de la estación más cercana ubicada en Santa Fé)

IX. Valores Estéticos y visuales.

- 9.1. El área se muestra muy erosionada y después de haberse explotado las minas de arena, el paisaje está formado por cuevas y barrancas.

FACTORES Y CARACTERÍSTICAS CULTURALES

X. Uso de Suelo.

10.1. Área habitacional.

El área circundante es de clasificada como de bajos ingresos.

10.2. Comercial.

No aplicable a esta zona.

10.3. Agrícola.

Ningún tipo de agricultura se practica en esta zona.

10.4. Área recreacional.

No identificada en esta zona.

10.5. Otros Usos.

Principalmente se ha empleado la zona como tiraderos y posteriormente rellenos sanitarios.

XI. Propiedad de la Tierra.

- 11.1. Propiedad privada y el sitio de rellenos sanitarios está bajo administración del Departamento del Distrito Federal.

XII. Transporte y Servicios Públicos.

12.1. Autopistas.

La autopista más cercana se ubica a poco más de un kilómetro al norte del relleno sanitario.

12.2. Caminos locales y vías citadinas.

Dos caminos principales rodean al área, el antiguo camino a Santa Fé y también la antigua carretera a la Ciudad de Toluca.

12.3. Aeropuertos.

No aplicable a esta zona.

12.4. Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos.

Originalmente cerca del sitio se localizaba uno de los principales tiraderos, el conocido como "Santa Fé" el cual servía a siete Delegaciones del D.F. En 1985 se estimaba que 2,540 toneladas diarias de basura eran eliminadas. El relleno sanitario de la barranca de Tlapizahuaya es tres veces más grande que el de Santa Fé y su vida útil son 3 décadas a partir de 1984.

12.5. Gas y Electricidad.

Se localiza una línea de suministro de energía eléctrica de 400 kilovolts a aproximadamente un kilómetro al este del sitio de relleno sanitario. No se identifica, tubería de gas alguna.

12.6. Líneas de abastecimiento de agua y drenaje.

Como fue mencionado en el punto 8.2, el río Becerra conduce aguas negras y es usado como parte del Sistema General de Drenaje, en el punto 8.1 se mencionó también la existencia de un acueducto que cruza el sitio de norte a sur.

FACTORES ECONÓMICOS Y SOCIALES

XIII. Población y su economía.

13.1. Tamaño de la Población, características y proyecciones.

La población total dentro de la Delegación Alvaro Obregón es estimada a continuación:

año estimado	1988	1994	2000
número de habitantes	853,959	937.626	1'084,220

13.2. Habitación.

Se identifica vivienda de bajos ingresos cerca del sitio, donde la topografía, el uso de suelo anterior y lo distante de los servicios públicos limitan una extensión mayor de asentamientos humanos en la zona.

13.3. Base Económica.

La mayoría de la población son parte del sector informal y otros son pepenadores que se ocupan en el sitio.

13.4. Base económica potencial.

El potencial del área es realmente limitado, porque no se identifica actividad industrial o comercial que pudiera dar auge a esta zona.

13.5. Empleo.

Está constituido por el sector informal.

13.6. Base de impuestos y finanzas públicas.

No existen datos disponibles.

XIV. RECREACIÓN Y TURISMO.

14.1. No se identifican áreas de recreación o turismo alguno.

XV. Interés especial de grupos y autoridades

15.1. El Plan Director para Desarrollo Urbano identifica al área, para servicios básicamente la disposición final de desechos sólidos, el cual es materia de este análisis.

5.2.3. Relleno sanitario "Volcán La Caldera"

AMBIENTE NATURAL

I. Topografía. (Ver plano 5)

1.1. Declive de Pendientes.

La pendiente en este sitio es más del 20 %

1.2. Dirección de la Pendiente.

Las pendientes formadas por el cráter usadas por el lado oeste van de norte a sur y de este a oeste.

1.3. Elevación.

La mayor elevación es 2,400 metros sobre el nivel del mar, la elevación menor es 2,300 metros s.n.m.

II. Clima

2.1. Precipitación.

La precipitación pluvial registrada en la estación meteorológica "Los Reyes" es de 609 mm por año, la precipitación más alta es 136.6 mm en Julio.

2.2. Temperatura.

Promedio anual: 16.2°C y la más alta registrada es 18.9°C en Mayo.

2.3. Vientos Dominantes.

Noroeste y Noreste.

2.4. Humedad.

No se tienen datos disponibles.



2.5. Formación de Neblina.

No identificada.

2.6. Calidad del aire.

Regular a baja debido a la frecuente incineración y emisiones de industrias cercanas.

III. Comunidades de Plantas.

- 3.1. Pastos inducidos y vegetación secundaria formada por arbustos y matorrales de baja altura, así como bosque artificial formado por árboles de hoja ancha y pirules.

IV. Geología y Riesgos Geológicos.

4.1. Rocas y estructuras geológicas.

El sitio es identificado como Brecha volcánica basáltica y toba basáltica, cuyo relieve es clasificado como cerro.

Espesor de las capas: masivas y laminares delgadas, con fracturamiento escaso.

Unidad constituida por lapilli, bombas y bloques, seudocapas laminares y delgadas constituidas por ceniza volcánicas y material piroclástico, que presentan fallas minúsculas por asentamiento.

Fracturamiento: escaso

Intemperismo: Somero

4.2. Acuíferos.

De acuerdo a la carta hidrológica de aguas subterráneas, el sitio es identificado como de baja posibilidad para formación de acuíferos, debido a las características físicas e hidrológicas de los materiales existentes no consolidados.

4.3. Recursos minerales.

Formados por arenas y piroclásticos tales como fino polvo de piedra pómez, arenas arcillo-limosas, arenas vítreas blancas de origen volcánico, gravas andesítica y andesitas impermeables.

4.4. Derrumbes.

Por ser un material poco consolidado, existe la posibilidad de deslizamientos.

4.5. Riesgos Sísmicos.

El mismo riesgo que la región del Valle de México.

V. Suelos

5.1. Profundidad del suelo.

Fase de gravas formadas por regosol y litosol, con profundidad variable, fragmentos mayores a 7.5 cm que evitan el uso de maquinaria agrícola, el espesor medio del suelo es de 20 cm, cuya forma de ataque es mediante palas.

5.2. Capacidad de retención de agua.

Poca capacidad de retención.

5.3. Permeabilidad.

De mediana a alta con posibilidades de infiltración.

5.4. Comportamiento de expansión-contracción.

Muy bajo

5.5. Capacidad agrícola.

Baja por el mayor uso como banco de materiales.

5.6. Conveniencia de tanques sépticos.

No conveniente por la permeabilidad a mantos de agua subterráneos.

VI. Drenaje

6.1. Inundaciones.

Poco probables por su topografía.

6.2. Erosión por corrientes.

No identificadas cerca del sitio.

6.3. Sedimentación.

Material volcánico-clástico se esta depositado en bancos sujetos a explotación.

VII. Fauna.

7.1. En tiempos remotos era posible encontrar algunas especies de armadillo, cuyo habitat era en la zona de cráteres, no se identifica otro tipo de fauna.

VIII. Hidrología

8.1. Suministro de agua.

Se localiza un acueducto aproximadamente a medio kilómetro al sur del sitio, el cual conduce aguas tratadas provenientes de la planta de aguas tratadas en Iztapalapa.

8.2. Eliminación de aguas servidas y su efectos en el suministro de agua.

Un canal de aguas negras se localiza a menos de 1 kilómetro, denominado "La Compañía". Sin afectar al sistema de suministro de agua.

8.3. Flujo de corrientes existentes.

No aplicable a este sitio.

8.4. Potencial de aguas subterráneas.

Hay posibilidad de aguas subterráneas.

8.5. Potencial de aguas negras y sus efectos hidrológicos.

Se podrían utilizar en el caso de que existiera una planta de tratamiento de la que se obtuvieran lodos activados que en combinación con la producción de composta, la enriquecerían a ésta de ser sólo un acondicionador de suelo.

8.6. Elevación del nivel freático.

No se tienen datos precisos.

8.7. Hundimiento debido a la extracción de aguas subterráneas.

No aplicable a esta zona.

8.8. Calidad del agua.

De regular a mala, agua agresiva usada con propósitos industriales y domésticos.

IX. Aspectos estéticos y visuales.

- 9.1. El paisaje original estaba constituido por el Volcán La Caldera, con áreas agrícolas en sus alrededores, hoy en día se han extendido asentamientos irregulares prevalecientes al sureste en el denominado "Valle de Chalco", debido a la basura o bolsas plásticas transportadas por el viento la apariencia del lugar se puede juzgar como precaria.

FACTORES Y CARACTERÍSTICAS CULTURALES

X. Uso del Suelo.

10.1 Habitacional.

Tres asentamientos principales rodean el sitio del relleno sanitario, con un alta tasa de crecimiento, éstos son: Los Reyes, Ayotla y Chalco.

10.2. Comercial.

No se identifica uso comercial cerca del sitio de relleno sanitario.

10.3. Agrícola.

Al suroeste del sitio se sigue teniendo uso agrícola.

10.4. Recreación.

No se identifica área alguna con fines recreativos.

10.5. Otros usos.

Se venía explotando al norte y este del sitio un banco de material, así como se identifica zona industrial en la falda norte del volcán.

XI. Propiedad de la tierra.

11.1. El sitio donde se lleva acabo el relleno sanitario es propiedad Federal, se tiene de igual forma propiedad privada y propiedad ejidal.

XII. Transporte y Servicios Públicos.

12.1. Autopistas.

Pasa aledaña al sitio una carretera de cuota sin tener conexión directa al relleno sanitario, el que tiene acceso independiente que no afecta al tránsito de vehículos.

12.2. Caminos locales y vías ciudadanas.

Al noreste se localiza una carretera federal.

12.3. Aeropuertos.

No aplicable a esta zona.

12.4. Sitios de Eliminación de desechos sólidos.

El sitio, materia de este estudio se localiza en el Estado de México en el Municipio Los Reyes, su área consta de 50 hectáreas habiendo comenzado su operación a mediados de 1984. Se estima una vida útil de 20 años, el volumen a ser eliminado o para disposición final es de 3,100 toneladas.

FACTORES ECONÓMICOS Y SOCIALES

XIII. Población y su economía

13.1. Tamaño de la Población, características y proyecciones.

La población del Municipio de los Reyes se estima en 193,240 hasta el año de 1990.

13.2. Habitación.

Los asentamientos de vivienda más cercanos se localizan de 1 a 2 kilómetros al noreste y suroeste del sitio, cabe mencionar el crecimiento desmedido del Valle de Chalco que tiene fuertes carencias de infraestructura y que de ser empleado el esquema de relleno sanitario con posibilidad de producción de gas metano para generación de energía eléctrica, se contribuiría a cubrir uno de los aspectos de servicio.

13.3. Base Económica.

Algunas industrias en Los Reyes y en Ayotla forman la base económica del área.

13.4. Base económica potencial.

Datos no disponibles.

13.5. Empleo.

Se identifica un alto porcentaje del sector informal (pepenadores), algunas industrias proporcionan empleo a los residentes del área.

13.6. Base de impuestos y finanzas públicas.

Datos no disponibles.

XIV. Recreación y turismo.

14.1. Parques.

No existe parque alguno cerca del sitio.

XV. Interés especial de grupos y autoridades.

15.1. En lo que concierne al área vecina del Distrito Federal, se contempla como zona de protección ecológica; pero tal parecè que los planes hasta ahora hechos sitúan al problema lejos de sus límites administrativos como es el caso de este sitio de relleno sanitario, que aún estando un poco retirado de la ciudad seguirá teniendo efecto en las pequeñas comunidades que se encuentran en su alrededor.

5.3. Estimación del Impacto en la atmósfera

Para realizar dicha estimación se han de tomar en cuenta los siguientes factores:

- riesgos macroclimáticos
- incendios forestales y en sierras
- balance del calor
- alteración del viento
- humedad y precipitación
- generación y dispersión de contaminantes
- efectos de sombra
- calidad de gases, partículas
- temperatura

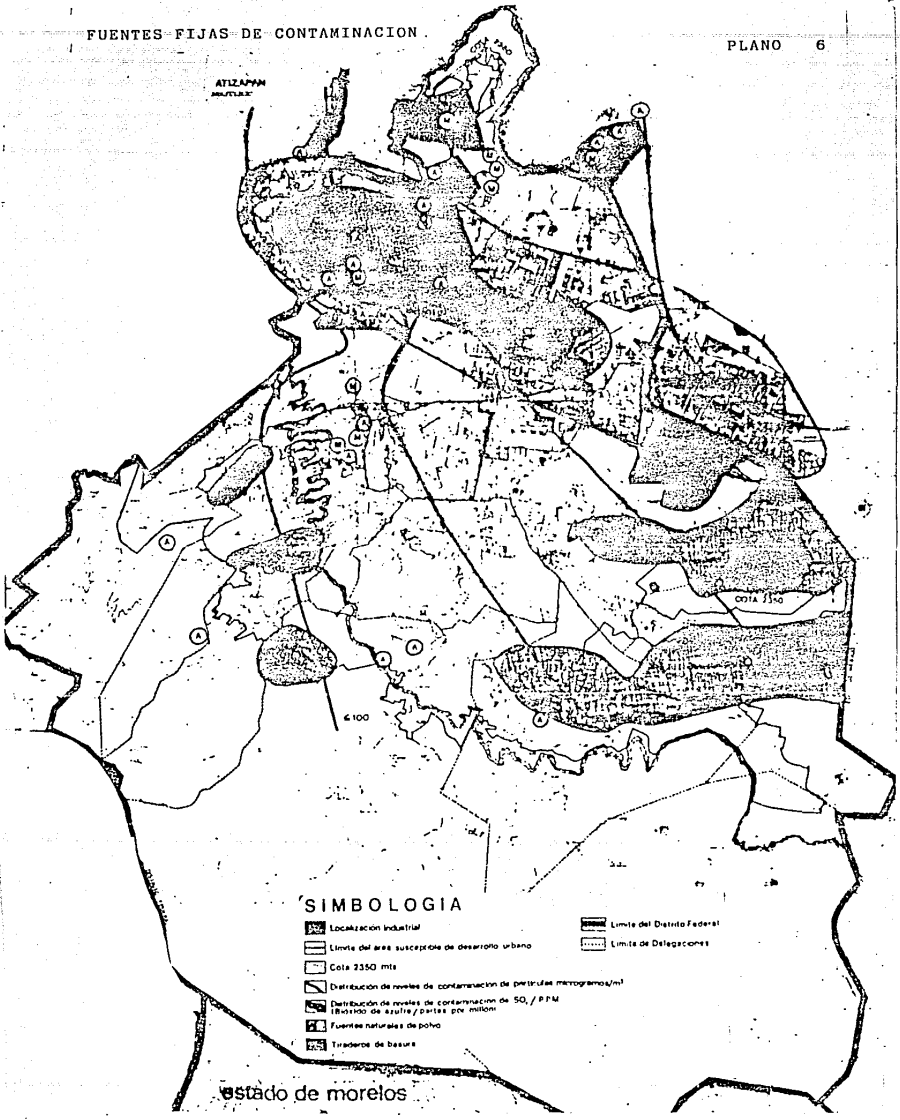
La disipación de gases que se produzcan en los rellenos sanitarios por un mal manejo, crea la contaminación atmosférica en el que se presentan en la atmósfera, diversos compuestos químicos, que si bien han existido como componentes del aire, sus concentraciones se han visto incrementadas por la acción del hombre. Se agregarían a la atmósfera:

partículas en suspensión, monóxidos de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. (Ver plano 6)










En la operación de incineradores se agregaría la presencia de Bióxido de azufre de no contar con filtros electrostáticos.

Si bien el grado de contaminación del aire urbano depende por una parte de la magnitud, número y distribución de las fuentes de contaminación como son automóviles, emisiones de industrias, tormentas de polvo (tolvaneras), incendios ocasionados, etc., dentro de la ciudad, también varía con las propiedades que exhiben algunos factores del clima.

ATIZAPAN
MEXICO



SIMBOLOGIA

-  Localización industrial
-  Limite del area susceptible de desarrollo urbano
-  Cota 2350 mts
-  Cota 2100
-  Distribución de niveles de contaminación de SO_2 / PPM (Barrido de aulita / parais por millon)
-  Fuentes naturales de polvo
-  Tiraderos de basura
-  Limite del Distrito Federal
-  Limite de Delegaciones

estado de morelos

Por ejemplo, considerando el caso de la Ciudad de México (y en general el de la cuenca en que se encuentra), en su relación con la capacidad del aire superficial para diluir o dispersar los contaminantes arrojados en él, debe tomarse en cuenta, en primer lugar su ubicación, en el rincón suroeste de un valle, lo cual lo sitúa en general al abrigo de los vientos por lo que la ventilación del aire en los valles es deficiente, llegando a ser pobre en las áreas del centro de la capital, donde la mayor densidad de edificios elevados contribuye a reducir aún más la renovación lateral del aire.

La situación de inversiones térmicas en los meses fríos junto con la condición de velocidad de viento débil o aire en calma propicia una concentración de contaminantes atrapados en una capa poco profunda, lo que eleva la turbiedad del aire ciudadano.

No se puede esperar el agregar mayores emisiones con plantas de tratamientos de desechos sólidos, como los incineradores, pues se estarían agregando a los casi 4 millones de toneladas anuales que se emiten en el área metropolitana.

Es importante señalar que dado que en un relleno sanitario se tiene el manejo de enormes volúmenes de tierra, éstos no contribuyan como lo hacen las "tolvaneras" que se presentan en los primeros meses del año a desplazar por medio de fuertes vientos el arrastre de polvo suelto acompañado de diversos microorganismos, esporas y huevecillos de parásitos en las zonas este y noreste de la ciudad.

5.4. Estimación del impacto en el suelo

Los factores que intervienen en la elaboración de esta estimación incluyen:

- adaptabilidad del suelo
- comportamiento contracción-expansión
- licuefacción
- susceptibilidad del suelo a la erosión
- permeabilidad

Si bien es cierto que el suelo tiene capacidad para degradar los desechos sólidos, ésta es limitada cada vez más por cuanto las basuras que se producen en la ciudad han tendido a ser menos biodegradables. La manera de propiciar que los desechos se degraden es el estableciendo un proceso previo de selección de materiales que tardan en ser destruidos por la acción de microorganismos y bacterias que habitan el suelo.

El tratar de eliminar metales ligeros o pesados, vidrios, plásticos o materiales cuyo deterioro sea muy lento, dificulta la buena operación de un relleno sanitario.

Un suelo cuyo comportamiento contracción-expansión en su superficie generara que al ser depositados los desechos, aparentemente al estar contraído el material de suelo no habría problema con la infiltración de lixiviantes hacia capas inferiores que contaminan a la larga los mantos. sin embargo al expandirse su estructura permite tal filtración.

El problema de licuefacción impide de igual manera una estabilización permanente del material depositado, que al ser sujeto a la compactación mediante maquinaria, impide la realización correcta de los rellenos sanitarios.

De presentarse un suelo susceptible a la erosión se tiene el problema de mantener permanentemente las capas que confinan los desechos, sin que ocurra un acarreo de material de desecho a zonas de flujo de la erosión, que estarían fuera de control.

Los elementos de erosión pueden ser corrientes de viento y corrientes causadas por lluvia o una combinación de ambas, los que de presentarse habrá que tomar medidas como crear cortinas naturales de árboles o la formación de pastos o capas que cubran las áreas de relleno, a fin de impedir mayor erosión.

La cubierta vegetal ayudará sustancialmente a disminuir la permeabilidad, que de ser muy alta habrá de contrarrestarse aplicando un material de cubierta menos permeable o para lograr una mejor confinación del suelo se colocan cubiertas plásticas previas a la última capa de suelo.

5.5. Estimación del impacto en el agua

Para realizar esta estimación se considerarán los siguientes factores:

- balance hidrológico
- existencia de aguas subterráneas
- dirección de aguas subterráneas
- profundidad del nivel de aguas freáticas
- morfología del drenaje
- sedimentación
- acumulación de filtraciones y falla de pendientes
- inundación del área
- calidad del agua

La contaminación del agua se produce cuando los siguientes procesos están presentes:

- en el caso que las aguas negras sin tratar se conduzcan por los drenajes
- cuando aparece la filtración natural del sitio de relleno sanitario y esta se canaliza sin previo tratamiento a ríos o lagos.
- cuando cantidades considerables de emisiones sobrantes de calor son conducidas al interior de las aguas.

Los datos de contaminación de aguas superficiales están influenciados considerablemente por el consumo de residuos derivados de la eliminación o disposición final de cada proceso en particular, llámense estos: planta de incineración, relleno sanitario, planta de composteo, etc.

El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas está siempre presente, ahí, en donde materiales contaminados son eliminados o dispuestos finalmente durante largo tiempo.

Ni las cubiertas plásticas, ni los sellos naturales pueden evitar en cualquier caso infiltraciones y consecuentemente contaminación en las aguas subterráneas por más de un siglo.

El riesgo de la contaminación de las aguas subterráneas depende también del contenido de contaminantes de los desechos sólidos que se vayan a eliminar.

5.6. Efectos indirectos en el medio ambiente

El campo de la producción de bienes de consumo cae dentro de los efectos indirectos numéricamente sopesables hacia el medio ambiente. La contaminación ambiental aparece de la producción a partir de materias primas pasando por la etapa de prevención hasta la etapa de producto terminado, en que una parte de las etapas de producción aparece indirectamente conectada con la generación de energía.

Deberá usarse una medida de efectos indirectos cuando sean tomados en consideración la capacidad de reciclaje de los materiales y la economía de energía de los diversos métodos de eliminación o disposición final de desechos sólidos.

Estos comentarios de efectos indirectos traen consigo las siguientes premisas:

- Hacer que la producción de bienes de consumo sea tal que los productos que se generen sean en la medida de lo posible, sujetos a ser reciclados parcial o totalmente.

- Hacer que los métodos de eliminación sean lo menos consumidores de energía, o que de emplear la misma energía que produzcan, esta producción no traiga consigo la generación de efectos secundarios como la producción de emisiones contaminantes, llámense gases nocivos, polvos en suspensión o demasiado consumo de agua para sus procesos.

Por el contrario si se piensa en la generación de energía a partir de la disposición final de desechos, que esta energía sea canalizada a fuentes de consumo prioritarias, como cubrir demandas no satisfechas de suministro de energía eléctrica a zonas de viviendas aledañas.

CAPITULO VI

D E S A R R O L L O
D E M E D I D A S
D E A C C I O N

CAPITULO VI DESARROLLO DE MEDIDAS DE ACCION

6.1. Medidas técnicas

6.1.1. Propuesta de control manejo de desechos sólidos

Para el mejoramiento del Control y Manejo de Desechos Sólidos se propone enfocar este como un sistema total de actividades interdependientes. Parte de las medidas técnicas tiene por objetivo la generación de un sistema de ideas integradas de control y manejo, las cuales consistan en la combinación de dos políticas básicas:

- 1) reducción de desechos sólidos y
- 2) reciclaje y recuperación de recursos

La política de reducción de desechos sólidos incluye entre otras cosas: medidas de conservación general, medidas de durabilidad de los productos, medidas de conservación y rediseño de bienes de consumo (con un intenso reciclaje de materiales) y medidas de reutilización de productos (p. ej. envases rellenos) en lugar de los desechables que generan más basura.

Dado que el propósito básico de tales medidas es reducir la generación y rendimiento de materiales de desecho en el sistema económico, cualquier esquema de reciclaje existente o planeado esta destinado a ser afectado.

El siguiente esquema muestra un control y manejo de desechos sólidos simplificado (7) que se propone al caso de la Ciudad de México, por medio del cual se realiza la integración de los siguientes procesos:

- reciclaje y recuperación de productos
- producción de composta
- incineración y

- rellenos sanitarios con posibilidad de recuperación de gas metano

Tal esquema requiere información local con datos que incluyen:

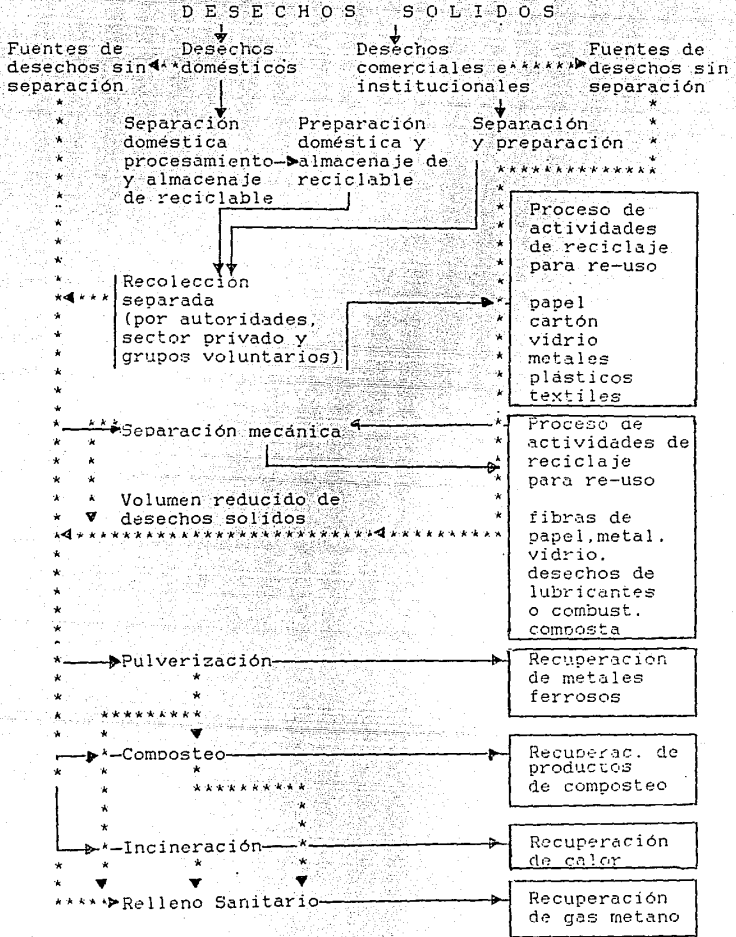
- a) tendencias demográficas
- b) tasas de generación de basura (actuales y pronosticadas)
- c) características de recorridos de recolección
- d) tipos de sistemas operados
- e) detalles de las plantas de tratamiento existentes
- f) ubicación y capacidades de los rellenos sanitarios y
- g) potencial de captación, eliminación o disposición de desechos para futuros sitios.

Como se ve en el esquema, la fase de relleno sanitario se ubica al final del proceso, teniendo la posibilidad de generar como subproducto el gas metano.

Dado que nuestro país no está excluido de la posibilidad de agotamiento de sus combustibles fósiles en un futuro cercano y los efectos que día a día se tiene sobre el ambiente causados por la eliminación o disposición de desechos sólidos, se tiene que optar por hacer de la eliminación un proceso que tenga el menor impacto nocivo sobre el ecosistema que habitamos.

Tal situación hace que se tienda a partir de la década pasada a plantear un rápido desarrollo de tecnologías de recuperación de recursos. A partir de esta preocupación ambiental, se plantea en este trabajo como razón primordial hacer del proceso de eliminación de desechos sólidos una conversión biológica de la basura a gas metano.

SISTEMA SIMPLIFICADO DE CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS



*****Flujo de desechos a ser eliminados

Flujo de reciclables

De los diversos métodos que pueden ser usados para producir energía a partir de desechos sólidos (incluidos los orgánicos), el que parece tener el más grande potencial para utilización es el de digestión anaeróbica.

Este proceso convierte compleja materia orgánica en gas metano y otros gases. El cuál, tiene la ventaja de minimizar los riesgos de salud pública asociados con la eliminación o disposición de desechos sólidos.

6.1.2. Propuesta para un relleno sanitario planeado (conversión de basura a gas)

El nombre del relleno sanitario obedece al intento por contener a todos los desechos y los posibles contaminantes en el sitio. Esto se realiza aislando al relleno de procesos circundantes que pudieran afectarlo en forma adversa y reteniendo en su interior los líquidos indeseables que segregan los desechos al ir estabilizándose y pudieran penetrar en los sistemas de suministro de agua, ya sea superficiales o subterráneas.

Para llevar acabo este tipo de relleno se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Objetivo
- Condiciones óptimas
- Requerimientos del proyecto
- Requerimientos para la operación del relleno
- Componentes del relleno
- Proceso del relleno
- Decisión de los tres casos de estudio

(8)(9)(10)

6.1.2.1. Objetivo

Se tiene por meta recuperar el gas metano que se produce en el relleno sanitario para consumo de viviendas o industrias y la generación de energía eléctrica.

6.1.2.2. Condiciones óptimas

Datos técnicos

Rendimiento del relleno sanitario:

200 m³ por tonelada de basura

Cantidad de gas con contenido de 45 a 50 % de metano:

20 m³/h producidos por pozo recolector de gas

Area de influencia de pozo recolector de gas:

1400 m²

Tiempo de operación:

2 hectáreas por año

Longitud de tubería por pozo recolector:

200 metros (máximo), 85 metros (mínimo) (11)

En un ambiente dentro de un sitio de relleno sanitario donde los materiales estén húmedos y donde halla poco oxígeno, los microorganismos que metabolizan su comida a través de digestión anaeróbica producen un subproducto que es el gas metano.

Si el relleno está bien confinado, es decir, sin filtraciones tanto hacia adentro como hacia el exterior, por ejemplo en una zanja con subbase de arcilla, puede crear las condiciones para la recuperación y utilización del gas metano.

Sin embargo, si el sitio carece de estas características y presenta suelos relativamente porosos, en estos casos habrá un potencial para que el gas metano migre al subsuelo y se filtre a construcciones vecinas, lo que puede traducirse en niveles que son potencialmente explosivos.

6.1.2.3. Requerimientos de proyecto

El relleno sanitario contará con los siguientes elementos:

- un área de acceso con conexiones suficientes a vías públicas y caminos interiores que conduzcan a las áreas de relleno, deberán tener cunado menos 6.50 metros de ancho, con señales de tránsito y pendientes de calles máximos de 8 a 10%.
- construcciones que alojen al personal, que incluyan oficinas, un laboratorio para elaborar análisis de los lixiviantes y del gas producido por el relleno sanitario, así como servicios de baños y sanitarios para el personal.
- estacionamiento para el equipo pesado y vehículos.
- taller de servicio para mantenimiento.
- puente de pesado de desechos.
- área de descarga para recepción de los desechos.
- instalación para limpieza de neumáticos de los vehículos que se retiran del relleno sanitario.
- sistema de drenaje por medio de diques o pendientes y a lo largo largo de los caminos de acceso.
- sistema de recolección de lixiviantes, básicamente un sistema de drenado a prueba de filtración (con fondo impermeable) y de ser posible una planta de tratamiento
- sistema de recolección de gas a base de tuberías perforadas para captación dentro del relleno, con trampa hidráulica, filtros, tanque de almacenamiento e instalación para generación de energía eléctrica a base del gas metano.
- cercado alrededor del relleno sanitario o cerca portátil alrededor del área que se esté relleno para controlar que se vuelen papeles o material de desecho. (Ver Fig.12)

FIGURA 12

DIAGRAMA DEL PROCESO DE RELLENO SANITARIO



Fuente: Centro para Planificación de Infraestructura, Seminario sobre Control de Desechos Sólidos Universidad de Stuttgart, 1989.

6.1.2.4. Requerimientos para la operación del relleno sanitario

En una óptima operación del relleno sanitario deberán ser suministrados los siguientes datos:

a) Reporte general sobre el proyecto.

Incluye éste, la función del relleno sanitario, acuerdos involucrados o contratos para su operación, la ubicación del mismo, área o esfera de influencia.

La naturaleza, estructura, composición y origen de los desechos sólidos y la manera de recolección y transporte. Las condiciones meteorológicas, hidrológicas y geohidrológicas y la distancia a ríos más cercanos o áreas de inundamiento.

Se mencionará en el reporte general si es que existen áreas de tratamiento de aguas.

La descripción de la operación del relleno sanitario incluye todas las construcciones del sitio que componen el relleno sanitario, la capacidad del relleno sanitario y su tiempo de operación. Disponibilidad de material de relleno. Equipo humano y mecánico.

Forma de operación, medidas para mantener las condiciones higiénicas y acciones para prevenir emisiones dañinas.

Este reporte no debe pasar por alto los costos de inversión y de operación del relleno sanitario. Costos de planta que operen en forma integrada con el relleno sanitario y otras medidas después del cierre del relleno sanitario. Uso actual del sitio que se destine a relleno sanitario y uso futuro.

b) Cálculo sobre las condiciones mecánicas y de estructura del suelo del relleno sanitario.

Se realizará estudio de las condiciones mecánicas del suelo en cuanto a su comportamiento de estabilidad y asentamiento de capas de relleno, asimismo se debe describir si se cuenta con servicios de drenaje y suministro de agua.

El drenaje es de importancia por la recolección de lixiviados o segregación de líquidos debidos a la estabilización del relleno, que deban eliminarse adecuadamente, bien sea a una planta de tratamiento o a la red de drenaje general.

El suministro de agua es para mantener de ser necesario húmedas las capas que confinen a los desechos u operación de plantas que trabajen integralmente con el relleno.

c) Mapas y planos de referencia.

Se debe contar con mapas generales del área en cuestión, planos de disposición del relleno sanitario, cortes longitudinales y transversales, así como dibujos a diferentes escalas que definan el área de servicio, la localización del relleno, las rutas de transporte de los vehículos recolectores, las zonas de influencia.

Se incluirá un mapa del sistema de drenaje de aguas superficiales, de recolección de aguas negras y posible conexión a éstas del sistema de drenaje del relleno.

No se debe pasar por alto el plano operativo en el que se señale las diversas etapas de relleno, definiendo las áreas de eliminación o disposición de acuerdo al material de desecho, mostrando las barreras que limiten el relleno sanitario o muros de protección. En éste se marcan también los caminos temporales durante las varias fases de operación del relleno sanitario.

Se agregan a los planes de operación, un plano de como restaurar el escenario o paisaje natural después de la clausura del sitio de relleno sanitario.

d) Estudios de Especialistas.

Reportes geológicos e hidrológicos con datos sobre el subsuelo, aguas subterráneas, permeabilidad del subsuelo, medidas necesarias para hacerlo a prueba de filtraciones. Se incluyen datos meteorológicos para ver si el volumen de la precipitación afecta al sitio de relleno, un reporte de las emisiones, un estudio de mecánica de suelos.

6.1.2.5. Componentes del relleno sanitario.

a) Puesto de pesado

Localizado inmediatamente después del acceso, donde se pesa cada camión contenedor de desechos sólidos.

b) Oficina de control

Sitio donde se lleva el registro de vehículos que llegan al relleno sanitario y el volumen que depositan.

c) Rampa de acceso

Rampa con pendiente máxima de 8 a 10 % para llegar al sitio de vaciado de desechos.

d) Vehículo contenedor

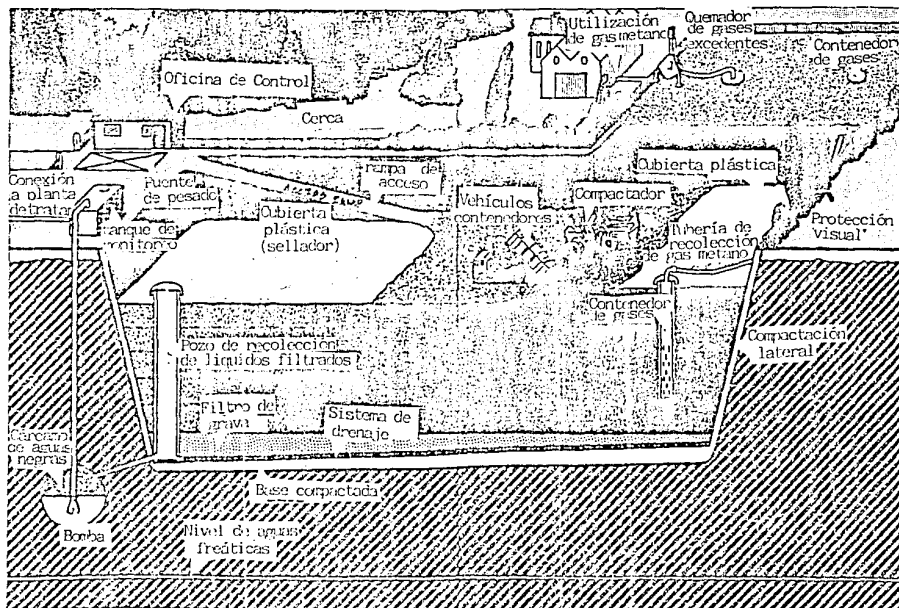
Camión con capacidad mayor de 15 m³ hasta 50 m³ con compactador de desechos, cargado en plantas de transferencia.

e) Compactador (bulldozer)

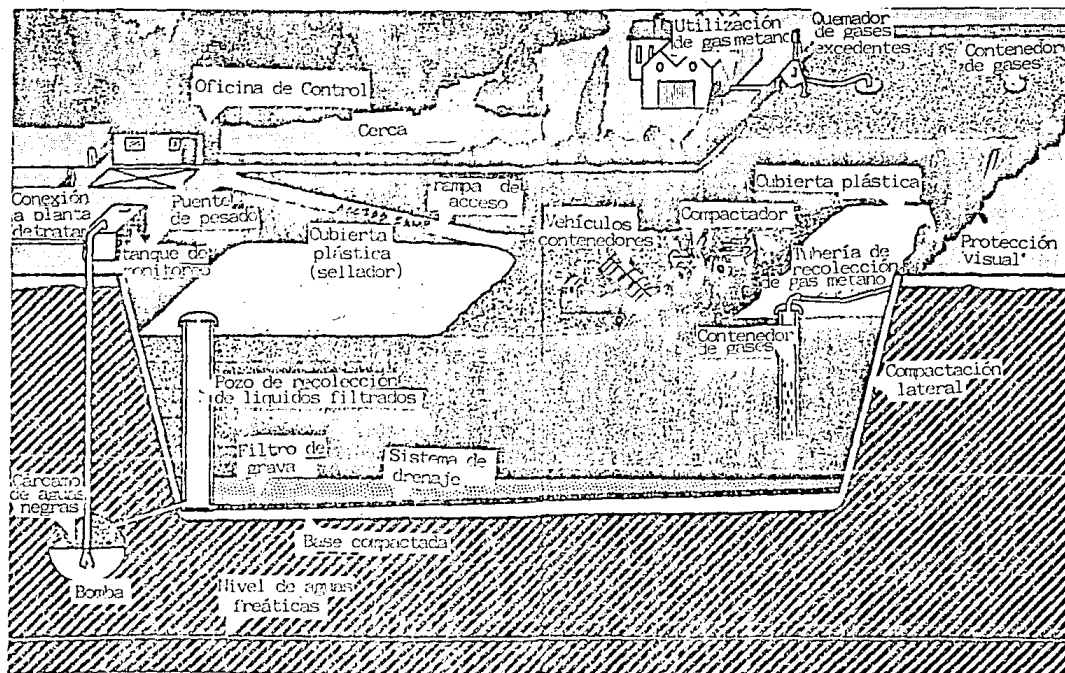
Maquinaria pesada de hasta 40 toneladas para lograr densidades mayores de 400 kg/m³

f) Cubierta selladora plástica

Sellador formado por material plástico no biodegradable, el cual confina y actúa como capa impermeable, para evitar emisiones al exterior o filtraciones al interior del relleno.



Fuente: Phoenix International 4/1/1983/84



g) Material compactado lateral

Cubierta que se extiende en forma de talud. la cual impide la filtración a capas de subsuelo vecinas al sitio.

h) Base compactada

Capa de material fino poco poroso que impide la permeabilidad hacia el subsuelo o a mantos freáticos.

i) Filtro de grava

Capa de material formado por grava de al menos 30 cm de espesor, el que cubre las tuberías de drenado.

j) Contenedor de gases

Cilindro perforado con filtro de diámetro 0.60 a 1.20 m para captación de gas metano.

k) Tubería de recolección de gas

Red de tubos que conducen el gas a un tanque recolector.

l) Quemador de gas

Flama de piloto reguladora de gases excedentes.

m) Pozo de recolección de líquidos filtrados

Pozo para monitorear medidas de flujo de lixiviantes y muestreo.

n) Sistema de drenaje

Tubería perforada por su parte superior para recolección de líquidos filtrados, resultado de la estabilización de capas de relleno.

o) Cárcamo de aguas negras

Depósito donde se recolectan las aguas negras del sistema de drenaje.

p) Bomba de succión de aguas negras

Sistema de bombeo para elevar las aguas negras al tanque de monitoreo.

q) Tanque de monitoreo

Depósito para almacenar aguas negras sujetas a la medición de composición de lixiviantes.

r) Conexión a la planta de tratamiento

Tubería para desalojo de aguas negras con destino a la planta de tratamiento

s) Cercado

Barrera de alambre u otro material para delimitar el sitio de relleno sanitario.

t) Protección visual

Barrera formada por árboles, arbustos o taludes para evitar la contaminación visual, ayudando de igual manera a la disminución de ruido por la operación de compactador y vehículos que llegan al depósito (Ver Fig. 13)

6.1.2.6. Proceso del relleno con conversión de basura a gas

Se inicia el proceso con la llegada de los vehículos contenedores de desechos, los cuales son pesados en el puente pesado, tomando registro la oficina de control, para llevar una estadística de las operaciones del relleno.

En caso de existir rampas que conduzcan a la zona de vaciado de desechos, éstas tendrán una pendiente máxima de 8 a 10 %.

Una vez depositados los desechos, se extienden, trituran y compactan hasta lograr capas con regular densificación de 0.30 m a 0.5 m de espesor. Las primeras capas sobre el fondo del relleno consisten en desperdicios triturados con poca compactación; posteriores capas alcanzan como espesor máximo recomendable 2.5 metros, cada una de las cuales se cubre con desperdicios de construcción o un material inerte similar.

Se extiende la cubierta de sellador plástico, la cual confina los desechos y evita la permeabilidad hacia el relleno.

El relleno es finalmente cubierto por al menos una capa de tierra de 50 cm la que permita la recultivación de pasto o arbustos. La superficie se deja con una pendiente de al menos 3% de tal manera que la precipitación no erosione el relleno, o evitar que el agua se estanque provocando presión hidrostática adicional a capas inferiores.

Con la estabilización del relleno y las condiciones anaeróbicas se realiza una descomposición microbiológica que producirá gas metano y otros gases. Este proceso se puede acelerar con un mejor encapsulamiento del relleno, no obstante es un proceso largo que tarda al menos un año, todo dependiendo del tipo de desechos, condiciones de encapsulamiento del relleno, y humedad en el interior del relleno.

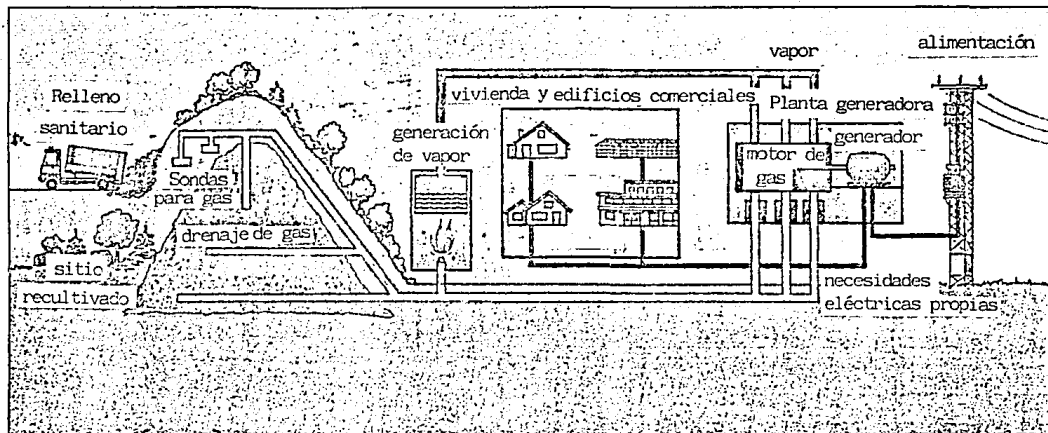
La composición del gas del relleno varía en rangos que van del 45 al 60 % del volumen total del gas, otros gases como el bióxido de carbono alcanza 30 a 50 %, el resto lo forman sulfatos de hidrógeno, amonio y nitrógeno.

Estos gases se recolectan en pozos de captación de gas y que se dejan como preparación o se perforan posteriormente, para lo que deben de contar con tubos filtrantes.

El gas obtenido sirve ya sea para consumo de usuarios o para generar energía eléctrica. Mediante un compresor se obtiene una baja compresión del gas de 60 a 80 milibares, los que sirven para hechar a andar un motor turbocargado de 8 cilindros, el que acoplado a un generador produce energía eléctrica para consumo diverso. (Ver Fig. 14)

PROCESO DEL RELLENO SANITARIO
CON CONVERSION DE BASURA-GAS-ELECTRIFICACION

FIG 14



Fuente : Nitschke, J., Enero 1988

Sistema de sellado o aislamiento del relleno sanitario

Para llevar a cabo el sellado o aislamiento del fondo del relleno sanitario se tiene dos alternativas:

- a) Por medios naturales de sellado
- b) Por medio de sellado artificial.

El sellado natural consiste en capas densificadas de material especial que contenga un alto porcentaje de arcillas. Esta capa debe ser al menos de 60 centímetros de espesor, mientras es esparcida debe ser densificada a un valor de permeabilidad de 1.10^{-9} m/seg. Su superficie debe ser dispuesta con una pendiente hacia las tuberías de drenaje.

La capa de sellado que se encuentre lista, deberá ser protegida contra el resecamiento, la erosión o daño que pudiera causar el mismo equipo mecánico.

A fin de lograr que se confine en forma óptima, se propone sellar en la superficie con material plástico, lo que permitirá un mejor control sobre las emisiones o la desgasificación por áreas sin control de aislamiento. La capa de sellado de un relleno sanitario no son formas o detalles caprichosos, sino, un aspecto importante en la concepción de un relleno sanitario.

Es justamente uno de los problemas que deben ser resueltos para obtener un sistema eficiente para evitar la infiltración de lixiviantes hacia mantos acuíferos subterráneos.

Un sistema de drenado eficiente dependerá principalmente de la clase de sellador que se utilice, de las condiciones locales y de la clase y cantidades de desechos sólidos.

El sistema de drenado que se basa en un sellado natural será construido de la siguiente forma, a partir del fondo hacia arriba:

- capa de apoyo de material de suelo fino, cuidadosamente granulado
- capa de sellado
- capa de drenado, con o sin sistema de drenado
- capa protectora, contra daño del sistema de drenado producido por desechos sólidos voluminosos, peligro de sobrecalentamiento de capas debida a incendio en el relleno.

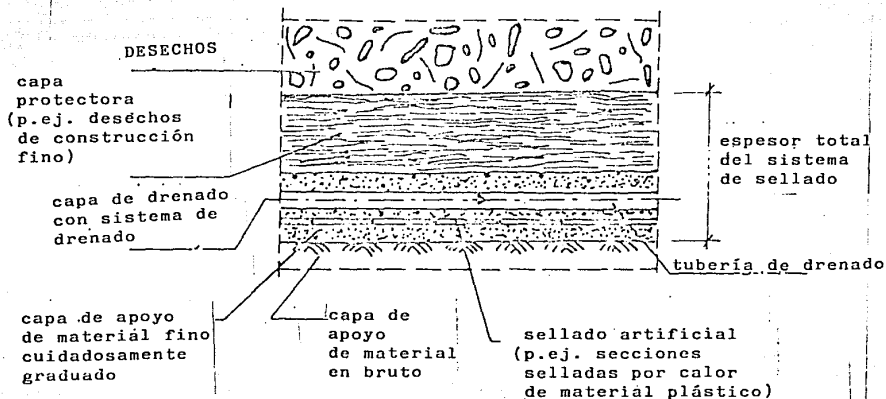
El sistema de drenado debe ser diseñado de tal forma que las filtraciones sean inmediatamente descargadas y no exista la posibilidad de que los desechos mismos se aneguen.

Esto es muy importante porque:

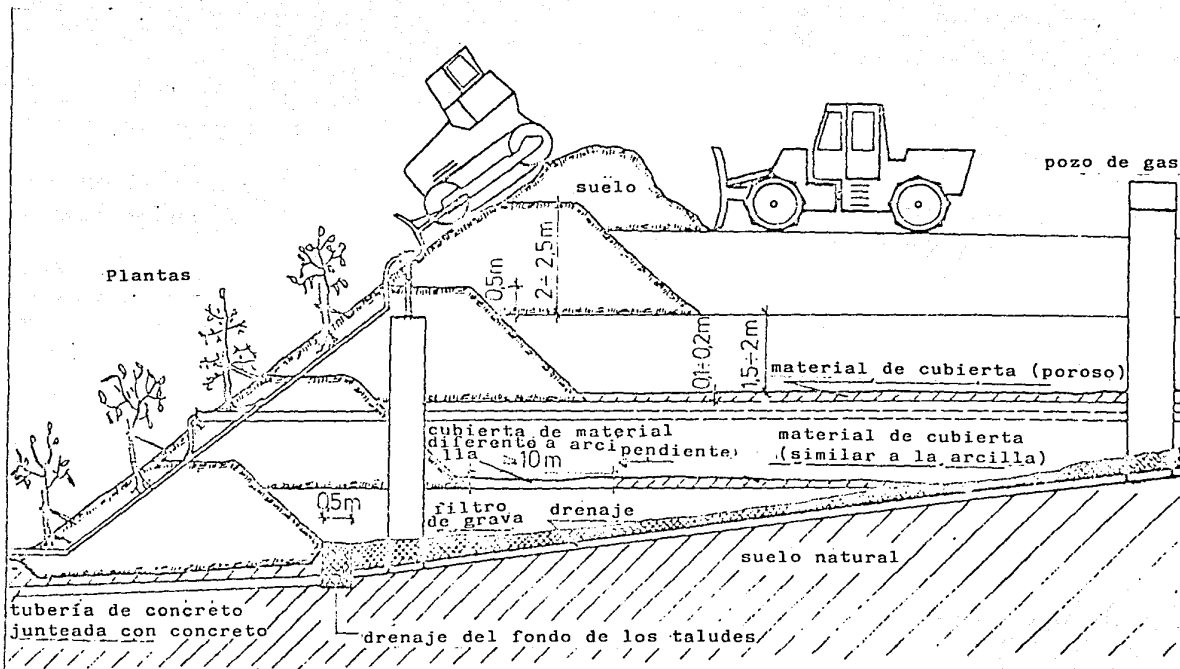
- tales filtraciones podrían orillar a un incremento de segregación de lixiviantes hacia el exterior, de tal manera que el tratamiento por filtración sería más difícil.
- una acumulación de lixiviantes incrementaría la presión hidrostática en contra del sello de fondo, acarreado peligros adicionales para el subsuelo. (Ver Fig. 15, 16 y 17)

FIG 15

SISTEMA DE SELLADO DEL FONDO DEL RELLENO SANITARIO



Fuente: Centro para Planificación de Infraestructura, Seminario sobre Control de Desechos Sólidos
Universidad de Stuttgart, 1989

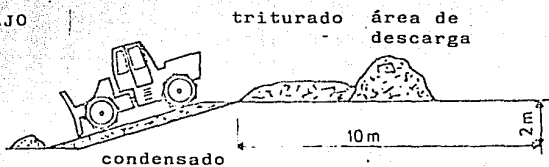


Fuente: Centro para Planificación de Infraestructura, Seminario sobre Control de Desechos Sólidos
 Universidad de Stuttgart, 1989

DÉTALLE DE SECCION DE RELLENO SANITARIO

FIG 16

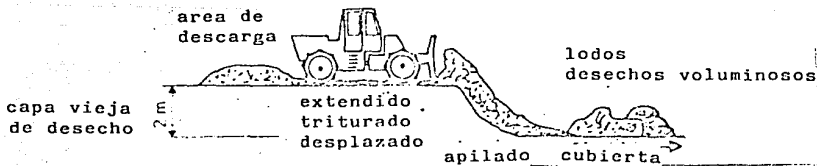
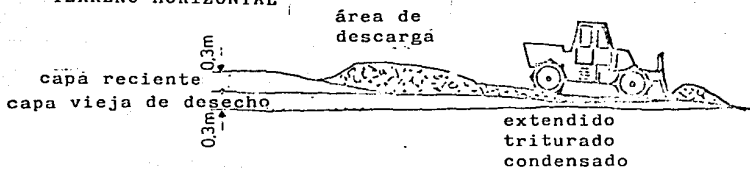
PENDIENTE ABAJO



PENDIENTE ARRIBA



TERRENO HORIZONTAL



6.1.2.7. Decisión de los tres casos de estudio

Los tres casos de estudio denominados:

Bordo Poniente, Barranca de Tlapizahuaya y Volcán La Caldera presentan ventajas por sobre los rellenos tradicionales, no obstante, estos nuevos sitios de relleno bien podrían ser aprovechados en su posibilidad de recuperar el gas metano que se forma por la descomposición de los desechos; de tal manera que pueda emplearse el gas para generar energía eléctrica, la que sirva de apoyo a las necesidades de consumo eléctrico a las áreas aledañas.

Usando los criterios de la Evaluación de propuestas de la Tabla 9 se llega a las siguientes resultados:

A nivel de Estimación de Impacto Ambiental de los tres casos estudiados el sitio "Barranca de Tlapizahuaya" reporta -21 lo que representa un 60 % de efecto global negativo; seguido del sitio "Volcán La Caldera" con -13 lo que representa un 37 % de efecto global negativo y el tercer caso "Bordo Poniente" registra -1 que representa un 3 % de efecto global negativo.

Se concluye que el sitio "Bordo Poniente" está teniendo menor efecto ambiental.

Si a esta Estimación de Impacto Ambiental se agrega un peso relativo a cada aspecto de la evaluación, se tiene que el sitio "Barranca de Tlapizahuaya" sigue reportando mayor efecto negativo con -68, en segundo lugar está el sitio "Volcán La Caldera" con -66 y por último el sitio "Bordo Poniente" con -18, valor que tiende a un correcto control y manejo de desechos sólidos. (Ver Fig. 18 y Tabla 9a)

EVALUACION DE PROPUESTAS DE LOS TRES CASOS DE ESTUDIO

	CA	VU*	CP	CR	CAT	CAG	CS	BE	RP	SSE	CPO	COST	AP	CAPP	ACS	CFG	CAA	TOTAL
"Bordo Poniente"	--	+	++	0	0	-	-	-	-	0	++	--	+	+	0	-	+	-1
"Barranca Tlapizahuaya"	-	--	--	0	--	--	--	-	--	--	+	--	+	0	--	--	--	-21
"Volcán La Caldera"	0	-	--	0	--	0	-	-	-	-	+	-	+	-	--	-	-	-13

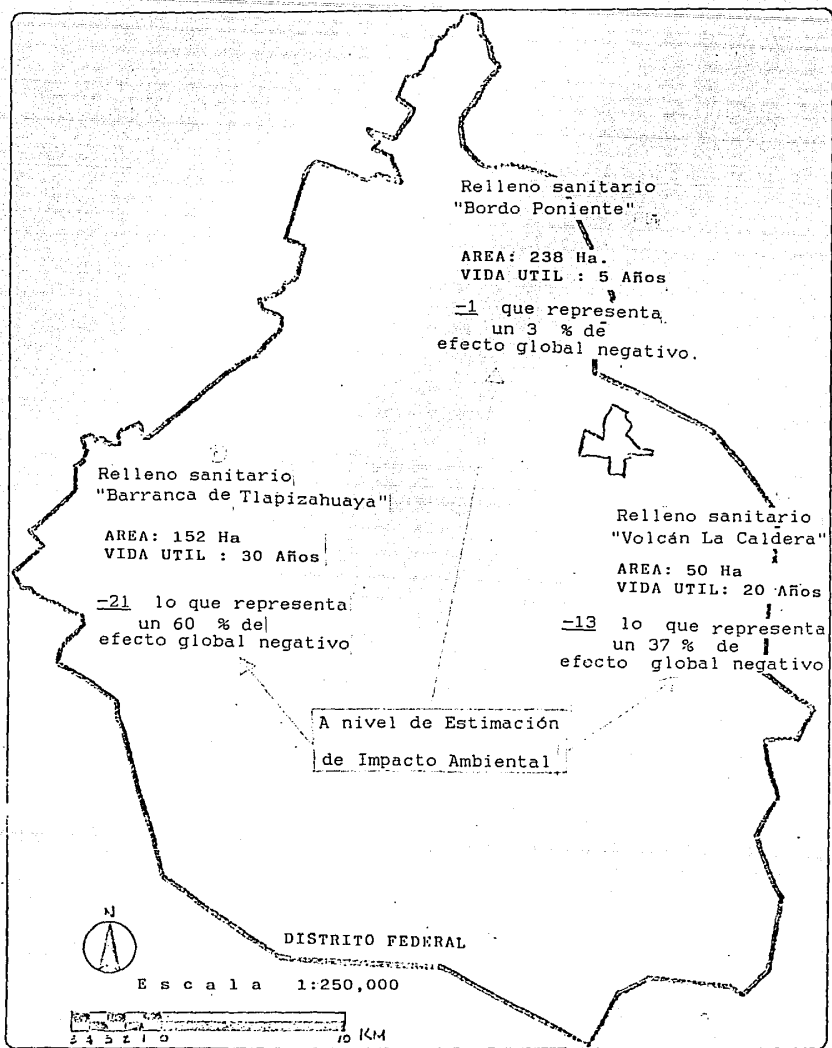
* se agrega el aspecto de Vida Util del relleno
Efecto Global Negativo

"Bordo Poniente"	3 %
"Barranca de Tlapizahuaya"	60 %
"Volcán La Caldera"	37 %

Dando peso relativo a los aspectos, se tiene:

	CA	VU*	CP	CR	CAT	CAG	CS	BE	RP	SSE	CPO	COST	AP	CAPP	ACS	CFG	CAA	TOTAL
	4	4	5	1	8	5	5	4	8	2	5	15	7	7	5	10	5	100
"Bordo Poniente"	-4	+4	+5	0	0	-5	-5	-4	-8	0	+5	-15	+7	+7	0	-10	+5	-18
"Barranca de Tlapizahuaya"	-4	-4	-5	0	-8	-5	-5	-4	-8	-2	+5	-15	+7	0	-5	-10	-5	-68
"Volcán La Caldera"	0	-4	-5	0	-8	0	-5	-4	-8	-2	+5	-15	+7	-7	-5	-10	-5	-66

Tabla 9a (Ver Pág. 96' y 96'')



6.2. Medidas de organización

Este aspecto es importante de mencionar, ya que, muchas mejoras en el control y manejo de desechos sólidos dependerán de una buena organización cuyas tareas se enfoquen en:

-El establecimiento de un registro efectivo y sistema de control de pagos para comercios e industrias, estos controles son para incluir incentivos tales que las firmas se vean estimuladas a minimizar la producción de desechos;

-Implementación de reglamentos elaborados por las autoridades, cuyo fin sea el mejorar la eficiencia global de la recolección y eliminación o disposición final de desechos sólidos. Estas cubren una propuesta para limitar la "pepena" durante el trayecto desde los puntos de recolección a las estaciones de transferencia o a los depósitos oficiales, con la imposición de control estricto sobre cualquier subsecuente "pepena", lo que hará necesario negociaciones con los líderes de los pepenadores y su sindicato;

- Mejora a la infraestructura existente dentro del Departamento del Distrito Federal e implementación de campañas de educación al público acerca del manejo y control de los desechos sólidos, así como programas de información de planes propuestos.

6.3. Medidas legales y administrativas

Dado que México esta cambiando debido a su rápido crecimiento poblacional. se tiene por consecuencia que las áreas más densamente pobladas están creando situaciones de conflicto con su mayor demanda de servicios públicos. tales como, suministro de agua potable, drenaje, suministro de energía eléctrica, transporte, seguridad pública, recolección y eliminación de desechos sólidos. etc.

Este último. como también el ineficiente control de servicios contribuye a la contaminación del medio ambiente. por eso se necesitan cuantiosas inversiones para reducir el deterioro ambiental. que de no contar con recursos el proceso de mejoramiento de servicios será más lento.

Legislación General.

La Constitución que rige al Distrito Federal contiene un artículo que garantiza a los ciudadanos el derecho a proteger su medio ambiente. Un párrafo de esta ley establece. que la Nación de México tiene el derecho de regular el uso adecuado de los elementos naturales para beneficio de la sociedad y a fin de conservarlos. así como lograr un desarrollo balanceado del país y mejorar las condiciones de vida rurales y urbanas.

Aún cuando la Constitución establece una política medio ambientalista. la verdadera imagen no es una combinación balanceada del uso natural de los recursos naturales coordinada con la acción del derecho del hombre al desarrollo. al crecimiento y a la calidad de vida. La mala implementación de los reglamentos de protección ambiental causa deterioro ecológico lo que afecta a ecosistemas y la salud humana.

Muchos reglamentos y leyes han sido instituidas; pero tales legislaciones carecen de sentido cuando el personal que las debe aplicar carece de conocimiento, criterio, honestidad, experiencia, servicio y habilidades laborales así como de equipo, laboratorios y financiamiento.

La falta de coordinación y cooperación entre las instituciones involucradas tiene por resultado una defectuosa ejecución de las leyes y reglamentos. Sin embargo, se debe seguir impulsando a la población a verse involucrada y hacerse consciente de los problemas que le aquejan en este rubro.

Una manera de hacer participe a la población de los problemas que sobre el rubro servicios aqueja a la Ciudad de México y en particular este aspecto del Control y Manejo de Desechos Sólidos será el concertar realmente sobre los principales desequilibrios ecológicos de nuestra urbe.

El contenido de "Ecología, Cien Acciones Necesarias" dado a conocer por la Comisión Nacional de Ecología en Enero de 1987 bien puede ser un punto de referencia para puntualizar en los aspectos de la contaminación, la conservación y restauración de recursos naturales, de los materiales de alto riesgo para la población y uno que es de lo más importante la educación y la salud.

La Educación ha de ser sobre todo, no sólo el mecanismo que informe sino que forme conductas para tomar acciones ante la afectación que está sufriendo nuestro medio ambiente.



CAPITULO VII

C O N C L U S I O N E S

CAPITULO VII CONCLUSIONES

7.1 Resumen de resultados

El problema de arreglárselas con los desechos sólidos en México, es el resultado de una planeación administrativa y técnica deficiente que ha sufrido durante años el sistema de limpia urbana. Esto es porque la posibilidad de una solución fácil y económica se ha llegado a complicar a lo largo de los años, resultado de un enfoque equivocado del problema.

Su solución presenta un desafío económico, político, administrativo y cultural ya que las condiciones sociales involucradas en el problema y los aspectos técnico-administrativos requieren que el problema sea planteado desde un punto de vista sistémico.

A fin de evaluar, cuál de los tres casos de estudio generan más impactos ambientales se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

CONSUMO DE TERRENO

Sitio del Relleno	Área(Hectáreas)	Vida Util(años)
Bordo Poniente	238	5
Barranca de Tlapizahuaya	152	30
Volcán La Caldera	50	20

Aparentemente el sitio "Bordo Poniente" puede proporcionar mayor área por año, sin embargo, su especial localización, su corto tiempo de operación y el uso futuro

de esta zona lo ponen en desventaja respecto a los otros dos sitios.

El sitio de la "Barranca de Tlapizahuaya" proveería de más hectáreas que el "Volcán La Caldera" por lo que el primero deberá de tratarse más cuidadosamente pues los impactos ambientales dada su mayor vida útil serían durante más tiempo.

En el aspecto estético, ambos sitios son juzgados como de valor ínfimo, a no ser que se cuente con barreras de árboles o de otro tipo que sean visualmente atractivos.

RUIDO

Ruido producido por el tránsito de vehículos recolectores. En el sitio "Bordo Poniente", el ruido de estos vehículos se agrega al ruido de aeronaves, por la cercanía al aeropuerto, que de por sí es significativo.

En el sitio "Barranca de Tlapizahuaya" lo remoto y confinado del área evita la disipación de ruido a áreas aledañas.

En el sitio "Volcán La Caldera" se adiciona el ruido provocado por vehículos que pasan por la autopista México-Puebla.

RUIDO POR LA OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

En los tres casos, la maquinaria pesada para realizar las labores de relleno y transporte de materiales contribuirían a un alto nivel de ruido. Dadas las condiciones confinadas del sitio "Barranca de Tlapizahuaya" se tendrían mayores repercusiones, en tanto en los otros sitios por sus características abiertas y semiabiertas las

repercusiones son menores al diseminarse más fácilmente las ondas sonoras.

CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La contaminación del aire dependerá de un adecuado control y manejo de los tres sitios de relleno.

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

Los sitios "Bordo Poniente" y "Barranca de Tlapizahuaya" son casos en donde las aguas negras ya se canalizaban a ríos conectados al Sistema del Gran Canal del Desagüe y al Emisor de Drenaje Central.

Lo óptimo es que las descargas que se hagan a los ríos hayan sido tratadas previamente para evitar mayor contaminación, donde el sitio que cumple esta característica es el "Bordo Poniente".

RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS

El mayor riesgo se presenta en "La Barranca de Tlapizahuaya" debido a sus características del suelo y a su larga vida de operación.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Los tres sitios tienen en mayor o menor grado la probabilidad de contaminación de suelo, siendo el caso más desfavorable "La Barranca de Tlapizahuaya" seguido de "El Bordo Poniente" y por último el "Volcán La Caldera", por lo que es importante cubrir los requerimientos de aislamiento con cubiertas plásticas y preparaciones de drenaje para

recibir las filtraciones y segregación de líquidos al estabilizarse los desechos sólidos en el relleno sanitario, canalizando dichos líquidos a plantas de tratamiento.

Retomando los resultados de la Tabla No. 9 Evaluación de Propuestas para la eliminación o disposición de desechos sólidos, se puede notar que las medidas tendientes al reciclaje y materiales de reuso junto con la propuesta de tomar medidas para evitar la generación de desechos sólidos son las que obtienen una mejor evaluación en tanto que incinerar o la opción de continuar eliminando los desechos en la forma tradicional tienen las evaluaciones más negativas.

Por lo que un criterio para el control y manejo de desechos sólidos debe contener sobre todo el evitar la generación de desechos sólidos y el estimular las acciones tendientes al reciclaje y la recuperación de materiales de reuso.

Si a esas medidas se agrega el poder obtener de la conversión de basura, la generación de gas metano para consumo local, o para generación de energía eléctrica, se pueden tener ventajas como la de solucionar la eliminación de desechos sólidos y la de minimizar los riesgos de salud en la población servida.

7.2. Conclusiones y recomendaciones

El sitio "Barranca de Tlapizahuaya" genera un significativo número de impactos ambientales, no obstante los otros dos sitios no están en un margen favorable, lo que hace que se tenga mucho cuidado en la operación de los tres rellenos sanitarios, las medidas de colocar cubiertas plásticas y drenes que eviten la diseminación de lixiviantes nocivos a los mantos freáticos o subsuelo en general, contribuiría aunado al esquema de la recuperación de gas metano para la generación de energía a obtener beneficios de la disposición final de los desechos sólidos más que molestias.

La Ciudad de México puede tener seguros y eficientes servicios de eliminación de desechos sólidos, sí y sólo sí se lleva acabo un adecuado control y manejo de desechos sólidos y se es convenido éste por autoridades y residentes.

La tecnología para instalaciones seguras y eficientes en el manejo y disposición final de desechos sólidos es disponible: pero deben de establecerse los estándares y exigir su cumplimiento.

El propósito es concientizar a los residentes del Distrito Federal de que no es tarea de otros el hacerse responsable de la basura que dejan en las calles, sin depositarla en los sitios o con los vehículos recolectores adecuados y hacerles notar que se pueden cambiar esquemas que hasta la fecha siguen operando de forma ineficiente como el no optimizar la función reciclaje y separación de desechos en orgánicos e inoragánicos.

Adoptar programas piloto por colonia, sector e incluso Delegación en los que se tengan contempladas metas sobre la generación de desechos; a fin de reducir los volúmenes de basura, de aumentar el reciclaje y aprovechar las posibilidades que se pueden derivar del manejo adecuado de los desechos en favor de todo el ecosistema.

Usando los criterios de la Evaluación de propuestas de la Tabla 9 se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

A nivel de Estimación de Impacto Ambiental de los tres casos estudiados el sitio "Barranca de Tlapizahuaya" reporta -21 lo que representa un 60 % de efecto global negativo; seguido del sitio "Volcán La Caldera" con -13 lo que representa un 37 % de efecto global negativo y el tercer caso "Bordo Poniente" registra -1 que representa un 3 % de efecto global negativo.

Se concluye que el sitio "Bordo Poniente" está teniendo menor efecto ambiental.

Si a esta Estimación de Impacto Ambiental se agrega un peso relativo a cada aspecto de la evaluación, se tiene que el sitio "Barranca de Tlapizahuaya" sigue reportando mayor efecto negativo con -68, en segundo lugar está el sitio "Volcán La Caldera" con -66 y por último el sitio "Bordo Poniente" con -18, valor que tiende a un correcto control y manejo de desechos sólidos. (Ver Fig. 18 y Tabla 9a)

Bibliografía

1. Abert, J. G., MUNICIPAL WASTE PROCESSING IN EUROPE: A Status Report on Selected Materials and Energy Recovery Projects. The World Bank, Washington, D.C., U.S.A., 1985.
2. American Public Works Assoc. MUNICIPAL REFUSE DISPOSAL. Committee on Refuse Disposal. U.S.A., 1981.
3. Baum, F., PRAXIS DES UMWELTSCHUTZES. Einführung in die Methodik und technische Möglichkeiten. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1979.
4. B.F.T. UMWELTFORSCHUNG UND UMWELTTECHNOLOGIE. Programm 1984-1987. Bundesministerium für Forschung und Technologie Bonn, BRD., 1984.
5. Canter, L.W. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT. Mc.Graw Hill Series. University of Oklahoma, U.S.A. 1972.
6. C.N.E. ECOLOGIA, 100 ACCIONES NECESARIAS. Comisión Nacional de Ecología, México, Enero 1987.
7. Cointreau S. J. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF URBAN SOLID WASTES IN DEVELOPING COUNTRIES. A Project Guide. The World Bank, Washington, D.C., U.S.A., 1986.
8. Cointreau S. J. & others RECYCLING FOR MUNICIPAL REFUSE. A State-of-the-Art-Review and Annotated Bibliogr. The World Bank, Washington, D.C., U.S.A., 1986.
9. Costa, J.E., SURFICIAL GEOLOGY. Building with the earth John Wiley & Sons., U.S.A., 1981.
Baker, V.R.,

10. Deffis C.Armando LA BASURA ES LA SOLUCION. Edit. Concepto Mexico. D.F., 1989.
11. Erickson, P.A. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT. Academic Press Inc., New York, 1979.
12. Flintoff, F. MANAGEMENT OF SOLID WASTES IN DEVELOPING COUNTRIES. World Health Organization, New Delhi. Regional Publications South-East Asia Series No. 1 (1976)
13. Henstock, M.E. SOLID WASTE AS A RESOURCE. Proceedings of the Conference on the Recycling and Disposal of Solid Wastes. Pergamon Press. Dubrovnik, 1975.
14. Kaule, G., Mapili, G., ECOLOGICAL ASPECTS OF INFRASTRUCTURE PLANNING. Arbeitsbericht 18. Institut Landschaftsplanung. Universität Stuttgart. Deutschland, 1987.
15. Koch, T.C., ÖKOLOGISCHE MULLVERWERTUNG. Handbuch für optimale Abfall Konzepte. Müller, Karlsruhe. Deutschland, 1986
16. Kumpf u.a. MULL-UND ABFALL-BESEITIGUNG. Müll Handbuch Erich Schmidt Verlag. BRD, 1983.
17. López Portillo, R. EL MEDIO AMBIENTE EN MEXICO. Temas, Problemas y Alternativas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., 1982.
18. Mc.Harg, I.L., DESIGN WITH NATURE. Published for the American Museum of Natural History., Garden City., New York, 1972
19. O.E.C.D. HOUSEHOLD WASTE SEPARATE, COLLECTION AND RECYCLING. Organization for Economic Co-operation and Development Publications and Information Centre, Paris., 1983.

20. Olea, Oscar., CATASTROFES Y MONSTRUOSIDADES URBANAS. Introducción a la ecoestética. Editorial Trillas, México, 1989.
21. Presidencia de la República PROYECTO NACIONAL DE DESECHOS SOLIDOS, Lineamientos. Presidencia de la República, Coordinación de Proyectos de Desarrollo. México, 1980
22. PLEA ORGANIZAT., PASSIVE AND LOW ENERGY ECOTECHNIQUES APPLIED TO HOUSING. Proceedings of the Third International PLEA Conference Mexico City, Mexico. August 1984, Pergamon Press. 1984.
23. Rich, L., ENVIRONMENTAL SYSTEMS ENGINEERING. International Student Edition, Mc.Graw Hill.
24. S.C.S.A. RESOURCE CONSERVATION GLOSSARY. Soil Conservation Society of America. U.S.A., 1982.
25. Watson, D. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMM PROJECT GLO/80/004. Study of present waste management and resource recovery, both formal and informal within the metropolitan area of Mexico City. Executing Agency World Bank, Feb. 1985- November-1987.
26. W.H.O. SOLID WASTE MANAGEMENT. Selected Topics. World Health Organization., Regional Office for Europe. Edited by Suess, M.J., Copenhagen, Denmark, 1985.
27. W.H.O. SELECTED TECHNIQUES FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. Training Manual., World Health Organization., Geneva, 1983.

Notas de referencia

- (1) Cointreau, Sandra J. "Environmental Management of Urban Solid Wastes in Developing Countries". Edit. The World Bank, Washington, D.C., U.S.A. 1982
- (2) Departamento del Distrito Federal. "Plan Maestro para Desechos Sólidos 1984-1988", México. Oct. 1984
- (3) Deffis C., Armando. "La Basura es la Solución". Edit. Concepto, S.A., México, 1989.
- (4) World Health Organization, "Selected Techniques for Environmental Management". Training Manual, W.H.O., Geneva, 1983
- (5) INFONAVIT, "Manual para Diseño Bioclimático y Ecotécnicas en C o n j u n t o s Habitacionales", Edit. INFONAVIT, México, 1989.
- (6) Deffis C., Armando. "La casa Ecológica Autosuficiente para climas Templado y Frío". Editorial Concepto, S.A. México, 1987.
- (7) Turner. R.K., "Progress in Resource Management and Environmental Planning". Vol. 3, Wiley Chichester, United Kingdom, 1981.
- (8) Baum, Fritz, "Praxis des Umweltschutzes" Einführung in die Methodik und technische Möglichkeiten. Edit. Oldenbourg, München, Wien, 1989.

- (9) Nitschke, J., Schulz, E. y Wagner, E., "Nutzung von erneubaren Energien und Abfällen durch die Elektrizitätswirtschaft", Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m.b.H., Frankfurt am Main, Alemania Federal, Enero 1988.
- (10) Koch, Thilo C., "ökologische Müllverwertung", Verlag C.F. Müller Karlsruhe, Alemania Federal, 1986.
- (11) Energie Versorgung Schwaben AG, "Die Deponiegas-Blockkraftanlage", Verlag EVS, Maulbronn, Alemania Federal 1989.

Lista de Tablas

Tabla 1. Desechos sólidos generados en el D.F.

Tabla 2. Desechos sólidos generados dentro de cada Delegación

Tabla 3. Composición típica promedio de desechos sólidos en la Ciudad de México

Tabla 4. Principales desechos provenientes de los principales mercados dentro de la Cd. de México

Tabla 5. Hospitales y otros establecimientos de salud en la Ciudad de México

Tabla 6. Materiales recuperados de los desechos sólidos

Tabla 7. Proyecciones de población del Distrito Federal

Tabla 8. Costos estimados del Plan Maestro de desechos sólidos del Distrito Federal

Tabla 9. Evaluación de propuestas

Tabla 9a. Evaluación de propuestas de los tres casos de estudio

Indice de Figuras

- Fig. 1 Región central de México
- Fig. 2 Área Metropolitana de la Ciudad de México
- Fig. 3 Distrito Federal y Área Metropolitana de la Ciudad de México
- Fig. 4 Volumen de desechos sólidos en las Delegaciones del Distrito Federal
- Fig. 5 Principales zonas industriales en el Área Metropolitana de la Ciudad de México
- Fig. 6 Tiraderos de desechos sólidos existentes y sitios de rellenos sanitarios propuestos
- Fig. 7 Diagrama esquemático de la Planta de Reciclaje en San Juan de Aragón
- Fig. 8 Diagrama esquemático de una planta de Incineración
- Fig. 9 Tipos de rellenos sanitarios
- Fig. 10 Construcción de un relleno sanitario
- Fig. 11 Proposición de la disposición futura de la zona del Lago de Texcoco
- Fig. 12 Diagrama del proceso de relleno sanitario

- Fig.13 Relleno Sanitario con recuperación de gas
- Fig.14 Proceso del relleno sanitario con conversión de basura a gas-electrificación
- Fig.15 Sistema de sellado de fondo del relleno sanitario
- Fig. 16 Detalle de sección de relleno sanitario
- Fig. 17 Métodos de compactación en relleno sanitario
- Fig. 18 Decisión de los tres casos de estudio

Indice de Planos

Plano 1. Sitio de relleno sanitario "Bordo Poniente"

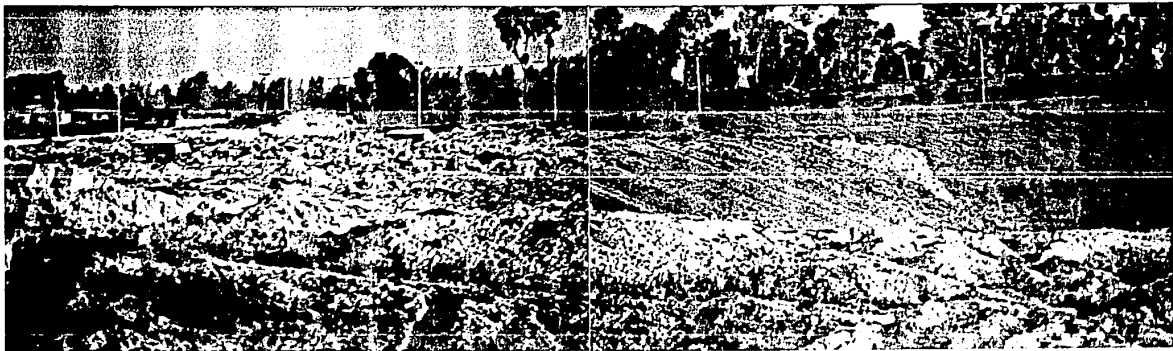
Plano 2. Límites de desarrollo urbano

Plano 3. Disposición general del sistema de drenaje

Plano 4. Sitio de relleno sanitario "Barranca de
Tlapizahuaya"

Plano 5. Sitio de relleno sanitario "Volcán La Caldera"

Plano 6. Fuentes fijas de contaminación



Vista de Relleno Sanitario al Oeste de la Ciudad de México



Aspecto de la "pepena" dentro del sitio de Relleno Sanitario