



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

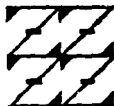
41
26j
3028 68
AGOSTO 1994

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL, DEL
SITIO DE DISPOSICION FINAL, BORDO XOCHIACA,
ESTADO DE MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
VERONICA FCA. VAZQUEZ NAVARRO

U N A M
ZARAGOZA



LO HONRADO
ES
EN NUESTRA REFLEXION

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

JUNIO DE 1994



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



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.

Esta Tesis está dedicada a mis Padres, a quienes agradezco infinitamente, su apoyo incondicional y su esfuerzo por darme la mejor herencia que podían... la oportunidad de estudiar.

Gracias Madre, por no darme todo ... gracias por enseñarme a obtenerlo.

Al compañero de mi vida, por comprender y apoyarme en la difícil combinación de ser esposa y profesionalista... este logro es de los dos.

A mis hermanos:

*Virginia,
José Luis,
Servando y
Raúl*

... por que siempre nos mantengamos unidos.

A mis sobrinos: Tanya, Rodrigo, Daniel, Erik, Luis Enrique, America y Brenda; porque esto es sólo un ejemplo de lo mucho que seguramente ustedes lograrán.

A la memoria de mi sobrinito Ariel y mi abuelita Agustina... siempre los recordaremos.

Quiero agradecer a la empresa ABC Estudios y Proyectos S.A. de C.V. especialmente al Quím. Juan I. Ustaran Cervantes, Director General, por su confianza y por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente ... estoy segura de no haberte defraudado. También agradezco a la Biól. Amira Solano Azar, quien siempre me estimuló y apoyó para que este trabajo se terminara.

A mi Director de Tesis, el Biol. Eduardo Vadillo Sánchez, por extenderme su mano y confiar en mí.

Agradezco a la mis sinodales:

Biól. Leticia López

Biól. Efraín Rosales

Biól. Eliseo Cantellanos

Biól. Miguel Castillo; ... por sus comentarios y valiosas aportaciones al documento.

A mi profesora la Dra. Rocío López de Juambelz, por su calidad humana y por enseñarme el camino que marcaría mi desarrollo profesional.

Agradezco al Ing. Rodrigo Murillo, Asesor de la Comisión Nacional del Ex-Lago de Texcoco, por sus comentarios y aportaciones al presente documento.

También agradezco a la empresa Jones and Neuse Inc. y especialmente al Ing. James Isensee, por su participación en la modelación del balance de agua.

A mis familiares y amigos y a todas las personas que indirectamente hayan colaborado con el desarrollo del presente trabajo, MUCHAS GRACIAS.

CONTENIDO**RESUMEN****1. INTRODUCCION****2. MARCO TEORICO**

- 2.1 Normatividad en materia de Impacto Ambiental**
- 2.2 Procedimiento de Impacto Ambiental**
 - 2.2.1 Aspectos Generales**
 - 2.2.2 Criterios para la elección de la técnica**
 - 2.2.3 Técnicas de Impacto Ambiental**
- 2.3 Manejo Integral de los residuos sólidos**
 - 2.3.1 Definición de los residuos sólidos**
 - 2.3.2 Clasificación**
 - 2.3.3 Etapas en el Manejo de los Residuos Sólidos**
 - Generación
 - Almacenamiento
 - Barrido
 - Recolección
 - Transporte
 - Transferencia
 - Reciclaje y Tratamiento
 - Disposición Final
- 2.4 Métodos para la operación de un relleno sanitario.**
- 2.5 Criterios para el diseño de un Relleno Sanitario**
- 2.6 Criterios de Selección de un sitio para la ubicación de un Relleno Sanitario.**
- 2.7 Situación actual del Manejo de los residuos sólidos en el País**

3. OBJETIVOS**4. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

- 4.1 Localización del área del proyecto**
- 4.2 Delimitación del área de influencia**

5. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

- 5.1 Clima**
- 5.2 Hidrología**
- 5.3 Geología**
- 5.4 Suelos**
- 5.5 Geomorfología**
- 5.6 Vegetación**
- 5.7 Fauna**
- 5.8 Medio Socioeconómico**

6. DESCRIPCION DEL TIRADERO

- 6.1 Descripción de las actividades durante la operación del tiradero**
- 6.2 Descripción de las actividades durante la clausura del tiradero**

7. METODOLOGIA

- 7.1 Técnica de Identificación de Impactos**
- 7.2 Técnica de Evaluación**

8. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

8.1 Cuerpos de Agua

- 8.1.1 Calidad de agua superficial**
- 8.1.2 Calidad de agua subterránea**

8.2 Aire

- 8.2.1 Partículas suspendidas**
- 8.2.2 Partículas viables**
- 8.2.3 Generación de gases contaminantes**
- 8.2.4 Generación de ruido**
- 8.2.5 Generación de malos olores**

8.2.6 Gases de combustión

8.3 Suelo

- 8.3.1 Uso actual**
- 8.3.2 Uso potencial**
- 8.3.3 Usos adyacentes**
- 8.3.4 Estabilidad**
- 8.3.5 Modificación en el relieve natural del sitio**

8.4 Vegetación

- 8.4.1 Diversidad y cobertura del sitio**
- 8.4.2 Especies amenazadas, endémicas y en peligro de extinción**
- 8.4.3 Flora exógena**

8.5 Fauna

- 8.5.1 Diversidad de Especies**
- 8.5.2 Especies amenazadas, endémicas y en peligro de extinción.**
- 8.5.3 Fauna Nociva**

8.6 Aspectos Socioeconómicos

- 8.6.1 Empleo**
- 8.6.2 Salud**
- 8.6.3 Recreación**
- 8.6.4 Economía Local**
- 8.6.5 Condiciones de Vida**

9. MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACION DE IMPACTOS IDENTIFICADOS

- 9.1 Definición del volumen de Ingresos**
- 9.2 Infraestructura instalada**
- 9.3 Volumen de material de cubierta**
- 9.4 Diseño de pozos de venteo de biogas**
- 9.5 Topografía final**
- 9.6 Obras de desvío y captación de aguas pluviales**
- 9.7 Programa de control de fauna nociva**

- 9.8 *Identificación de zonas de trabajo actuales*
- 9.9 *Ubicación de áreas de colecta de lixiviados*
- 9.10 *Caracterización de lixiviados*
- 9.11 *Tratamiento de lixiviados*
- 9.12 *Estudio de mecánica de suelos*
- 9.13 *Estudio geológico y geohidrológico*
- 9.14 *Evaluación del material de sello*
- 9.15 *Programa de reubicación de pepenadores*
- 9.16 *Programa de monitoreo*

10. SITUACION ACTUAL POR LAS CONDICIONES DE CIERRE

- 10.1 *Problemática ocasionada por el inadecuado cierre*
 - 10.1.1 *Riesgo de inestabilidad*
 - 10.1.2 *Inadecuado control y manejo de lixiviados*
 - 10.1.3 *Cobertura final*
 - 10.1.4 *Introducción de vegetación*
 - 10.1.5 *Franja de amortiguamiento*
 - 10.1.6 *Estudio de mecánica de suelo*
 - 10.1.7 *Erosión de la cubierta final*
 - 10.1.8 *Programa de monitoreo*
 - 10.1.9 *Selección del sitio*

10.2 *Identificación de Impactos por las condiciones de cierre*

- 10.2.1 *Calidad de agua superficial*
- 10.2.2 *Calidad de agua subterránea*
- 10.2.3 *Partículas suspendidas totales*
- 10.2.4 *Partículas viables*
- 10.2.5 *Generación de gases contaminantes*
- 10.2.6 *Generación de ruido*
- 10.2.7 *Generación de olores*
- 10.2.8 *Uso actual de suelo*
- 10.2.9 *Uso potencial*
- 10.2.10 *Usos adyacentes*
- 10.2.11 *Estabilidad*
- 10.2.12 *Modificaciones del relieve natural*
- 10.2.13 *Diversidad y cobertura de especies*
- 10.2.14 *Especies vegetales amenazadas, endémicas o en peligro de extinción*

- 10.2.15 *Diversidad de especies*
- 10.2.16 *Fauna amenazada, endémica o en peligro de extinción*
- 10.2.17 *Fauna nociva*
- 10.2.18 *Empleo*
- 10.2.19 *Salud*
- 10.2.20 *Recreación*
- 10.2.21 *Condiciones de vida*

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

- Anexo A. *Listado de Flora y Fauna*
 - Tabla 1. *Listado Florístico Reportado para la zona del Ex-Lago de Texcoco*
 - Tabla 2. *Listado de ornitofauna reportada para la zona del Ex-Lago de Texcoco.*
 - Tabla 3. *Listado de los mamíferos reportados para la zona del Ex-Lago de Texcoco*
- Anexo B. *Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP)*

INDICE DE CUADROS

Capítulo 2

- Cuadro 1. *Tipo de vehículos recolectores y capacidad*
- Cuadro 2. *Criterios para la selección de un sitio de relleno sanitario.*

Capítulo 5

- Cuadro 3. *Zonas hidrológicas del Valle de México*
- Cuadro 4. *Cuerpos de Agua en el área de influencia del tiradero de Bordo Xochiaca.*

Capítulo 8

- Cuadro 5. *Matriz de Identificación de Impactos en operación*
- Cuadro 6. *Matriz de Evaluación de Impactos*
- Cuadro 7. *Matriz de Identificación de Impactos en cierre*

INDICE DE FIGURAS**Capítulo 2**

Figura 1. Proceso de los residuos sólidos

Figura 2. Secuencia de operación de un relleno sanitario

Figura 3. Situación del manejo de residuos sólidos en el país

Capítulo 4

Figura 4. Localización general del área de estudio

Figura 5. Ubicación y colindancias de la zona de proyecto

Figura 6. Delimitación del área de influencia

Capítulo 5

Figura 7. Variación mensual de temperatura.

Figura 8. Variación en la precipitación.

1. INTRODUCCION

Aunque la destrucción del ambiente ha existido desde tiempos remotos, se ha intensificado con el desarrollo y crecimiento tecnológico de las naciones ya que el rápido crecimiento poblacional, el inadecuado manejo de los recursos y la falta de mecanismos de planeación, han traído como consecuencia el desequilibrio de ecosistemas y el incremento de la contaminación.

Actualmente se reconoce que la cuestión ambiental no puede abordarse exclusivamente desde el punto de vista técnico, sino que se trata de una problemática íntimamente relacionada con la forma en que transcurre el desarrollo económico, social, y el progreso de la humanidad (World Bank, 1991).

El análisis del ambiente a partir de un estudio de evaluación ambiental, es una herramienta de planeación, que nos permite entender y mantener a los recursos naturales, al contribuir con obras de desarrollo que armonicen con el ambiente (Sterling, 1991).

Hacia mediados de siglo, se origina un moderno interés mundial ambiental, lo que lleva a las agencias gubernamentales a decretar una legislación de prevención del ambiente contra la ocurrencia de impactos adversos (Jain, Urban et al 1981). En México, a partir de 1977, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) crea dentro de la Dirección General de Usos de Agua y Prevención de la Contaminación una Subdirección especializada en Impacto Ambiental. Posteriormente, el 30 de diciembre de 1980, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Ley de Obras Públicas, la cual disponía la obligatoriedad de incluir el aspecto ambiental desde las etapas de planeación, programación y presupuestación de las obras del sector público (Villamar, 1984).

En 1982 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), entidad que entre sus actividades se encontró el instrumentar un respaldo jurídico que se concretó en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, promulgada el 28 de Enero de 1988 (Diario Oficial de la Federación 7 Junio de 1988). Dicha Ley, hace mención al Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, el cual considera "...que la prevención y el control de los desequilibrios ecológicos y el deterioro del ambiente, son indispensables para preservar los recursos naturales de la nación y asegurar el bienestar de la población..." (Diario Oficial, 1988).

El impacto de un proyecto sobre el medio, puede definirse como la diferencia entre la situación que se presentaría en el medio a un futuro con las actividades del proyecto, y la situación tal como habría evolucionado normalmente sin la instrumentación del mismo.

De acuerdo al artículo 3º, secciones XVII y XVIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el impacto ambiental, es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; la misma ley, establece que la Manifestación de Impacto Ambiental, es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, las modificaciones al medio, positivas, negativas, o potenciales que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

En todo proyecto u obra, los impactos ambientales, pueden ser directos o indirectos; pueden producirse a corto, mediano o largo plazo; ser de corta o larga duración; acumulativos, reversibles o irreversibles e inevitables.

De esta forma, las evaluaciones de impacto ambiental, son estudios realizados para identificar, predecir e interpretar, así como para prevenir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, planes, programas o proyectos pueden causar al medio, incluyendo la salud y bienestar de los pobladores (Estevan, 1984).

El objetivo básico de las evaluaciones de impacto ambiental, es evitar posibles errores y deterioros ambientales, costosos de corregir.

La necesidad de instrumentar los estudios de impacto ambiental, derivó de la inadaptación de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, que no consideraban la protección del medio físico ni el uso racional de los recursos. La consideración de los problemas ambientales requería disponer de nuevas técnicas y metodologías de evaluación que permitieran introducir en la preparación de las decisiones los efectos de los proyectos en desarrollo (Estevan, 1984).

Las evaluaciones de Impacto Ambiental, tienen una importante función de coordinación en relación con los distintos mecanismos tradicionales de control, ya que tienen como finalidad presentar una información integrada de los impactos sobre el medio. También, realizan una importante función en el contexto de la adaptación institucional, ante la creciente necesidad de brindar soluciones a los conflictos sociales, que se manifiestan con la construcción de cualquier obra. Las evaluaciones permitirían una mayor transparencia de la acción lo más sistemática posible, gracias a su carácter público, lo que beneficiaría un mejor consenso social en la acción de los poderes

públicos (Estevan, 1984).

Los estudios de Impacto Ambiental interrelacionan las características del proyecto, en cada una de sus etapas, con las condiciones del medio natural y socioeconómico y con ello establecen las consecuencias ambientales que la implementación del proyecto conlleva, con el objeto de proponer medidas de mitigación u optimización de ciertas acciones del proyecto.

Poco a poco, la evaluación de impacto ambiental se ha convertido en una herramienta insustituible para el buen desarrollo de cualquier tipo de obras, en estos estudios, se conjuntan factores para identificar cambios positivos y negativos que se manifestarán como consecuencia del desarrollo de la obra y que plasman acciones concretas que deben implementarse para que el proyecto sea ambientalmente viable.

Una de las actividades que definitivamente ocasiona marcados impactos al medio, es la acumulación incontrolada de los residuos sólidos. Tradicionalmente, la forma más común de disponer los residuos sólidos es a través del "tiradero a cielo abierto"; según reporta la Oficina Panamericana Sanitaria dependiente de la Organización Mundial de la Salud (citado por Sánchez, 1992), únicamente el 30% de la basura generada en América Latina, se dispone sanitariamente, y tan solo el 35% de la basura generada se dispone en el relleno sanitario de buena calidad, el resto se dispone en sitios controlados y en tiraderos a cielo abierto.

En México, existen diversos problemas para la disposición de residuos sólidos, específicamente en el Municipio de Nezahualcoyotl, que cuenta con el 21.11 % de la población total del Estado de México, (1988) se realiza la disposición de residuos sólidos a "cielo abierto", en el tiradero municipal conocido como Neza I o Bordo Xochiaca. Dicho sitio, ha estado operando por muchos años, ocasionando problemas de contaminación e impactos al ambiente.

Actualmente, el tiradero de Bordo Xochiaca se encuentra en proceso de clausura, sin embargo, no se cuenta con un estudio de impacto ambiental que manifieste no sólo los impactos que la operación del tiradero ha ocasionado, sino las afectaciones al medio que pueden ocurrir después de su cierre, de no tomarse las medidas adecuadas para ello.

En el presente documento, se desarrolla el Estudio de Impacto Ambiental del sitio de disposición final Bordo Xochiaca, no sólo como un procedimiento para cumplir con los ordenamientos señalados por la Ley y Reglamentos en Materia de Impacto Ambiental; sino como un mecanismo para establecer claramente las actividades que

han dañado al medio en el sitio de estudio, y que lo seguirán impactando, de no tomarse en cuenta las medidas de mitigación adecuadas.

Es importante resaltar que el presente estudio no es una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en su forma tradicional, y su realización no se limita a lo estipulado en las guías emitidas por la Federación, para la elaboración de este tipo de estudios. Lo anterior es debido a que, el realizar una MIA en ese contexto, implicaría evaluar ambientalmente un proyecto en su planeación, y no una obra ejecutada y próxima a su clausura, como lo es el tiradero Bordo Xochica.

Una MIA tradicional, tiene dentro de sus objetivos el poder identificar previo a la realización de una obra, los impactos adversos que se pudieran ocasionar, de tal forma que se puedan proponer las medidas de control y mitigación adecuadas. Para la evaluación ambiental del tiradero Bordo Xochilaca, se trata de una obra ejecutada, que ocasionó alteraciones ambientales durante su operación, y que de no realizarse un adecuado cierre dichas alteraciones podrían ser permanentes e irreversibles. Por lo cual, el procedimiento con el que se abordará la identificación y descripción de impactos, no es la comúnmente utilizada, dado que no se trata de la evaluación de una obra proyectada, sino que se realiza la evaluación de una obra ejecutada y en proceso de cierre.

El contexto del proyecto, se aplica en la evaluación de los impactos que ocasionó la operación del tiradero de Bordo Xochilaca durante toda su vida útil. Para dichos impactos, se analizan las medidas de mitigación que se deberían de ejecutar para minimizar los impactos identificados, estas medidas deberían de ser aplicadas durante el cierre del sitio (el cual a la fecha de entrega del presente documento, se encuentra en proceso). Finalmente se detallan las alteraciones que permanecerán de no realizarse un adecuado cierre del mismo. Por lo tanto la evaluación de impactos se aplica para la operación del tiradero, describiéndose finalmente, las alteraciones que pudieran permanecer dadas las actividades que se realizan durante el cierre del tiradero.

De esta forma, se analiza una serie de estudios desarrollados en la zona de interés en función de la problemática de los residuos sólidos, y se correlacionan las posibles modificaciones al medio, de acuerdo a las actividades desarrolladas.

El trabajo se articula a partir del análisis evolutivo del sitio de disposición final, en el que se incluye, tanto la descripción de su operación durante los 15 años de funcionamiento, como las actividades previstas para su clausura.

Como parte de la metodología para la identificación de Impactos Ambientales, se incluye un análisis de las condiciones del medio natural; considerando cada uno de sus elementos: agua, aire, suelo, geología, clima, vegetación, fauna, así como los aspectos socioeconómicos.

Por otra parte, se describe la metodología utilizada para la obtención de información, para la identificación y evaluación de los impactos al medio en cada una de las etapas de la obra.

Finalmente, se plantean los impactos identificados, su retrospectiva de cambios, la afectación potencial al medio, de dicho análisis, derivan las medidas de mitigación que giran en torno de un riguroso cierre controlado, para terminalmente plantear los impactos que permanecerán de no cumplir con un cierre sanitario.

2. MARCO TEORICO

2.1 Normatividad en materia de Impacto Ambiental en México.

El gobierno de México realizó algunos planes de protección ambiental, promulgando en 1971 la Ley Federal para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (SARH, 1982), primer intento que se aplica ampliamente en el país, en cuanto a protección ambiental; en 1972 se crea la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, la cual realizó varios planes de conservación.

En 1982 se crea la SEDUE, entidad que entre sus actividades incluye la normatividad del Procedimiento de Impacto Ambiental. Así en 1980, la legislación comienza a manejar algunos conceptos de impacto ambiental, poniendo en marcha el reglamento de la Ley General de Obras Públicas. En 1982 entra en vigor la Ley Federal de Protección al Ambiente en la que la instancia normativa era la Secretaría de Salubridad y Asistencia, hasta que en 1988 se decreta la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), con su respectivo reglamento en materia de Impacto Ambiental (Diario Oficial, Junio de 1988).

De acuerdo a la sección V, artículos 28 y 29, de la LGEEPA (Diario Oficial 28 de enero de 1988), quienes proyecten la realización de obras o actividades públicas o privadas, que pudieran causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal, o en su caso a las autoridades locales en materia de ecología. Debiendo presentar un estudio de impacto ambiental, en el que se indique el daño potencial que dicha obra o actividad representaría para la población, durante su ejecución, así como los mecanismos para mitigar, minimizar o controlar dichos daños.

Paralelamente a la creación de la Ley, se han desarrollado una serie de Normas Técnicas Ecológicas, las cuales actualmente se han transformado Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son el conjunto de reglas y procedimientos técnicos emitidos por la Federación, en los que se establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o en el uso y destino de bienes, que puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente. Por otra parte, estandarizar principios, criterios, políticas y estrategias en la materia, y establecen que su aplicación y vigilancia corresponderá a las autoridades federales, estatales o municipales.

Asimismo, la ley establece que las NOM ecológicas, junto con el ordenamiento ecológico y las evaluaciones de impacto ambiental, deben formar parte de los instrumentos de planeación, con ellos se definen estrategias, políticas y niveles de gestión institucional que garantizan las condiciones necesarias para el bienestar de la población y para asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

La LGEEPA, establece que para la autorización de cualquier tipo de obra o actividad, se deberá presentar ante la autoridad normativa una Manifestación de Impacto Ambiental y la define como el documento mediante el cual se da a conocer el impacto ambiental, adverso, benéfico y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. (Diario Oficial, 1988 a).

Así pues, los efectos que puedan causar las actividades humanas deberán ser evaluados mediante un estudio de impacto ambiental, considerando que dichos estudios deben ser, predictivos, de acuerdo a la premisa que origina la filosofía de estos, en la que se afirma que es más barato prevenir que corregir, (Calderón, 1991).

Posterior a la promulgación de la LGEEPA, se expide el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, en el cual, se hace referencia a las guías para realizar tanto el informe preventivo, como las manifestaciones de impacto ambiental en tres diferentes modalidades; las cuales se explican a continuación (Diario Oficial de la Federación, 1988 b).

Informe Preventivo.- *El cual establece que, cuando se pretenda realizar una obra o actividad, se considere que el impacto ambiental de dicha obra o actividad no causará desequilibrio ecológico, ni rebasará los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas, deberá presentar un informe preventivo en el que aparte de especificar los datos de la empresa, se describa la obra y las sustancias o productos a emplearse.*

Modalidad General.- *que deberá contener: los datos generales de solicitante del estudio, la descripción de la obra o actividad proyectada, los aspectos del medio natural y socioeconómico, la vinculación con las normas y regulaciones sobre el uso del suelo, la identificación y descripción de los impactos y las medidas de prevención y mitigación. (Artículo 9º)*

Modalidad Intermedia.- *Además de ampliar la información de la modalidad general, deberá contener la descripción del posible escenario ambiental modificado, así como las adecuaciones que procedan a las medidas de*

prevención con más detalle. (Artículo 10°)

Modalidad Específica.- Además de lo especificado para la anteriores modalidades, deberá contener, el análisis y determinación de la calidad actual y proyectada de los factores ambientales en el entorno, determinación del escenario ambiental modificado, y un programa de recuperación y restauración del área impactada al concluir la vida útil del proyecto.

2.2 Procedimiento de Impacto Ambiental

Como resultado de los reglamentos en materia de impacto ambiental, y de su planeación aplicativa, para realizar la identificación y evaluación de las afectaciones que causará la realización de una obra o actividad, se han desarrollado diversas técnicas, las cuales son aplicadas de acuerdo a las características del proyecto y a la experiencia del aplicador del estudio, a continuación se mencionan algunas de ellas:

2.2.1 Aspectos generales

Para el desarrollo de un proyecto que se apegue a los lineamientos en materia de impacto ambiental, se ha establecido un procedimiento que incluye el método y técnicas aplicables a cada tipo de proyecto; de acuerdo con ello se refiere lo siguiente:

a.- Procedimiento.- El procedimiento de Impacto Ambiental, consiste en la secuencia que debe seguir la evaluación de un proyecto, para que se pueda autorizar su ejecución con base en criterios ambientales. En forma resumida, el procedimiento consiste en: La evaluación preliminar; la preparación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) con base al estudio del proyecto y su área de influencia; la evaluación final de la MIA y el dictamen sobre la conveniencia de implementar el proyecto propuesto en su forma original o con ciertas modificaciones.

b.- Método.- Es la serie ordenada de pasos que debe seguir el estudio de impacto ambiental: descripción y objetivos del proyecto, alternativas y actividades del proyecto, descripción del medio natural y socioeconómico, cambios sociales y económicos que implicaría la ejecución del proyecto, vinculación con las normas y regulaciones sobre el uso del suelo, identificación y evaluación de impactos de acuerdo a la técnica aplicada y medidas de mitigación de los impactos adversos.

c.- Técnicas.- Son las herramientas que nos permiten identificar y evaluar los impactos ambientales que las acciones de un proyecto tendrán en el medio. Algunas de estas

técnicas han sido desarrolladas especialmente para un determinado tipo de obras. Cada responsable de proyectos de desarrollo, deberá escoger la técnica o la combinación de técnicas que se apliquen mejor al proyecto. (S.A.R.H., 1981).

Existen diferentes técnicas para la realización de impacto ambiental, todas ellas con el mismo objetivo, poder presentar, describir y analizar los diferentes impactos que alterarán el medio con la realización de una obra. Estas técnicas, se pueden categorizar de acuerdo a su análisis y su nivel de detalle, en la manera en que se presenta la información, o en la simbología utilizada.

Las técnicas de impacto ambiental se pueden diferenciar con base al contexto de su aplicación. Dado lo cual, a continuación se presentan las técnicas comúnmente utilizadas para el desarrollo de estudios de impacto ambiental agrupadas de acuerdo a tres clases contextuales como lo plantea Nichols (1980):

a.- **Análisis de disponibilidad del suelo o del sustrato.**- Principalmente se incluyen estudios relacionados con dimensiones físicas y espaciales del suelo para definir lo apropiado del sitio o la ruta para un desarrollo. Su principal técnica es la sobreposición de mapas.

b.- **Métodos apegados a la NEPA (National Environmental Policy Act).**- Son métodos apegados a los estándares y requisitos normados por la NEPA, se incluyen listas de chequeo, matrices y redes.

c.- **Análisis de decisión.**- Se incluyen las técnicas que responden al objetivo de costo beneficio, así como a métodos de decisión y de la teoría de utilidad.

2.2.2 Criterios para la elección de la técnica:

La finalidad ideal que se persigue con las técnicas de análisis, es que con ellas se pueda cubrir las tres fases medulares del estudio de impacto: identificación, predicción y evaluación (Robert, 1982).

De acuerdo con Folden, citado por Menendez (1991), dentro de los criterios para la elección de la técnica a utilizar en un estudio de impacto ambiental, se debe de considerar:

Integridad.- El método seleccionado debe comprender todas las alternativas, aspectos de criterio y principales puntos de vista significativos. Sin un enfoque integral las decisiones pueden ser las menos óptimas.

Aplicabilidad.- El método debe ser simple para ser entendido y aplicado por grupos pequeño con distintas disciplinas, con un presupuesto reducido y en un tiempo corto si así se requiere.

Describibilidad.- Los resultados y conclusiones obtenidas deben permitir la visualización del problema y sus soluciones de manera tal que permitan el entendimiento y confianza del público y de las autoridades responsables.

Ampliabilidad.- Debe permitir la evaluación preliminar de alternativas y debe ser fácilmente ampliable para proporcionar mayor detalle en aspectos clave. De esta manera, la misma técnica debe permitir una análisis superficial o un examen detallado.

Aspectos relevantes.- La técnica debe incluir un informe explícito de todos los aspectos relevantes sistemáticamente ordenados y ponderados para reflejar su importancia relativa.

Sistema único.- El método debe reflejar un entendimiento del sistema ambiental socioeconómico como un todo y las principales interrelaciones entre los diversos factores.

Discriminación de efectos.- El método debe reflejar cambios que ocurrirían en el futuro "sin el proyecto" y "con proyecto" y debe permitir la cuantificación de la diferencia entre el conjunto de alternativas.

Uniformidad.- Diversos factores son medidos convencionalmente con una amplia variedad de unidades objetivas y subjetivas (pesos, biomasa, días de recreación, bueno-malo, empleos, etc.). Es recomendable emplear medios para transformar estas mediciones en unidades uniformes con un elemento para facilitar la comparación.

Sistematización de información.- La factibilidad para recabar y alimentar la información requerida por un método es un criterio clave para la realización exitosa de cualquier modelo. Técnicas potencialmente excelentes pueden ser imprácticas por la dificultad en la recopilación de datos (Menendez, 1991).

Diffícilmente, una técnica de impacto podrá cubrir todas las categorías expuestas y definitivamente habrá criterios que una técnica abarcará mejor que otras. Sin embargo, el análisis y la elección de una técnica dependerá de las características del proyecto y deberá establecer su durabilidad, plazo, radio de acción, frecuencia y facilidad de mitigación.

Una buena técnica debe reflejar los efectos de cambios ambientales a través de la capacidad para distinguir efectos de corto y largo plazo, estableciendo la variación en tiempo según la dirección, magnitud y velocidad de cambio (Maurice, 1974).

Las implicaciones de la aplicación de un proyecto, necesariamente envuelve objetivos o valores múltiples. Los métodos de manifestación deben incluir los diversos elementos de calidad del ambiente: mantenimiento de ecosistemas, medio físico y biológico, salud y seguridad del hombre, variabilidad y estética, antecedentes históricos y culturales. Todos estos puntos enfocados al mantenimiento del medio en equilibrio con el aprovechamiento racional de los recursos para finalmente lograr mejores condición de vida y un bienestar social.

Desafortunadamente, los elementos económicos y sociales, difícilmente pueden ser cuantificables ó comensurables para determinar y mostrar las consecuencias de cada actividad; este problema ha probado ser la clave de un bloqueo que obstaculiza el desarrollo y aplicación de las técnicas de evaluación de impacto ambiental (Estevan, 1984).

Aún tomando en cuenta todo lo anterior, el mejor proceso de decisión es el análisis de los requisitos de tiempo, dinero y trabajo especializado que requiera el proyecto. El aumento de la complejidad se justifica únicamente cuando hay un aumento suficiente en la validez y utilidad de la toma de decisiones.

2.2.3 Técnicas de Impacto Ambiental.

Dentro de las clasificaciones más utilizadas se encuentra la establecida por Warner en 1973. Esta clasificación agrupa las diferentes técnicas de identificación de impactos en 4 categorías:

- Lista de chequeo
- Sobreposiciones
- Matrices
- Redes

Listas de Chequeo

Estas técnicas se realizan a partir de una lista maestra de factores ambientales o impactos, los analistas seleccionan y evalúan aquellos impactos esperados para el proyecto y sus acciones específicas. Este tipo de listas se elaboran con un criterio multidisciplinario para decidir las acciones del proyecto que se considera causan

Impactos significativos. De esta manera la lista de chequeo constituye una herramienta importante en la revisión global del trabajo. Las listas de chequeo pueden complementarse con instrucciones de la forma de presentar y usar datos, y con la conclusión de criterios explícitos para impactos de cierta magnitud e importancia (Menendez, 1991).

Wiby, (1985) estipula que una de las ventajas de la lista de chequeo es que concentra la información, permitiendo la sumarización de efectos; sin embargo, puede ser muy general, incompleta y no ilustra interacciones entre los efectos.

Matriz de Cribado

Consiste básicamente en listas de chequeo generalizadas de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales potencialmente impactados. Ambas listas se colocan, indistintamente, en las columnas o renglones de la matriz. La utilización de las matrices difiere de las listas de chequeo en que se identifican las posibles interacciones entre el proyecto y el ambiente; asimismo, permiten definir las acciones que generan más de un impacto y los factores ambientales afectados por más de una acción.

La mayoría de los sistemas en matrices utilizan un rango o escala que permite al evaluador registrar la intensidad. En otras el evaluador puede utilizar de manera combinada ciertos indicadores objetivos con opiniones de expertos para asignar una calificación a cada una de las celdas dentro de la matriz.

Matriz de Leopold

La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas.

Leopold (1971) produjo una de las primeras metodologías sistemática para la manifestación de impacto ambiental. Es importante como precursor de los últimos desarrollos y porque a menudo se usa como un análisis de primer intento de los impactos ambientales.

El procedimiento se centra alrededor de una gran matriz que contiene una cuadrícula de 8,800 cuadros. En el eje horizontal tiene 100 columnas para actividades que pueden causar impacto ambiental. El eje vertical, consiste de 88 renglones para variables de calidad ambiental agrupadas en 4 categorías: 1) Físicas y químicas; 2)

Biológicas; 3) Culturales; y 4) Ecológicas. Únicamente un número limitado de cuadros puede ser relevante para un propósito determinado (Leopold, 1971).

Los impactos pueden identificarse como positivos (+), o negativos (-), la matriz permite marcar la diferencia entre magnitud e importancia. Wiby (1985), cita que la "magnitud" es el grado, extensión o escala del impacto; por su parte la "importancia" de cada impacto es normativa, implica un proceso evolutivo. El mismo autor refiere que la matriz de Leopold puede dificultar los resultados y una conceptualización rápida, además que el examinar cuidadosamente la matriz, puede resultar tardada.

Metodología de Battelle Columbus

Esta técnica fue elaborado por los laboratorios Battelle-Columbus por encargo de la EPA de los EUA, se centro en la planificación de la gestión de recursos de agua. Sin embargo puede aplicarse también a cualquier proyecto, adecuando su uso a las características de cada uno.

La base del sistema Batelle, es una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales que representan una unidad o un aspecto del medio, cuya evaluación es además representativa.

Esta técnica, maneja 18 componentes ambientales, los cuales se agrupan a su vez en 4 categorías ambientales (Norbert Dee, et al, 1972).

- Ecología
- Contaminación
- Aspectos estéticos
- Aspectos de interés humano

Redes de análisis

Las técnicas de redes, amplían el concepto de las matrices mediante la introducción de una red de causa-efecto que permite la identificación de impactos acumulativos o indirectos, los cuales no son adecuadamente explicados a través de una secuencia simple de causa-efecto representada por la matriz.

Dentro de las ventajas de las redes, se encuentra el poder sintetizar grandes cantidades de datos y facilitar la toma de decisiones, además permite diferenciar entre los efectos más altos y la acción inicial. (Sorensen, J.C., 1972)

Sobreposición de mapas

Estas técnicas están basadas en el uso de una serie de mapas transparentes que se pueden sobreponer para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los mapas describen factores ambientales o características del suelo y la distribución superficial del proyecto con todas sus obras complementarias. Este enfoque generalmente es efectivo para seleccionar alternativas e identificar ciertos tipos de impacto ya que estas técnicas localizan los factores limitativos para ciertos usos, pudiéndose así conocer los factores del medio más sensibles de ser afectados. Sin embargo, esta no puede ser utilizada para cuantificar estos impactos o identificar interacciones secundarias o terciarias.

Mc Harg, fue el primero que desarrolló los procesos de planeación ecológica y las variaciones de esta técnica ahora se usan comúnmente para tamizar y seleccionar los sitios potenciales de desarrollo. El método empieza con la selección de atributos relevantes ambientales y sociales. Para cada atributo, Mc Harg constituyó un mapa usando una escala ordinal de tonos grises para indicar la variación de los valores (expresados como calidad y adecuación para el desarrollo) de cada factor en todas las áreas. Todos los valores se combinan (dando igual peso a cada uno) sobreponiendo los mapas y examinando la distribución de la intensidad de tonos sobrepuestos con relación al uso propuesto del suelo (Nichols, 1980).

2.3 MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

2.3.1 Definición de los residuos sólidos

El tema de la "basura" resulta polémico desde su definición, ya que entre los mismos estudiosos del área existen diferentes puntos de vista sobre el nombre técnico con el que nos debemos referir a la misma. Algunos opinan que "basura", es sinónimo de desecho, otros se refieren a ella llamándola "residuo" y otros mas utilizan ambos términos indistintamente. Aunque cada autor tenga sus razones para llamarla de una u otra forma, para efectos de éste trabajo nos referiremos a ella como residuo sólido, que es como se establece en el artículo 1° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en la que se define el Residuo como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó y cuya característica será la de tener suficiente consistencia para no fluir por sí mismo.

Sin embargo, debemos manifestar también, que el término sólido nos resulta

impreciso, pues una gran parte de los contaminantes sólidos contienen contaminantes líquidos y en su descomposición, estos generan contaminantes gaseosos, de lo cual se desprende el serio problema para su disposición sanitaria, debido que no sólo se contempla la contaminación por un residuo sólido, sino también por un residuo líquido y gaseoso.

2.3.2 Clasificación

Para su estudio los residuos sólidos se clasifican en diferentes rubros, cada uno de ellos podrá ser utilizado dependiendo de las necesidades de uso, las alternativas de éstas clasificaciones son:

***a) Por fuente generadora.-** De acuerdo a su fuente generadora los residuos sólidos pueden provenir del Municipio o de la Industria, los primeros son todos aquellos generados en las actividades municipales que no requieren técnicas específicas para su control de acuerdo con la Norma Técnica de Residuos Sólidos (NTRS-1), los segundos son aquellos generados en cualquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación o producción industrial, y que sus características fisicoquímicas y biológicas los hacen dañinos a la salud del ser humano o de los ecosistemas, se incluyen los productos inflamables, corrosivos, tóxicos, además de aquellos que reúnan las características citadas en las Normas Oficiales Mexicanas.*

***b) Por las características del material que lo compone.-** Los residuos sólidos se caracterizan por su heterogeneidad natural, ya que su composición en gran medida, dependerá entre otros factores, de las variaciones estacionales, climáticas, culturales o económicas de cada localidad, dichos parámetros determinan el porcentaje de cada subproducto en los residuos, o bien la aparición de algún otro que en otras circunstancias no aparecería. Por lo anterior, no se puede determinar una composición "tipo", aunque ésta se pueda establecer si se toman en cuenta los anteriores factores. De modo general los residuos sólidos se pueden clasificar en:*

***Residuos orgánicos:** En éste rubro se ubican todos aquellos cuyo componente principal es el carbón, como los son los residuos de parques y jardines, rastros, mercados, etc..*

***Residuos Inorgánicos:** Lo componen todo material inerte y en su gran mayoría reciclables, como el plástico, tela, vidrio, etc..*

ci. Por el tratamiento y/o reciclaje que se les pueda dar al residuo.- En teoría todo material de desecho puede ser usado posteriormente para un fin determinado, y en algunos casos será necesario un procesamiento para su incorporación al ciclo productivo.

La clasificación en éste nivel es:

- **Residuos transformables;** son aquellos que para su incorporación al ciclo productivo, se les debe brindar un tratamiento, como por ejemplo la recuperación de metales de algunos productos.
- **Residuos reciclables;** generalmente se les denomina a aquellos residuos que pueden reutilizarse tal como se encuentran dentro de los residuos, o sólo necesitan de un proceso simple para su utilización, por ejemplo vidrio y metales (Vadillo, 1987).

2.3.3 Etapas del proceso de los residuos sólidos

Los residuo sólidos conforman un proceso que se integra de diversas etapas estrechamente relacionadas, cada una de ellas con particularidades importantes que de no tomarse en cuenta ocasionan serios problemas al ambiente y la salud de los seres vivos.

El proceso de los residuos sólidos se ilustra en la Figura 1, y se describe en los siguientes puntos:

Generación.- *La búsqueda del hombre para acumular más bienes materiales, el tener una vida más cómoda con el menor esfuerzo posible, lo vuelve cada vez más dependiente de la materia y de la tecnología automatizada. Este proceso ha ocasionado la producción de insumos con fines comerciales y pasajeros que en poco tiempo se convierten en residuos. Proplamente, el inicio del ciclo, consiste en la producción de bienes materiales orgánicos e inorgánicos desechados por el hombre durante la realización de sus actividades.*

La generación de residuos sólidos depende principalmente de:

- *el nivel de vida de los habitantes y sus costumbres.*
- *la estación del año de que se trate.*
- *el número de habitantes de una localidad, (lo que determina obviamente que, los centros de población más grandes generen más cantidad de basura que los pequeños).*

Por lo tanto, la generación de los residuos está íntimamente relacionada con el grado de desarrollo de la localidad, la concentración de la población y su ingreso, así como la facilidad para consumir más productos (SEDESOL, 1992).

Estudios realizados para Banco Mundial (1994), reportan un promedio de la generación de residuos sólidos municipales de 0.76 kg/hab/día, por lo que se estiman en más de 60,000 ton/día de residuos generados en la República, a las cuales se les debe brindar un manejo sanitario y oportuno.

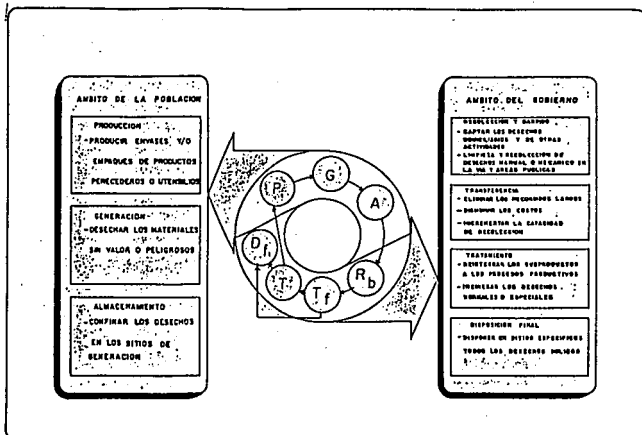
Almacenamiento.- Una vez generados los residuos se lleva a cabo el almacenamiento temporal, que es el efecto de retenerlos en el lugar de su generación para su posterior recolección. Este almacenamiento debe adecuarse a la cantidad de residuos generados, ya que no es el mismo tipo de almacenamiento el que se les debe de brindar a mercados que a casas habitación, de cualquier forma, deben de utilizarse lugares o recipientes seguros y adecuados para su posterior recolección.

El almacenamiento debe entenderse como la acción de retener en forma temporal los residuos sólidos que produce un determinado ente generador, mientras son procesados para su aprovechamiento, son entregados al servicio de recolección, o bien se disponen en un relleno sanitario. El almacenamiento debe realizarse en un lugar seguro y bien ventilado, tratando de afectar lo menos posible al ambiente, así como evitar la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.

Otro tipo de almacenamiento que también es temporal, es aquel que realiza el manejo mismo de los residuos para hacerlos llegar a su almacenamiento definitivo en el sitio de disposición final.

Barrido.- Cuando no se realiza un almacenamiento adecuado de los residuos generados, éstos se dispersan teniendo que emplear mano de obra y equipo necesario para su recolecta éste es el proceso del barrido.

El barrido puede ser manual o mecánico, el primero se realiza por medio de carritos recolectores en tambos de 200 lt, cuyo rendimiento estimado es de 1 km barrido/jornada de 8 hr laboradas; el segundo es mecanizado por medio de barredoras cuyo rendimiento teórico se estima en 39 Km barridos/ Jornada (SEDUE, 1990).



FUENTE: D.D.F. 1988. Manejo de Residuos Sólidos, el caso del D.F.

Figura 1. Proceso de los residuos sólidos

Recolección. - La recolección es aquella actividad mediante la cual se transfieren los desechos almacenados a un vehículo impulsado por una fuerza motriz o humana para su disposición final. De acuerdo a ello la recolección se clasifica en:

- *Recolección manual.*
- *Recolección mecanizada.*

En la recolección manual se emplea la fuerza humana para trasladar los desechos almacenados temporalmente en un sitio, a un vehículo recolector para su transporte a destino final. Este tipo de recolección depende de la fuerza de trabajo y de las condiciones naturales o creadas en la localidad.

La recolección mecanizada es el resultado de la operación de un vehículo recolector con mecanismo para la carga automática de los residuos, generalmente almacenados en contenedores especiales, y transportarlos al sitio de disposición final.

Para la realización de ésta actividad se cuenta con vehículos especiales como los que se presentan en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Tipo de vehículos recolectores y capacidad

TIPO DE UNIDAD	CAPACIDAD
<i>Recolector de Volteo</i>	<i>de 6 a 8 m³</i>
<i>Recolector de carga trasera</i>	<i>de 10 a 20 m³</i>
<i>Recolector de carga lateral</i>	<i>de 10 a 16 m³</i>
<i>Recolector de carga frontal</i>	<i>de 15 a 30 m³</i>

Los métodos para llevar a cabo la recolección son:

- *Recolección Intradomiciliaria*, en ella, el personal de limpia es quien se encarga de manejar los residuos introduciéndose al domicilio en cuestión, sin que el usuario tenga contacto con residuos posterior a su generación.

- *Recolección de casa en casa*, en éste caso, el personal de limpia transportando carritos y en zonas delimitadas, recogen los residuos que los usuarios del servicio llevan hasta la puerta de sus viviendas.

- Recolección de acera, en éste sistema los usuarios del servicio depositan sus desechos empacados generalmente en bolsas de plástico, en la acera correspondiente de donde el servicio de limpieza los recolecta. (ISEDUE, 1990).

- Recolección por parada fija, en ella los vehículos recolectores tienen un número determinado de paradas preestablecidas, donde los usuarios rutinariamente acuden a depositar los residuos.

- Recolección por contenedores.- Es un buen método para los centros de gran generación como podrán ser hoteles, industrias, centros comerciales, mercados, etc., la localización de los contenedores deberá ser de tal forma que el vehículo recolector tenga fácil acceso y pueda realizar las maniobras sin problemas.

La capacidad del contenedor varía de 1 a 6 m³, su elección deberá estar en función de las necesidades del lugar. En los contenedores los usuarios depositan sus residuos, mismos que son retirados por los encargados del servicio ya sea transportando a todo el contenedor o bien, transfiriendo los residuos a un camión recolector o de volteo.

La selección del método más adecuado para realizar la recolección, dependerá de las necesidades y características de la localidad a servir, pudiéndose utilizar uno de ellos, ó como en muchos casos sucede, combinando algunos de éstos métodos.

Transporte.- El transporte de los residuos sólidos, es una de las actividades dentro del sistema integral a las que se les destina mayores recursos económicos; por ello, es necesario se tomen los requerimientos pertinentes para brindar un eficiente servicio de recolección que permita destinar recursos a otras áreas. Para llevar a cabo un adecuado sistema de transporte es necesario tomar en cuenta: las características de las zonas por donde deben transitar las unidades, la topografía del lugar, el acceso de las unidades de recolección a las zonas donde se ha de brindar el servicio, distancias al sitio de encierro a la estación de transferencia o al sitio de disposición final según sea el caso en cada localidad.

Transferencia.- La transferencia de los residuos sólidos, se define como el proceso mediante el cual, los vehículos destinados a la recolección de residuos sólidos descargan o transfieren los residuos recolectados en vehículos de mayor capacidad (conocidos como transfers), con el objeto de que sean transportados al sitio de

disposición final. Dado que la utilización de toda estación de transferencia solamente puede ser justificada por la reducción del costo total en el transporte y el mejoramiento en la eficiencia del servicio, se deben de planear su diseño de tal forma que los vehículos recolectores no recorran más de 20 Km para realizar su descarga (Hedahl, T., 1973), que su paso en la estación de transferencia sea rápido a toda hora permitiendo a los recolectores regresar a sus rutas para continuar la recolección.

Reciclaje y Tratamiento.- *En un sentido estricto, el reciclaje es un pretratamiento necesario en cualquier procesamiento del que se quiera obtener algún material con valor comercial. El objeto de éste pretratamiento, es el separar de los residuos una serie de materiales que por sus características y su demanda puedan tener algún valor comercial y puedan tener una reutilización como materia prima en procesos industriales.*

En cuanto al tratamiento, existen diversas técnicas, van de las más simples, como es la recuperación manual de subproductos, hasta la transformación de los residuos con complejos procesos industriales. Estos tratamientos pueden lograr algunas ventajas, una de ellas es la obtención de beneficios económicos de dicha transformación, dentro de estos procesos, podemos citar los siguientes: Pirólisis, Hidrogenación, Oxidación, Hidrólisis, Digestión Anerobia, Composteo e Incineración.

La elección de cualquiera de éstos procesos, requiere establecer los mercados actuales y potenciales de los subproductos que se puedan obtener, con el fin de definir la permanencia de éstos procesos en el sistema.

Disposición final.- *La última etapa del ciclo de los desechos sólidos es la Disposición Final, tradicionalmente, este proceso no presentó un serio problema para las autoridades encargadas del servicio de limpia, ya que bastaba con llevar los desechos fuera de los núcleos urbanos para evitar un mal aspecto en la imagen urbana y las molestias que de ellos se originan, además la mayor cantidad generada tenía características específicas en su composición permitiendo que se reintegraran rápidamente al ciclo natural sin ocasionar daños significativos al ambiente.*

Como resultado del rápido crecimiento urbano industrial de la Ciudad de México, se inicia la operación de los primeros grandes tiraderos a cielo abierto, al oriente y poniente de la capital del país. Dentro de este esquema, surgió el tiradero de Bordo Xochiaca, en el Estado de México, que al no contar con un diseño y un sistema de control, pronto se convirtió en foco de contaminación y proliferación de fauna nociva, sumado a esto se presentan problemas de asentamientos irregulares por los llamados pepenadores.

Una alternativa ecológicamente viable al problema de la disposición final de los residuos sólidos es el método del relleno sanitario, el cual es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica al ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen, previendo además los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el Relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica, (Jaramillo, 1991).

Por su parte, la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles, ASCE, (citado en Rivas, 1991), establece al "relleno sanitario como una técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicios al medio y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública; mediante esta técnica se confinan la basura en el menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y cubriendo la basura así depositada con una capa de tierra con la frecuencia necesaria o por lo menos a fin de cada jornada." En la Figura 2., se presenta la secuencia en la operación de un relleno sanitario.

2.4. Métodos para la operación Relleno Sanitario.

El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario, están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen de la fuente de material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras distintas para construir un relleno sanitario:

1.- Método de Trinchera o Zanja; este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga, la tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra, (Jaramillo, 1991).

Es importante que en época de lluvias, evitar que las aguas inunden las zanjas; por lo tanto, se deben construir canales perimetrales para captarlos y desviarlos. En casos extremos, puede requerirse el bombeo del agua acumulada. Se recomienda que las paredes longitudinales de las zanjas tendrán que ser cortadas de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La OPS recomienda que la excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático muy alto o muy próximo a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

2.- Método de Área. - *En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar los residuos, estos pueden depositarse directamente sobre el suelo original, y elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible, extralido de la capa superficial.*

Este método, se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno, o en su defecto se debe trasportar de lugares cercanos para evitar gastos en transportación. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

El relleno se constituye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno, es decir, la basura se vacía en la base del talud, se extiende y apisona contra el terreno, se recubre diariamente con una capa de tierra de 0.10 a 0.20 m de espesor, se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando un pendiente suave de unos 30 grados en el talud y de 1 a 2 grados en la superficie.

3.- Método Combinado. - *Es necesario mencionar que, dado que estos dos métodos de construcción de un Relleno Sanitario tienen técnicas similares de operación, pueden combinarse logrando un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación. (Jaramillo, 1991)*

Con efecto de que un relleno sanitario, sea realmente un método seguro para evitar problemas de contaminación y afectación al medio, deberá operar apegado estrictamente a los criterios y lineamientos de control, dentro de los cuales, se encuentran:

- Supervisión constante, mientras se vacía, recubren y compactan los residuos sólidos, se deberá contar con una supervisión constante con personal capacitado.

- Frente de Trabajo.- La superficie disponible en el área de relleno, así como las condiciones topográficas del lugar, entre otros, definirán las dimensiones del

frente de trabajo y de la celda diaria, factor importante para determinar la vida útil del sitio.

- Es fundamental el cubrimiento diario, con una capa de 0.10 a 0.20 m de tierra o material similar.

- La compactación de los desechos sólidos es preferible en capas de 0.20 a 0.30 m y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. Por regla general, se indica que el alcanzar una mayor densidad, resulta mucho mejor desde el punto de vista económico y ambiental.

- Desviar aguas de escurrimiento, para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.

Dentro de las ventajas que reporta este sistema es el control de olores e incendios, se minimizan los problemas de contaminación de aire, agua y suelo, se evita la proliferación de fauna nociva, se recupera la superficie al final de las operaciones, además de mantener el diseño para captar lixiviados y el biogas generado por la degradación de la materia orgánica (Ríosvelasco, 1989).

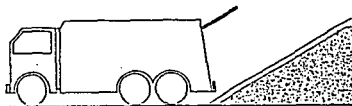
2.5 Criterios para el Diseño de un Relleno Sanitario.

1.- Tipo de terreno.- El diseño del relleno sanitario, deberá proporcionar los métodos de relleno sanitario en función de los diferentes perfiles de terreno: plano, ondulado, escarpado y banco de materiales abandonado.

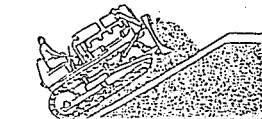
2.- Selección del sitio.- Los criterios de selección de sitio recomendados SEDUE, actual SEDESOL consideran:

Suelo:

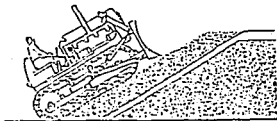
- Potencial de infiltración del agua.
- Potencial de transmisión del líquido percolado.
- Capacidad de filtrado del suelo.
- Capacidad de Absorción.
- Calidad para su uso comercial.
- Material de cubierta.



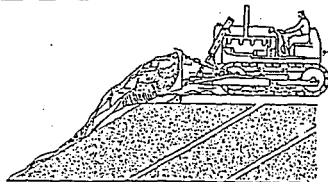
1. DESCARGA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN EL FRENTE DE TRABAJO



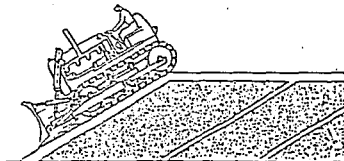
2. ESPARCIR CON EL EQUIPO EN CAPAS DE APROXIMADAMENTE 60 CM.



3. COMPACTAR CADA CAPA PASANDO EL EQUIPO DE 2 A 4 VECES



4. EL MATERIAL DE CUBIERTA ES EMPUJADO DE ARRIBA HACIA ABAJO



5. SE COMPACTA EL MATERIAL DE CUBIERTA PARA FORMAR LA CELDA

FUENTE: SEDUE, 1986.

FIGURA 2. SECUENCIA DE OPERACION DE UN RELLENO SANITARIO



Agua Subterránea:

*Profundidad del manto freático.
Contenido de materia orgánica.
Capacidad de neutralización.
Potencial de dispersión.
Velocidad del agua subterránea.*

Area:

Se especificará que requisitos son deseables en cuanto a: Ubicación, Vialidad, Distancia a la población, Hidrología superficial.

3.- Geohidrología.- Se deberán elaborar especificaciones técnicas para los estudios geohidrológicos necesarios, así como para la utilización de la información existente.

4.- Estudios de suelo y mecánica de suelos.- Deberán presentarse los lineamientos para la elaboración de este tipo de estudios, de acuerdo con los requerimientos de diseño, así como ejemplos de la aplicación.

5.- Estudios Topográficos.- Se deberán realizar, de acuerdo a especificaciones técnicas los estudios topográficos necesarios para las distintas condiciones de terreno.

6.- Cálculo de la Vida Útil.- Se presentarán las especificaciones para el cálculo de la vida útil para cada método de relleno sanitario.

7.- Diseño de la Celda Diaria.- Se proporcionarán las especificaciones para el diseño de la celda diaria y sus dimensiones: altura, ancho del frente de trabajo y largo de la celda, así como la pendiente de los taludes laterales con el ángulo de reposo de los residuos y el tipo de maquinaria a emplear.

8.- Diseño de franjas.- Se deberán proporcionar los lineamientos de diseño de las franjas componentes de cada capa de relleno.

9.- Diseño de capas.- Se establecerán los criterios de diseño para cada capa de relleno tomando en cuenta las pendientes que son necesarias para evitar infiltraciones de aguas pluviales.

10.- Material de cubierta.- Se establecerán los lineamientos para determinar las características que debe tener este material y también se recomendará el espesor apropiado tanto para capas intermedias como para la cubierta final. Se calculará el volumen de material necesario para diferentes generaciones y métodos de relleno. Se deberá indicar que material o mezcla es preferible.

11.- Movimiento de tierras.- Se deberá diseñar el relleno sanitario tratando de optimizar el movimiento de tierras, estableciendo criterios para aprovechar los bancos de material existentes a bajo costo, elaborando tablas que indiquen las evaluaciones de costos en función de la distancia al banco de material.

12.- Impermeabilización.- Se proporcionarán las especificaciones técnicas para conocer cuando hay que impermeabilizar la base del relleno, o bien, cuando se requiere construir un sistema de captación para líquidos percolados con el fin de prevenir y controlar la contaminación de los mantos freáticos.

También, dentro del diseño de la obra, se deberá proporcionar las características de diferentes tipos de materiales idóneos para ser utilizados en la impermeabilización. Los parámetros a tomar en cuenta serán pluviosidad, suelo y profundidad y protección del manto freático.

13.- Control de lixiviados.- Se deberán aportar las especificaciones para el cálculo hidráulico del sistema de captación de líquidos percolados considerando la producción de los mismos para distintas infiltraciones de agua pluvial y a través de un período de 20 años. De esta forma, se deberán proponer diversas alternativas para el tratamiento de los mencionados líquidos percolados.

14.- Monitoreo de Lixiviados.- Dentro del diseño, se deberán especificar las cuestiones técnicas tanto para el monitoreo de la calidad de los acuíferos como para los líquidos percolados. Especificarán técnicamente, y como mínimo, 2 pozos, uno aguas arriba y otro aguas abajo del sitio donde se ubique el relleno sanitario, para vigilar si hay contaminación del acuífero. Plantea SEDUE, que se deberá especificar los tipos de análisis a realizar tanto para el acuífero como para el lixiviado.

15.- Captación de biogas.- Se deberán diseñar sistemas para la captación del biogas generado, así como instalaciones para su monitoreo.

16.- *Sistema de Captación de aguas de escurrimiento.- Para evitar que los escurrimientos pasen al área del relleno deberá realizarse el diseño de obras de protección y conducción de dichos escurrimientos, tomando como parámetro principal la intensidad de las lluvias.*

17.- *Obras Complementarias.- Se deben aportar los diseños para: Caminos de acceso, Accesos y señalamientos. Cerca fija y móvil, Caseta de vigilancia. Oficinas generales e instalaciones sanitarias. Báscula. Cobertizo para equipo mecánico.*

18.- *Equipo mecánico.- Se presentarán diversas alternativas de equipo existentes en el mercado, proporcionando las características técnicas de cada tipo de maquinaria que será utilizada, por medio de la elaboración de una tabla y de acuerdo a la capacidad del relleno y la cantidad de residuos a disponer.*

19.- *Manual de Operación.- El diseño de un relleno sanitario, deberá incluir un manual de operación que definan las obligaciones que para cada puesto o actividad correspondan al personal encargado y también cada una de las operaciones que se efectúen en el relleno desde la recepción hasta la disposición final.*

20.- *Gerenciamiento.- De acuerdo al diseño del Relleno Sanitario, se deberán indicar los lineamientos para efectuar los análisis de cada uno de los siguientes aspectos:*

Inversión: Se deberá presentar los métodos a seguir para efectuar un análisis del costo total e inversión del relleno sanitario.

Costo de Operación: Se señalarán las técnicas para analizar los costos directos e indirectos, así como el costo por tonelada dispuesta y el costo por habitante servido.

21.- *Sistema Tarifario.- Deberán proporcionarse los elementos para efectuar el análisis de costo por tasa o tarifa.*

Se detallará un sistema de administración, control y vigilancia en la operación de un relleno sanitario.

Muchos de los problemas que se originan en un relleno sanitario, se deben a una inadecuada selección del sitio; por lo que es de suma importancia realizar una serie de

estudios que fundamenten su ubicación. Para ello se han publicado criterios recomendables (SEDUE, 1988; Sánchez, 1992).

2.6 Criterios de Selección de un sitio para la ubicación de un relleno sanitario.

A continuación se enlistan los CRITERIOS recomendados por Sánchez (1992), para la selección de un sitio para relleno sanitario:

Profundidad del manto freático.- Se deberá evitar la contaminación del acuífero de la zona donde se ubica el sitio en cuestión. Por lo cual es deseable que el nivel freático se halle muy alejado del terreno natural.

Ubicación respecto a cuerpos de agua superficiales y pozos de abastecimiento de agua potable.- Para evitar que por medio de escurrimientos superficiales o por infiltración, se llegue a contaminar cualquier cuerpo de agua superficial o subterráneo, el sitio elegido deberá estar alejado de cuerpos de agua.

Existencia de material de cubierta.- De acuerdo con algunas recomendaciones, se deberá buscar que el sitio cuente con suficiente material para la cobertura de los residuos sólidos, durante todo el período que estará en operación el relleno sanitario. En el caso de que el sitio no cuente con banco de material propio, se buscará un sitio cercano para el préstamo de material.

Necesidad de acondicionamiento del sitio.- En lo posible, el sitio deberá requerir un mínimo de obras de adecuación y acondicionamiento antes de que se inicie la operación del relleno sanitario.

Cercanía de las zonas urbanas.- Es recomendable que el sitio no se encuentre muy alejado de la mancha urbana, y bien comunicado con ella, con algún camino que sea transitable en todo tiempo.

Incidencia de vientos.- El sitio deberá estar ubicado, de tal manera que los vientos dominantes incidan en sentido contrario a la mancha urbana.

Permeabilidad y capacidad de intercambio catiónico.- Se debe prever que el suelo del sitio reúna en lo posible características tanto de impermeabilidad como de remoción de contaminantes, características que para efectos de análisis estará representada por el coeficiente de permeabilidad (k) y por la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC).

Vida útil. - De acuerdo con lo anterior, una consideración importante para la selección del sitio, es la posibilidad de utilización por largo plazo, de preferencia superior a 10 años. (SEDUE, 1985).

Vías de acceso. - Un sitio será mejor que otros en la medida en que cuente con mejores vías de acceso. Para el caso de la zona de proyecto, la principal vía de acceso a la zona es la avenida Bordo Xochiaca, y debe proyectarse la construcción de las desviaciones con las capacidades de carga adecuadas.

Tenencia de la tierra. - Bajo cualquier circunstancia, todo proyecto de relleno sanitario, deberá iniciarse siempre y cuando la entidad u organismo responsable de su implementación tenga en sus manos el documento legal que autorice tal beneficio, estipulando también el período de trabajo y la probable utilización futura.

Visibilidad del sitio. - Aunque es un factor de poco peso, de preferencia, el sitio deberá estar oculto para no interferir con la estética de la comunidad.

Por otra parte SEDUE (1985), cita como criterios de selección los que se presentan en la Cuadro 2.

2.7 Situación actual del manejo de los residuos sólidos en el País.

Se estima que actualmente se genera un promedio de 60,000 ton/día de residuos sólidos en todo el país, de los cuales, sólo en 70% se recolecta, y únicamente se disponen en un relleno sanitario 9,000 ton/día. Lo anterior ilustra la gran problemática que a nivel nacional se tiene para realizar el adecuado manejo y disposición final de los residuos, (ver Figura 3).

De acuerdo a Padilla (1993), es tan grande la producción de basura en el Valle de México, que estamos generando tres millones de metros cúbicos al mes. A nivel nacional, en la República Mexicana se producen diez millones de metros cúbicos y para representar lo que implica éste volumen, el mismo autor menciona que el Estadio Azteca de la Ciudad de México, desplaza solamente un millón de metros cúbicos.

CUADRO 2.

CRITERIOS PARA LA EVALUACION DE UN SITIO PARA RELLENO SANITARIO

CONCEPTOS QUE INFLUYEN EN SELECCION DEL SITIO	EXCELENTE	BUENA	REGULAR
VIDA UTIL	MAYOR 10 AÑOS	5 A 10 AÑOS	MENOR DE 5 AÑOS
TIERRA PARA COBERTURA TOPOGRAFICA	AUTOSUFICIENTE MINAS A CIELO ABIERTO ABANDONADAS	ACARREO CERCANO COMIENZO DE CAÑADAS	ACARREO LEJANO OTROS
VIAS DE ACCESO	CERCANAS Y PAVIMENTADAS	CERCANAS Y TRNSFERIBLES	LEJANAS Y TRANSFERIBLES
VIENTOS DOMINANTES	SENTIDO CONTRARIO A LA MANCHA URBANA	AMBOS SENTIDOS DE LA MANCHA URBANA	EN SENTIDO DE LA MANCHA URBANA
UBICACION DEL SITIO	DE 3 A 12 KM. DE LA MANCHA URBANA	ENTRE 1 A 3 KM MANCHA URBANA	MENOR A 1 Km. DE LA MANCHA URBANA
GEOLOGIA	IMPERMEABLE	SEMI-PERMEABLE	PERMEABLE
GEOHIDROLOGIA	MAS DE 30 m DE PROFUNDIDAD (MANTO ACUIFERO)	ENTRE 10 Y 30 METROS DE PROFUNDIDAD	MENOR DE 10 m DE PROFUNDIDAD
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	NO HAY CORRIENTE	CORRIENTES LEJANAS	CORRIENTES CERCANAS
TENENCIA DE LA TIERRA	TERRENO PROPIO	TERRENO RENTADO A LARGO PLAZO	TERRENO RENTADO A CORTO PLAZO

FUENTE: MANUAL DE RELLENOS SANITARIOS. SEDUE, 1988

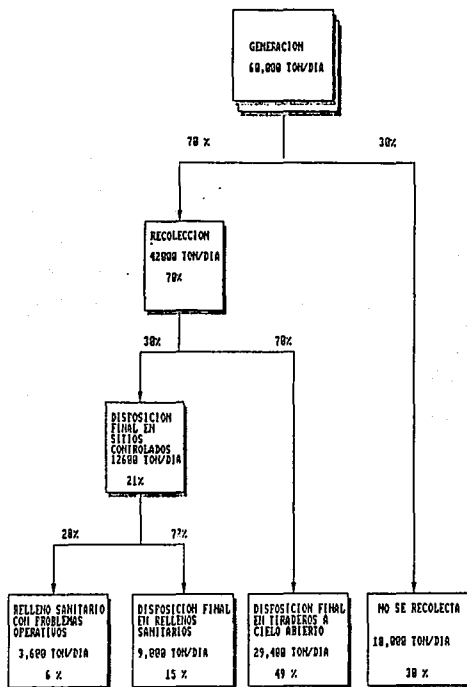


Figura 3. SITUACION DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL PAIS

3. OBJETIVO

Objetivo General:

- El objetivo general del presente estudio es identificar, evaluar y en su caso proponer medidas de control, mitigación y control para las alteraciones que ha ocasionado, y que pudiera ocasionar al ambiente, la acumulación de residuos sólidos en el sitio de disposición final Bordo Xochiaca. Esto mediante la caracterización del medio y del análisis detallado de las actividades que se realizan en la zona, lo cual permitirá establecer la relación que la operación del tiradero tiene sobre los atributos ambientales y finalmente plantear alternativas para el control y minimización de los impactos negativos que pudieran existir.

El objetivo general, se cubrirá mediante la consecución de los siguientes objetivos particulares:

- Descripción de las actividades en el sitio desde la construcción, operación y clausura del tiradero Bordo Xochiaca.
- Descripción del medio natural y socioeconómico del área de estudio.
- Vinculación de las normas y regulaciones con el uso del suelo.
- Identificación de impactos ambientales que se hayan producido, durante la operación del tiradero.
- Realizar la evaluación de los impactos ambientales identificados.
- Proponer medidas de control y/o mitigación de impactos identificados durante la operación del tiradero.
- Identificar los impactos que se ocasionan por las condiciones existentes de cierre.

4. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

Dentro del presente apartado, se manejan tres conceptos para referirnos a una zona en particular; esto es, se presentará el concepto de Área de Estudio, Área de Influencia y Área de Proyecto, los tres conceptos son importantes al momento de definir la magnitud e importancia del impacto. Específicamente en el tipo de obra que se analiza es importante su consideración.

El área de proyecto, se refiere a los límites de ubicación de la obra en cuestión; esto es, la superficie del predio en el cual se ubica el tiradero. El área de influencia, es la zona fuera de éstos límites, que por alguna actividad propia de la obra, pudiera ser alterada.

El área de estudio se refiere a la extensión dentro de la cual se realiza el estudio de impacto ambiental; por lo que podemos establecer, que el área de estudio es igual al área del proyecto más el área de influencia.

4.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio, se localiza en el Municipio de Nezahualcoyotl, en el Estado de México (Figura 4), el cual se asienta en la porción nororiental del Valle de México, en lo que fuera el Lago de Texcoco.

El municipio de Nezahualcoyotl limita al norte con el municipio de Ecatepec de Morelos; al este con la delegación Venustiano Carranza, y al sur con las delegaciones de Ixtacalco e Iztapalapa, del Distrito Federal. Cuenta con un territorio de 62.44 kilómetros cuadrados que se integró con la contribución territorial de los municipios de Chimalhuacán, Los Reyes la Paz, Texcoco y Ecatepec. El municipio se encuentra a una altura media del Valle de México de 2,230 m.s.n.m.

El tiradero Bordo Xochiaca se localiza en el límite sur de los terrenos del Ex-Vaso de Texcoco, el cual ha sido continuamente descrito dada la importancia ecológica que representa. Se ubica en la parte central del Valle de México, al noreste de la zona metropolitana de la ciudad de México y al oeste de la ciudad de Texcoco de Mora, entre los paralelos 19°25'13" y 19°26'00" y latitud norte y entre los meridianos 99° 00' 00" y 99°01'20" de longitud oeste, con elevaciones entre 2231 y 2237 m referidos al nivel medio del mar.

El tiradero Bordo Xochiaca, limita al norte con la vía de ferrocarril (México- Cuautla) y con zonas abiertas de los terrenos federales de la Comisión del Ex-lago de Texcoco; al sur con la avenida Bordo Xochiaca y con la zona habitacional de algunas colonias pertenecientes al municipio de Nezahualcoyotl. Al este limita con la prolongación de la avenida Adolfo López Mateos y al oeste con el "Cárcamo Maravillas" y la colonia "Del Sol", ver Figura 5.

En Bordo Xochiaca se han depositado residuos de tipo municipal, hospitalario, y no se descarta la posibilidad de la disposición clandestina de residuos industriales en la zona (Dirección de Servicios Públicos, Municipio de Nezahualcoyotl, información personal).

4.2 DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA

Los límites geográficos de un proyecto, se definen teóricamente como aquellos que engloban todas las zonas afectadas por las actividades proyectadas. Esta premisa resulta de considerar que la zona en donde se delimita una obra, constituye un sistema, en donde los factores físico, biológico, social y económico, son parte integral de él.

Un aspecto fundamental en los estudios de impacto ambiental, es delimitar el área de influencia en la cual se deberán considerar los componentes físicos, biológicos y sociales, susceptibles de ser modificados. Esta delimitación deberá considerar las diferentes variables ambientales a ser estudiadas; por lo tanto, se establece la necesidad de ver que los límites geográficos, políticos o físicos en los que se encuentre ubicado un proyecto, se utilicen en forma suficientemente amplia para incluir todos los impactos identificables o bien, que permita definir aquellos impactos potencialmente importantes que se generen fuera de los límites del área de proyecto.

La delimitación del área de influencia deberá responder a las necesidades y condiciones de su estudio, tomando como base los diversos atributos ambientales y sociales, podrá quedar delimitada especificando la influencia de cada parámetro de acuerdo al sistema tratado; una vez especificada el área de influencia por parámetro, se podrá establecer de manera general el área de estudio.

Por lo tanto la delimitación del área de influencia para Bordo Xochiaca, deberá tomarse en cuenta las características de las zonas aledañas y el parámetro ambiental que se considere evaluar.

Resulta muy importante de la delimitación del área de influencia para la evaluación de un proyecto; dado que cada proyecto es diferente, no existen criterios establecidos para la delimitación de un área de influencia, ésta dependerá de las características del proyecto, naturaleza del mismo y de la experiencia del aplicador del estudio.

Para Bordo Xochiaca, el área de influencia para vegetación y fauna, lo delimita la zona federal del Ex-Lago de Texcoco, y abarca del límite sur del tiradero hasta el Caracol de Sosa Texcoco (Figura 6). Esto es debido a que, en la zona federal aún se presentan espacios abiertos con vegetación y fauna característicos de ambientes lacustres. Es una zona que a pesar de contar con actividades humanas, la restricción en su acceso ha permitido la permanencia de espacios propicios para el desarrollo de ambientes lacustres a los cuales pertenecía la zona de proyecto.

En cuanto a los aspectos sociales, los beneficios y las alteraciones que la obra pudiera ocasionar, se delimitan principalmente a la zonas urbanas, cercanas al sitio de proyecto; esto es, las colonias que de alguna manera podrían beneficiarse con la disposición de sus residuos, o que pudieran sufrir molestias por olores, fauna nociva, ruido de maquinaria, son las colonias cercanas a la zona y que pertenecen en su mayoría al municipio de Nezahualcoyotl. Es por ello que la zona de influencia para aspectos socioeconómicos son las periféricas a la zona (Figura 6).

En cuanto al área de influencia para los aspectos físicos; se considera que las partículas suspendidas, el ruido y los olores que se generaron en el tiradero de Bordo Xochiaca, tienen una influencia de 200 m periféricos al sitio. La formulación de dicho dato, se basa en los criterios que ha emitido la OPS (1992) para la ubicación de Rellenos Sanitarios, en los cuales se recomiendan 200 m como distancia mínima entre un relleno sanitario y una zona habitada. De esta manera se estima que esta puede ser una distancia suficiente para la disminución de molestias a la población.

En la Figura 6 se marca el área de influencia para vegetación y fauna y para aspectos sociales. Dicha área sumada a la zona de proyecto delimita el área de estudio de la presente manifestación; de acuerdo a lo anterior, se han considerado los terrenos del ex-lago de Texcoco desde sus límites con el Tiradero Bordo Xochiaca, hasta aproximadamente el caracol de Sosa Texcoco, como el área de afectación de las actividades del tiradero para la vegetación, fauna y suelo, limitados por barreras físicas hacia las zonas este y oeste del sitio. Sin embargo el área de influencia para hidrología se maneja a nivel regional de todo el Valle de México, debido a los movimientos de corrientes subterráneas, que pueden afectar no sólo el sitio del proyecto sino que sus efectos se pueden extender muchas veces a nivel de cuenca.

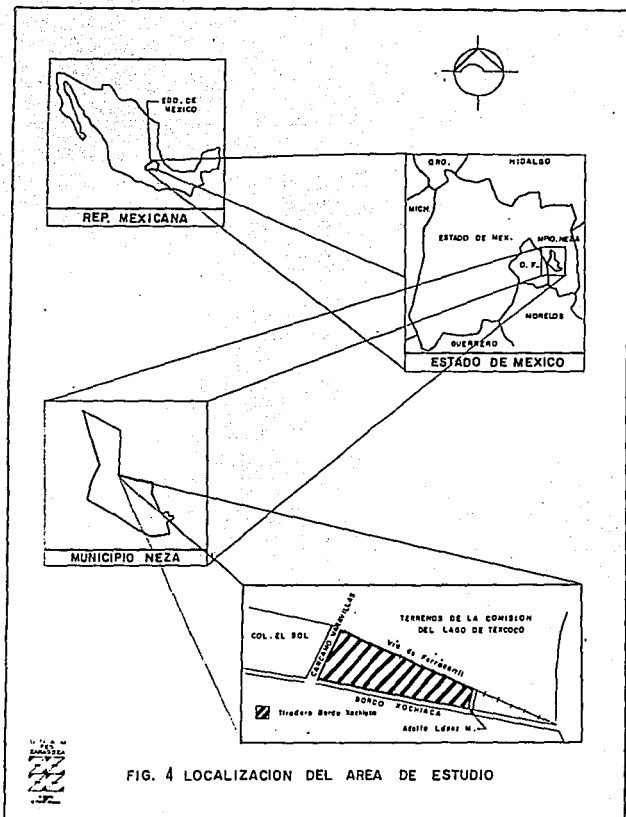


FIG. 4 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

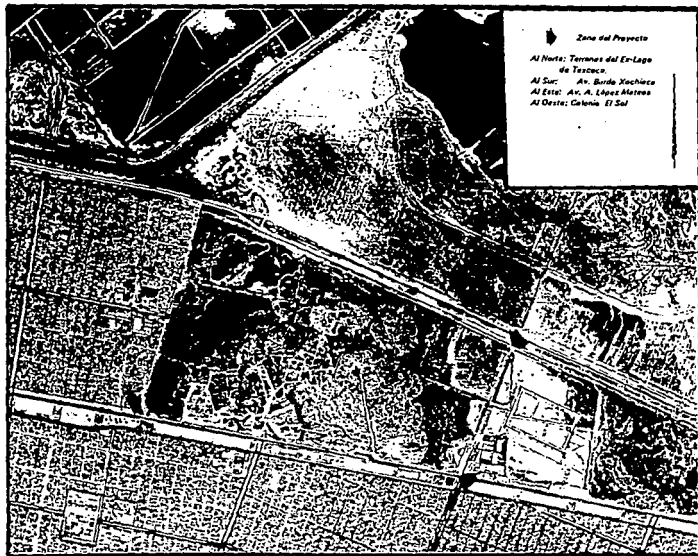
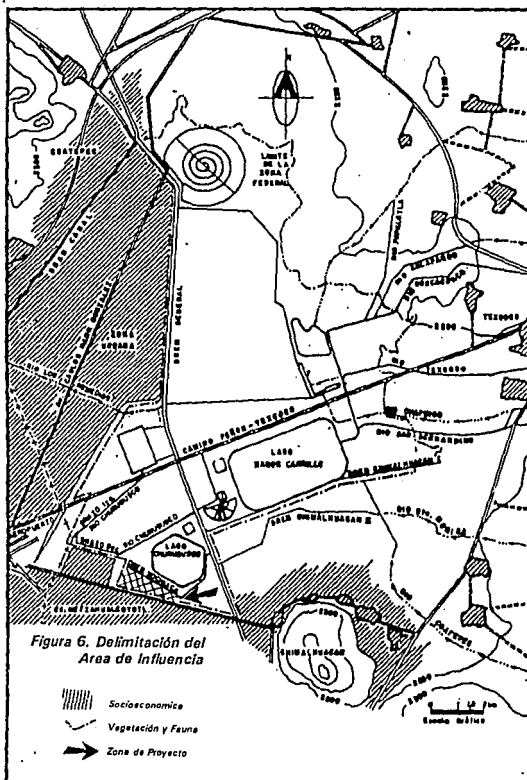


Fig. 5 Ubicación y Colindancias de la Zona de Proyecto.



5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1 CLIMA

Dada la escasa área que ocupa la zona de proyecto, la descripción de los parámetros físicos y biológicos se realizará en función de su área de influencia, la cual se integra en la zona conocida como Ex-Lago de Texcoco; en dicha área se ubican dos estaciones climatológicas, la del Campamento Lago, al centro de la planicie y la de Sosa Texcoco. Además, existen los observatorios climatológicos Aeropuerto, al poniente del lago y Chapingo al oriente. Se han utilizado principalmente los datos de la estación Campamento Lago; cuando el tipo de información no se registra en ésta, se consideran los del Aeropuerto. El observatorio en Chapingo, por encontrarse cerca del pie de monte, no se considera representativo. La información reportada procede del Servicio Meteorológico Nacional de la CNA, de la Gerencia del Proyecto Lago de Texcoco y de la Evaluación Ambiental de la Tercera Etapa del Bordo Poniente.

El clima predominante de la región es seco estepario frío, con lluvias en verano (BSK'w).

Temperatura

Es conocido que la temperatura es un parámetro correlacionado directamente con las características del medio; más aún en el caso de los sitios de disposición final de residuos sólidos, la temperatura influye en la descomposición de la materia orgánica contenida en los mismos.

La temperatura media anual para el periodo 1972 a 1985 fue de 16.0°C, con variaciones anuales de 15.6 a 16.4°C. Los meses más calurosos y más fríos fueron en general, mayo y enero, con temperaturas medias de 18.7 y 12.4°C, respectivamente. La variación mensual se presenta en la Figura 7, cuya oscilación mensual está comprendida entre 12.4 y 18.7°C. Las temperaturas extremas para el periodo indicado fueron de -7°C y 36.5°C. (Datos del Sistema Meteorológico Nacional).

Precipitación

Los registros analizados de las estaciones del Campamento Lago, reportan un promedio anual de 519.3 mm para el periodo 1972-1990. El intervalo de variación está comprendido entre 375 y 700 mm/año, como se muestra en la Figura 8. Uno de los principales parámetros que influye de manera determinante en el desarrollo de un sitio donde se confinan los residuos sólidos es necesariamente la cantidad de agua que pudiera ingresar al mismo.

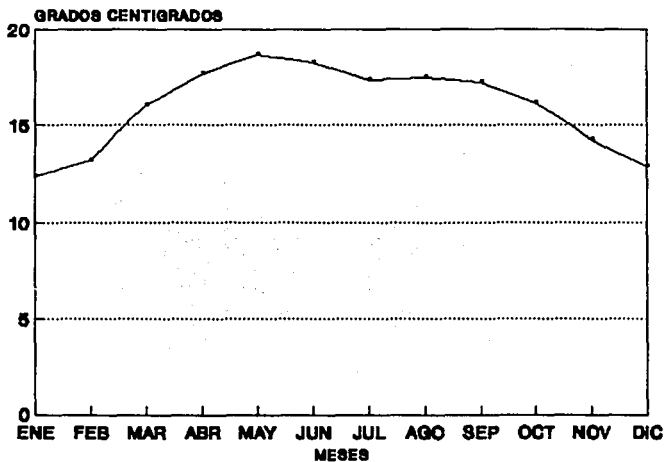
La temporada de lluvias se presenta de mayo a octubre, en que se concentra casi el 90% de la precipitación, mientras que el estiaje ocurre entre noviembre y marzo. En años secos, puede presentarse una ausencia casi total de lluvias en temporada de secas. La oscilación de las precipitaciones mensuales máximas está comprendida en el intervalo 33 a 194 mm/mes y la de las mínimas mensuales entre 0 y 61.2 mm/mes.

Vientos Dominantes y velocidad

De acuerdo a los registros de la estación Aeropuerto, el viento dominante anual durante 1975 a 1986, procedió del NNE (22.5°), que se presenta con una frecuencia del 25% anual. Como codominantes los vientos de dirección NE (45°), con el 15.5% anual. Entre el norte y el este (0 a 90°), se presenta el 64.5% de las direcciones preferenciales.

Para la primavera, los vientos más frecuentes se presentan en las direcciones NNE (22.5°), NE (45°) y ENE (67.5°), con frecuencias relativas de 31.1, 17.3 y 20.8%, respectivamente. Durante el verano, las direcciones predominantes corresponden al NNE (22.5°) y NE (45°) con frecuencias de 41.5 y 24.2%, respectivamente. Finalmente, para el otoño, los vientos dominantes resultan algo dispersos, entre el N (0°) y el SSE (157.5°), con incidencias de 17.9, 25 y 14.3% para el N (0°), NNE (22.5) y SE (135°), respectivamente. La presencia de los vientos dominantes del noreste y alisios, provocan zonas de convección en otoño e invierno.

La velocidad media del viento en el periodo 1975 a 1986 fue de 2.7 km/h, con máximo y mínimo anual de 3.88 y 2.12 km/h, respectivamente. En la región, se registran ráfagas de poca duración, con velocidad cercana a los 80 km/h. En los mismos registros, se presentan un promedio de 52 días con heladas al año, para el mismo periodo, con máximo y mínimo de 66 y 33 días/año.



**Fig. 7 TEMPERATURA MENSUAL
DE LA ZONA DE ESTUDIO**

FUENTE: EST. CAMPAMENTO LAGO, 1972-1985

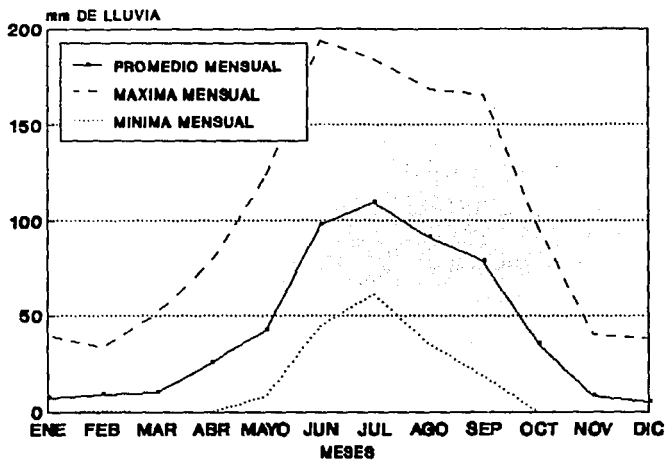


Fig. 8. PRECIPITACION MENSUAL
DE LA ZONA DE ESTUDIO.

FUENTE: EST.CAMPAMENTO LAGO, 1972-1986

Humedad relativa

Los datos analizados referentes a la Humedad Relativa, proceden de lecturas realizadas en el Aeropuerto Internacional, en el lapso 1975 a 1986; para dicho periodo la Humedad Relativa promedio fué de 61.7%, con valores anuales máximo y mínimo de 66.7 y 57.5%, respectivamente. La variación a lo largo del año de la humedad media, queda comprendida entre 48% para marzo y 71.5 para julio. Las humedades medias relativas mensuales máxima y mínima fueron 80 y 38%, respectivamente. Por su parte en la estación Chapingo, el promedio anual resulta también de 61%, por lo que se considera que los valores registrados en estas estaciones, son representativos de la zona de estudio.

Evaporación Potencial

El promedio de la evaporación potencial anual es de 2035 mm, con variaciones entre 1719 y 2341 mm, reportados de 1972 a 1990. Los valores extremos medios mensuales varían entre los 86 y 189.1 mm/mes los mínimos y entre 150.2 y 321.7 mm/mes los máximos.

La evaporación anual real, es del orden de 1445 mm/año, que corresponde a 2.8 veces la precipitación anual.

Presión Atmosférica

La presión atmosférica registrada por el Aeropuerto Internacional, ubicado a la misma elevación topográfica que el Tiradero de Bordo Xochiaca, reporta un valor medio de 782 milibares para el periodo 1975 a 1986, con variaciones entre 781.3 y 782.6 mb, los valores mínimos para este parámetro se reportan en la primavera y los mayores en verano.

Nubosidad e insolación

La información meteorológica registrada en la zona, muestra un total de 129.6 días nublados por año, con valores máximo y mínimo de 197 y 80 días/año, respectivamente. Durante el año, los meses con más días nublados son los del verano y los meses con menor cantidad de nublados corresponden al invierno. La insolación registrada en el Aeropuerto tiene una magnitud media de 2416.5 hrs/año, con valores extremos anuales de 2193.3 y 2675 hrs/año.

5.2 HIDROLOGIA

La Cuenca de México es de tipo endorréica o cerrada, con ríos jóvenes y torrenciales que alimentaban, conjuntamente con múltiples manantiales, los antiguos lagos prehispánicos. La construcción de obras hidráulicas en el pasado para la contención de los lagos primero y para drenaje después, han reducido esos vasos a pequeñas superficies. El crecimiento urbano desde la época náhuatl hasta nuestros días ha obligado a modificar los cauces de las corrientes superficiales y ha configurado un complejo sistema de drenaje combinado, por medio de conducciones que captan y drenan la mayor parte de las aguas residuales y pluviales del Valle de México, descargando de manera artificial los excedentes hacia los ríos El Salto y Salado, tributarios de la Cuenca del río Pánuco, por lo que la Cuenca de México se encuentra hoy integrada a esa corriente que desemboca en el Golfo de México, (IDDF, 1978).

Las obras que descargan las aguas del Valle fueron terminadas en los siglos XIX y XX, en el siguiente orden cronológico: Tajo de Nochistongo (1879), Túneles Viejo y Nuevo de Tequisquiác (1895 y 1952) y Drenaje Profundo (1975) (IDDF, 1978).

Desde el punto de vista hidrológico, el Valle de México se ha dividido en once zonas hidrológicas o subcuencas, con la designación siguiente:

Cuadro 3. Zonas hidrológicas del Valle de México

ZONA	NUMERO	SUP. Km ²
Xochimilco	I	522
Churubusco	II	234
Ciudad de México	III	725
Cuatitlán	IV	972
Pachuca	V	2087
Teotihuacan	VI	930
Texcoco	VII	1146
Chalco	VIII	1124
Apan	IX	637
Tochac	X	690
Tecocomulco	XI	533
TOTAL		9600

Zonas de infiltración

Las zonas de la Cuenca con mayor infiltración, se encuentran representadas por la Sierras Mayores (Nevada, Monte Alto y Chichinautzín) y las Menores (Guadalupe y Santa Catarina). En particular, las de mayor infiltración al acuífero son Chichinautzín y Santa Catarina por estar constituidas por materiales de alta permeabilidad. Las zonas de pie de monte, aunque permiten recarga del acuífero, por sus condiciones de flujo, ésta resulta de menor magnitud. Las zonas bajas lacustres, como la zona de estudio, cubiertas por formaciones arcillosas y la urbanización de la ciudad pueden ser consideradas como prácticamente impermeables y no aportan recarga.

Corrientes superficiales

La zona de estudio pertenece a la subcuenca Texcoco, presenta un área tributaria de 1700 km². Los ríos torrenciales que bajan de la Sierra Nevada, más las aportaciones permanentes del río San Juan Teotihuacan, aportan un caudal medio de 1.47 m³/s.

Resultan de interés para el funcionamiento hidráulico-hidrológico del antiguo Lago de Texcoco, los ríos de la propia subcuenca, el río Churubusco, el de la Compañía y el San Juan Teotihuacan.

A continuación, se describe el funcionamiento hidrológico del Vaso de Texcoco, de acuerdo a como lo plantea Murillo, 1990.

Vaso de Texcoco. Dentro de la Zona Federal del Lago de Texcoco, las aguas residuales provenientes de la Ciudad de México, son conducidas en estiaje a través del Dren General hacia el Gran Canal. En época de lluvias, los escurrimientos de aguas torrenciales y residuales de esas corrientes son regulados en los Lagos Churubusco y Regulación Horaria, así como por el propio cauce del Dren, para posteriormente desfogar en forma controlada hacia el Gran Canal.

Por su parte, los escurrimientos torrenciales de los ríos Coatepec y Santa Mónica, son encauzados dentro del Lago por los drenes Chimalhuacán II y I respectivamente, hasta el Dren General. Los escurrimientos de lluvias de los ríos San Bernardino, Chapingo y Texcoco, son captados por sus respectivos encauzamientos, conducidos por el Colector de los Ríos del Oriente y regulados en el Lago Nabor Carrillo. Los escurrimientos torrenciales de los ríos Coxacoaco, Xalapango y Papalotla, así como los permanentes y de lluvias del San Juan Teotihuacan, son captados y regulados por la Laguna Xalapango, cuyos excedentes pueden ser derivados hacia el Lago Carrillo o al Lago Texcoco Norte y de este último hacia el Dren General.

Parte de las descargas de agua residuales del área de influencia del proyecto, provienen de Ciudad Nezahualcóyotl, son captadas por el Dren Xochiaca en la zona de estudio; y son conducidas al Dren General. Las precipitaciones propias del antiguo lago, escurren con lentitud, por la baja pendiente, hacia drenes de poca capacidad que también descargan al Dren General.

Desfogue del Lago. Las aguas residuales que circulan por la zona en estiaje, son conducidas directamente al Gran Canal, utilizando aproximadamente $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ para tratamiento y reúso. Las avenidas de temporada de lluvias, como se indicó, son reguladas y descargadas mediante la operación de compuertas a través del propio Dren del Valle y el Canal de la Draga al Gran Canal. Las aguas residuales que conduce el Gran Canal, son utilizadas para riego en los estados de México e Hidalgo.

El sistema hidráulico dentro del Lago de Texcoco, ha operado en forma manual desde 1973 y se han presentado algunas contingencias para evacuar las avenidas, que han puesto en riesgo de inundación a la zona conurbada al sur del exlago, principalmente debido a insuficiencia en la capacidad de descarga del Dren General al Gran Canal, ocasionada por el continuo descenso del terreno natural que se presenta al centro de la Zona Federal, que con valor medio de 28 cm/año en el período 1987-1990, ocurre debido al hundimiento regional (Murillo R., Morales R., 1991). Esta condición produce una depresión topográfica en dirección norte-sur entre la compuerta del Pato y el tiradero de Bordo Xochiaca. Por las características de la evolución observadas en el Valle de México para los hundimientos regionales, es de prever que a un plazo mediano, por continuar la subsidencia regional, sumada a los hundimientos que produce la sobrecarga de los rellenos sanitarios en las formaciones compresibles del suelo, el Dren se encontrará sujeto a contrapendientes hidráulicas en el tramo comprendido entre bordo Xochiaca y la compuerta del Pato, lo que reduce su capacidad y en caso extremo evitará el desfogue hacia el Canal del Desagüe. Para solucionar esta situación, se requerirá la construcción de una planta de bombeo con capacidad entre 100 y 150 m^3/s , localizada cerca de la compuerta del Pato.

Zona de inundación

Las aguas residuales del río Churubusco son descargadas a la Zona Federal por bombeo en estiaje, a través de los canales denominados Brazos Izquierdo y Derecho del río Churubusco, que junto con las descargas en Bordo Xochiaca, conducen el agua al Dren General. En temporada de avenidas, la planta de bombeo Churubusco-Lago, de la DGCOH del DDF, puede bombear las avenidas o bien, descargar por gravedad. En época de lluvias, se producen por lo general, inundaciones en la zona de descarga de esa planta, por el lento flujo a través de las conducciones, que provoca el remanso de las

aguas. Además, el hundimiento regional en esa parte del lago, hace perder capacidad de conducción a los canales y Dren General hacia el Gran Canal, por lo que es probable que la zona inundable se amplíe conforme pase el tiempo.

El tiradero de Bordo Xochiaca, se ubica a unos 4 km al sur de la cuarta etapa de bordo poniente la cual a su vez se ubica a unos 2 km al suroeste de la descarga de la estación de bombeo, y según reporta Murillo, F. (1991) podría ser sometida a inundaciones bajo tormentas extraordinarias de la zona metropolitana, o por incapacidad hidráulica de las conducciones dentro del lago, en un plazo relativamente breve. De presentarse lo anterior en una zona tan cercana a tiradero Xochiaca, este también pudiera ser afectado.

Dentro de los cuerpos de agua que se encuentran dentro del área de influencia de la zona de estudios se encuentran los reportados por Murillo (1991), dichos cuerpos son artificiales creados por el hombre para el control de avenidas.

Cuadro 4. Cuerpos de Agua en el área de influencia del tiradero de Bordo Xochiaca.

EMBALSE	CAPACIDAD Millones m ³	SUP. ha	TIPO DE AGUA
Nabor Carrillo	36.00	917	Tratadas y de lluvias
Regulación Horaria	4.50	150	Residuales
Churubusco	5.00	267	Residuales
Texcoco Norte	0.45	45	Residuales y de lluvias
Laguna Xalapango	4.80	214	De lluvia
Lago Recreativo	0.36	29	De pozo
Lagunas Facultativas	0.96	56	Residuales
Caracol Sosa Texcoco	10.80	900	Salmuera
Totales	62.87	2578	

Los anteriores embalses tienen carácter permanente, con variaciones estacionales, excepto el Lago Churubusco y Laguna Xalapango, que tienen como función la regulación de avenidas, de aguas residuales el primero y de aguas de lluvia el segundo.

El Lago Regulación Horaria, que funciona como regulador permanente de las aguas residuales de la zona urbana, presenta condiciones de azolvamiento intenso, del orden del 50%.

El Lago Nabor Carrillo, que opera como regulador y almacenamiento de aguas residuales tratadas y de lluvia de los Ríos del Oriente, por la carga orgánica que recibe, se encuentra en avanzado proceso de eutroficación.

Las aguas de los embalses circundantes a la zona de interés, tienen usos diversos. El almacenamiento del Lago Carrillo es para riego agrícola y permite además usos recreativos, producción piscícola y es utilizado por las aves migratorias como lugar de estancia temporal y reproducción, principalmente en el invierno.

El Lago Recreativo, además de la función que indica su nombre, permite la piscicultura y la reproducción de la fauna nativa y visitante de la región. Las Lagunas Facultativas, corresponden a una planta de tratamiento de aguas residuales por medios naturales (luz solar), con capacidad de 500 lps. La Laguna Xalapango, además de ser un vaso regulador, permite la conservación de las condiciones bióticas naturales para la preservación de la flora y fauna típicas del exlago de Texcoco y sus aguas se utilizan en riego de praderas.

Los Lagos Norte, Churubusco y Regulación Horaria son vasos de regulación y sus aguas residuales y pluviales son utilizadas parcialmente para tratamiento (1.5 m³/s), los volúmenes excedentes son descargados fuera del exlago. Por último, el Caracol de Sosa Texcoco, es una instalación industrial (evaporador solar), para concentrar las sales de aguas subterráneas extraídas por bombeo y producir álcalis y productos industriales diversos.

En los lagos Recreativo, Nabor Carrillo y Laguna Xalapango, además de ser vasos de almacenamiento y regulación, son sitios de reposo de aves migratorias, principalmente patos y pelícanos.

Drenaje subterráneo

Las condiciones de flujo en el subsuelo han sido estudiadas por diversos medios, principalmente del tipo geofísico, mediante prospecciones en la zona lacustre en diversas ocasiones.

Por medio de refracción sísmica, se han registrado cuatro mantos sísmicos: el primero, con espesor de 30 m al centro del lago, corresponde a la Formación Superficial y

Formación Arcillosa Superior; su espesor disminuye hacia el norte; tiene una velocidad de propagación de ondas compresionales (P) de 600 a 900 m/s.

El segundo estrato tiene una velocidad de 1700 m/s y profundidad de 30 a 480 m al centro de la región (PP1), reduce su potencia al norte y corresponde a los depósitos lacustres y aluviales constituidos por la Formación Arcillosa Inferior, Depósitos Profundos y Serie Estratificada.

El tercer manto, está conformado por las formaciones volcánicas del Oligoceno y Mioceno, con velocidades de 2200 a 3100 m/s y lo constituyen corrientes lávicas, tobas y aglomerados; se localiza de 480 a 1450 m de profundidad al centro del Lago; su potencia se reduce al norte y aumenta al sur.

Finalmente, el cuarto cuerpo sísmico tiene velocidad mayor de 4500 m/s y aparece a una profundidad de 700 m al norte y a 1450 m hacia la zona central. Estos estudios sísmicos fueron realizados por Proyecto Texcoco (SHCP, 1969).

La parte superior del sistema hidrogeológico está formada por un acuitardo de origen volcánico-lacustre de arcillas, arenas limosas y horizontes de vidrio volcánico, con espesor de 40 a 90 m, tiene drenajes vertical y horizontal muy lentos, por lo que no permite la recarga con aguas. Los diversos estratos que componen este paquete de suelos se han descrito en incisos anteriores. Se han propuesto varios modelos matemáticos para tratar de reproducir el comportamiento de esta combinación de estratos arcillosos y arenosos, principalmente por investigadores de los Institutos de Ingeniería y Geología de la UNAM.

Bajo los sedimentos lacustres, se ubican los mantos aluviales, que se alimentan por flujo horizontal, a través de estratos permeables de origen volcánico, con la recarga que se presenta en las zonas montañosas y de transición.

Subyaciendo los mantos anteriores, se presenta el límite del acuífero, cuyo comportamiento no es del todo conocido.

El acuífero de la Cuenca de México, se encuentra sometido desde principios del presente siglo a explotación. A partir de aproximadamente la mitad de este siglo, se encuentra intensamente sobreexplotado, considerando que la extracción es poco más del doble de la recarga. Este déficit hidrológico se manifiesta como un continuo descenso de niveles piezométricos y los consecuentes problemas de hundimiento de las antiguas zonas lacustres mencionados con anterioridad. En sitios localizados al centro del Lago de Texcoco, desde 1967 (Murillo y Morales, 1991). Se aprecia claramente las

evidencias de la sobreexplotación del acuífero por el continuo descenso piezométrico en los estratos permeables.

En el lapso 1967 a 1990, se observa que el nivel freático se comporta como un manto colgado, por no seguir el descenso de los niveles profundos y sólo manifiesta variaciones estacionales. El estrato semipermeable a 35 m de profundidad o Capa Dura, presenta pequeñas variaciones en el mismo periodo, principalmente debidas a efectos locales.

Se considera que el grado de aprovechamiento del acuífero del Valle de México continuará con la misma intensidad o incluso podría aumentar (Murillo, 1990). Por estas condiciones, es de suponer que el flujo en los estratos de mayor permeabilidad (Capa Dura y Depósitos Profundos o acuífero), es predominantemente horizontal debido a la extracción en pozos para abastecimiento; al disminuir el nivel piezométrico en estos estratos, aumenta el gradiente hidráulico entre las capas permeables y las arcillosas o acuitardos lacustres, lo que genera un flujo vertical hacia las formaciones en explotación. Esta situación provoca cuatro efectos principales: el arrastre de agua fósil salobre de las arcillas hacia el acuífero, reduciendo su calidad al aumentar el contenido de sales, hierro y manganeso; la migración horizontal de aguas salobres de menor calidad dentro del acuífero hacia las zonas en explotación intensa (v.g. del Lago de Texcoco hacia la periferia); la consolidación de las formaciones arcillosas que se manifiesta como hundimiento regional; y el agrietamiento en las fronteras de la antigua zona lacustre.

Funcionamiento hidrogeológico de la Cuenca del Valle de México

El modelo de funcionamiento hidráulico de los acuitardos arcillosos superiores y del acuífero que los drena, ha sido recientemente revisado, debido a que en el exlago es evidente la existencia de grietas superficiales por secado, por lo que Rudolph, et al (1989), consideran que la disminución en la salinidad en los pozos de Sosa Texcoco es ocasionada por la penetración de agua de lluvia a través de grietas verticales que alcanzan los estratos permeables, explotados por esa empresa (30 y 55 m de profundidad). Al respecto, conviene mencionar que en la formación del Lago Nabor Carrillo por bombeo en 180 pozos de 60 m de profundidad entre 1973 y 1978, se registró una disminución de los sólidos disueltos en las aguas subterráneas alumbradas, de 11000 a 7000 ppm, lo cual fue atribuido a que por los descensos piezométricos en el campo de pozos (30 m), se produjo en el acuífero un flujo horizontal hacia la zona bajo bombeo que arrastró aguas de menor salinidad de la zona de Chimalhuacán. La condición de suponer continuidad en las formaciones arcillosas superficiales tampoco es aceptable, debido a la existencia de agrietamiento, por lo que el modelado de

Geoingeniería Internacional (1992), considerando la zona superior agrietada y sin grietas a mayor profundidad, es una mejor aproximación a las condiciones reales. Existe evidencia de agrietamiento a 30 o más metros de profundidad; sin embargo, no se ha demostrado que exista comunicación directa en el sentido vertical, puesto que las teorías existentes (Juárez, 1959), estiman profundidades del orden de 20 m en los agrietamientos. Conviene considerar que existe una capa arenosa continua que se localiza entre 8 y 14 m de profundidad, que podría funcionar como rompedora de capilaridad y por lo tanto, evitar la generación de grietas por tensión bajo ella.

La migración de las aguas del Lago de Texcoco en el acuífero, en el sentido horizontal, resulta en general del centro hacia los alrededores, como fue determinado inicialmente por Proyecto Texcoco (Murillo, 1991), situación verificada en la zona agrícola entre el Lago y la Sierra de Río Frío por la SRH (1972). Por las condiciones de explotación del acuífero en la Zona Federal, con un caudal cercano a 0.5 m³/s, que es de magnitud notablemente inferior a la explotación periférica para fines de abastecimiento y riego, es más probable que el flujo suceda del centro del Lago de Texcoco hacia sus alrededores. Evidencias de esta situación son los mayores hundimientos registrados en las ciudades Nezahualcóyotl y Azteca, al sur y poniente del exvaso, con valores de hundimiento regional del orden de 40 cm/año, contra 28 cm/año en el exlago.

Calidad del agua subterránea

El estudio de mayor amplitud sobre las aguas subterráneas de la región fue realizado por Proyecto Texcoco (SHCP, 1969) y comprendió el muestreo de 235 pozos en la periferia del lago y el análisis de las aguas en pozos profundos. Además del estudio de las aguas subterráneas al oriente del antiguo vaso realizado por la SRH en 1972, Estudios y Proyectos Moro S.A., realizó algunos análisis en 1992 en dicho documento, se reportan sólidos disueltos en concentraciones que varían en el rango de 230 a 427 ppm, en el sur y suroeste entre 232 y 852 ppm y en el noroeste, entre 427 y 1613 ppm.

La descripción de la calidad de los cuerpos que circundan la zona de estudio, refieren de alguna manera las características del sitio y sus implicaciones.

Para el lago propiamente dicho, se encontró que las aguas contenidas en las arcillas, de 0 a 90 m de profundidad, son saladas con un contenido medio de sólidos disueltos de 54 000 ppm; Rudolph, et al (1989), reporta 80 500 ppm de alcalinidad total y Estudios y Proyectos Moro de 90 000 ppm.

Las capas permeables entre 90 y 150 m de profundidad están constituidas por arenas finas, con salinidad de 2000 ppm.

Los estratos permeables entre 500 y 1600 m al centro del vaso, son muy potentes y su contenido salino medio en las aguas del pozo PP1, entre los 213 y los 1844 m de profundidad fue de 1600 ppm. (SHCP, 1969; Hiriart y Graue, 1969).

En pozos con profundidad media de 30 m (Marsal y Graue, 1969), la zona de mayor concentración salina, denominada "cogollo" por el personal de Sosa Texcoco, se localiza al sur del evaporador solar. A mayor profundidad (60 a 80 m), la mayor concentración salina se desplaza unos 3 o 4 km al sur de la anterior. Los estudios de EP Moro (1992), señalan que los pozos del municipio de Nezahualcóyotl se encuentran en el rango de potabilidad, contrariamente a lo que era de esperar, por la calidad registrada en 1969 y el deterioro general de la calidad de las aguas subterráneas del Valle de México. Para la Zona Federal del Lago de Texcoco, se reportan variaciones de salobre a dulce en el pozo PP1, de salobre a salada en el PP3, agua salada en los pozos PA2, PA3 y PP1 y agua dulce en los pozos CLT3 y CLT4.

El pozo CLT4 en Chimalhuacán presentaba hace cinco años 800 ppm de sólidos disueltos, el PP1 al centro de la planicie lacustre más de 1000 ppm, el PA2 2000 ppm (CNA Texcoco, 1992), por lo que es conveniente verificar la información mencionada para Ciudad Nezahualcóyotl.

Localización de pozos

Existen dentro de la zona de influencia del tiradero de Bordo Xochiaca, esto es en la Zona Federal más de 350 pozos, que extraen agua para diversos fines. La mayor parte son propiedad de Sosa Texcoco, que explota más de 300 con profundidades de 30 y 60 m (Murillo et al, 1991). Otros pozos, corresponden a los perforados por Proyecto Texcoco de 1967 a 1969, algunos de ellos se encuentran cancelados y sellados, mientras que otros obstruidos total o parcialmente y fuera de uso; algunos otros se encuentran en operación los cuales abastecen con agua salobre a estanques piscícolas y al vivero forestal o al Lago Recreativo, para conservar el hábitat de especies animales de la región y la producción de peces.

Existen dos pozos (CLT1 y CLT3) ubicados al oriente del Lago Carrillo y el CLT4 al sur, los cuales tienen una profundidad de 200 m. Los dos primeros se emplean eventualmente y el último fue cedido en 1991 a los habitantes del municipio de Chimalhuacán para abastecimiento de agua potable.

Entre el Lago Nabor Carrillo y la planta de tratamiento de lodos activados (PTAR), se localizan los pozos RA1, RA2 y RA3, de 200 m de profundidad, que se utilizan en un programa experimental de recarga de acuíferos.

Dentro de la zona inundada del Lago Carrillo, existen 11 pozos en explotación continua, de 400 m de profundidad con ademe ranurado entre los 300 y 400 m, que suministran agua al oriente de la Ciudad de México a través del acueducto Texcoco-Peñón. Sobre el trazo de esta conducción, se perforaron aproximadamente 7 pozos de iguales características a los del Lago Carrillo, que son infraestructura de reserva para posibles eventualidades en el sistema de suministro a la parte oriente de la gran metrópoli. Es importante mencionar que son estas zonas el área de influencia de Tiradero de Bordo Xochiaca.

Murillo 1991, reporta que en la Zona Federal, se han realizado más de 200 exploraciones geológicas y geotécnicas, por Proyecto Texcoco, SRH-SARH, SCT, DDF, ASSA, etc., que en muchos casos no fueron obturadas, por lo que existe el riesgo de que continúen abiertas.

Actualmente, se encuentra en estudio los posibles mecanismos de migración y transformación de los lixiviados a través de las formaciones arcillosas, desde los rellenos sanitarios al acuífero. Se considera que una posible trayectoria del flujo de lixiviados, además de las consideradas, sería por medio de flujo horizontal superficial o a través de una grieta de secado cerca de la superficie, hasta alcanzar un pozo o el barreno sin obturar de una exploración, por lo que los lixiviados seguirían una trayectoria vertical por el interior del pozo o a través de su filtro permeable. Aunque Murillo y Morales 1991, reporta que es práctica común en el Valle de México realizar la cementación tipo Halliburton de la parte superior de los pozos, conviene tomar en cuenta que el hundimiento regional hace emerger el ademe de los pozos profundos y este desplazamiento rompe la adherencia entre el suelo arcilloso y el concreto de la cementación, o entre el terreno y el ademe ciego y ésta frontera es una trayectoria potencial del flujo.

El mecanismo de migración de lixiviados sería a través de estratos horizontales permeables alimentados con lixiviados por grietas verticales superficiales.

Los pozos citados se encuentran dentro de la zona de influencia del Tiradero de Bordo Xochiaca, ya que propiamente en el sitio no se cuenta con registros de pozos perforados o en estudio; sin embargo, la información referida puede extrapolarse para interpretar el comportamiento del sitio como zona colindante a los terrenos de la Zona Federal.

5.3 GEOLOGIA.

De acuerdo a lo reportado por Murillo (1991), la zona de estudio se representa por cuatro unidades geoelectricas las cuales las describe de la siguiente manera:

La unidad geoelectrica 1 es una formacion superficial, de uno a diez metros de espesor; corresponde a la capa esencialmente arcillosa de alteracion superficial y se encuentra saturada con agua salobra presentado concentraciones salinas de 100 mg/l y hasta 54 000 mg/l, es decir, casi tres veces mas que las del agua de mar.

La unidad geoelectrica 2 tiene un espesor de 60 m, con minimos de 20 y maximos de 80 m. Es predominantemente arcillosa y el sitio se comporta como acuitardo. El agua que satura es salada, entre los 5000 y los 10000 mg/l.

La unidad geoelectrica 3 se encuentra constituida por un aluvion limo-arenoso. Tiene un espesor de 300 a 500 m y geohidrologicamente corresponde al principal acuífero de la region, el cual se caracteriza por presentar agua de mediana calidad, con una concentracion salina de alrededor de los 2000 mg/l.

La unidad geoelectrica 4 corresponde a tobas y margas que varian de compactas a semicompactas, de baja a nula permeabilidad, las cuales constituyen el basamento del principal acuífero que existe en la zona.

De acuerdo a lo que reporta Tlalli (1983), citado por Murillo, 1991, se determino la existencia de arcillas intercaladas con arenas y cenizas volcanicas. Existe una "Capa dura" de aproximadamente 1.5 m de espesor que se encuentra en los 38 y 42 m de profundidad. El nivel freatico fluctuo entre 2.5 y 3.3 m.

5.4 SUELOS

- Características del suelo

El tiradero de Bordo Xochiaca, forma parte de la Planicie lacustre de Texcoco, sus suelos son de origen volcanico - lacustre, producidos por la hidratacion de cenizas en aguas someras de alta salinidad, que produjeron una rapida flocculacion y sedimentacion que resulto en arcillas de los tipos montmorillonitico e ilitico con pobre estructuracion cristalina. Algunas efusiones piroclasticas de materiales de mayor tamaño (Lapilli) en el Cuaternario, produjeron horizontes delgados de vidrio volcanico, con presencia de arenas. En épocas de retraccion de los cuerpos de agua, las cenizas volcanicas se depositaron por el viento en ambientes secos, así como en el pie de monte, formando

tobas de diversa compacidad, que cuando se localizan a profundidad en las zonas lacustres se denominan "capas duras", por su mayor consistencia que las formaciones arcillosas. Hacia la periferia del lago, las corrientes torrenciales depositaron aluviones finos, interdigitados con las arcillas lacustres y tobas. En los últimos dos siglos, con la disminución de las zonas lacustres del Valle de México, se ha presentado una ligera depositación de suelos edólicos que rellenan parcialmente las fisuras superficiales de las arcillas. Los suelos edólicos están representados por limos y arenas finas primordialmente y no existe una acumulación superficial de importancia.

Los suelos de la planicie en Texcoco, son franco arcillosos, cuya unidad edáfica corresponde a la solonchak, tipos gleyco y órtico. Son suelos profundos con texturas de medlas a pesadas, ricos en limos con lentes arenosas, de muy lento drenaje horizontal y vertical. Su permeabilidad en laboratorio resulta de 3.5×10^{-8} cm/s la vertical y de 3.8×10^{-8} cm/s la horizontal (Tlall, 1983). La permeabilidad secundaria, asociada a microfisuramiento, resulta mayor, con valores máximos de 1×10^{-5} cm/s para los metros superiores afectados por grietas verticales producto de la desecación.

Las reducidas pendientes y las condiciones de drenaje interno de los suelos ocasionan la formación de superficies de inundación en época de lluvias, mismas que se pierden en su totalidad debido a la diferencia tan notable entre precipitación y evaporación, quedando en la superficie como residuo seco, las sales del agua evaporada, a las que se agregan sales que ascienden por efectos capilares desde la zona saturada, lo que forma, en temporada de secas, precipitaciones de carbonatos, bicarbonatos y cloruro de sodio (tequesquite).

El agua intersticial de estos suelos es orgénica, con altos contenidos salinos, por lo que resultan ser salino - sódicos, con altos valores de conductibilidad eléctrica (hasta 100 mmhos/cm), altos valores de alcalinidad, con pH de 9 a 11 y alto porcentaje de sodio (Na) intercambiable ($> 15\%$). La capa superficial, con espesor entre 1 y 10 m, se encuentra saturada con agua salobre que posee concentraciones salinas de 10 000 mg/l y máximas hasta 54 000 mg/l en el líquido producto del exprimido del suelo, es decir, casi tres veces la concentración del agua de mar, aunque con diferente composición. Las resistividades de esta formación varían de 0.1 a 10 ohms/m (Murillo y Morales, 1991).

Los sedimentos superficiales naturales, son de consistencia muy blanda, de lustre grasoso y partículas menores a 0.074 mm por lo que corresponden a arcillas y coloides por sus dimensiones; muestran una textura lisa en cortes frescos y terrosa en cortes interperizados por secado, con tonalidades variables de amarillento a parduzco. La

estructuración física es del tipo floculenta, con porosidad mayor a 95 % (Murillo, 1978).

Desde el punto de vista de la mecánica de suelos, se clasifican como arcillas y limos inorgánicos de alta compresibilidad o deformabilidad.

- Uso actual del suelo

Los suelos lacustres de la región, por su alta salinidad y sodicidad, tienen escaso uso agrícola desde el punto de vista económico, aunque se ha desarrollado en ellos, de manera inducida, praderas de pasto salado. Se ha logrado producir en forma experimental hortalizas y gramíneas; sin embargo, debido a los altos costos para hacer productivos estos suelos, resulta de poco interés comercial. Los pastizales tienen como función ambiental para la zona metropolitana de la ciudad de México, formar una cobertura vegetal del suelo para evitar el arrastre de polvos por el viento hacia la Gran Urbe. Para conservación y aporte de materia orgánica a los pastos, se realiza el pastoreo con unas 2000 cabezas de ganado vacuno, que aprovecha los pastos para suministro de fibra en su dieta.

Por su inestabilidad volumétrica ante los cambios de humedad y su consistencia muy blanda en estado natural, los suelos del lago de Texcoco no son aprovechables como material de construcción.

De acuerdo con Rivas (1991), en la zona de estudio no se encuentra material mineral derivado de las rocas del área, ya que toda la superficie ha sido cubierta por residuos, los cuales contienen grandes cantidades de materiales inertes difícilmente degradables, como el plástico, vidrio, latas y tela, además de que la materia orgánica se encuentra acumulada en grandes cantidades con respecto a la superficie que ocupa, por lo que su degradación es más lenta, por lo cual no se puede considerar que en el área de proyecto exista un suelo propiamente dicho, por lo que, para condiciones de su referencia lo determinan como sustrato.

El análisis del sustrato en el tiradero de Bordo Xochlaca que reporta Rivas (1991) indican altas concentraciones de sales llegando a casos extremos lo que se refleja en la conductividad, altas concentraciones de materia orgánica. Valores de sodio por encima de los valores reportados como normales, concentraciones de cadmio, zinc y hierro por encima de los reportados para suelos naturales.

Uso potencial del suelo

Dentro de los usos de suelo en el área de influencia del tiradero, se ha considerado a futuro, la creación de otros vasos artificiales de regulación y almacenamiento, la construcción de plantas depuradoras de aguas residuales urbanas con capacidad total de 12 m³/s, así como la ejecución de obras hidráulicas de variada índole (SARH, 1981).

Se han mencionado también, como proyectos de la SCT, la ampliación del Aeropuerto Internacional, que fue iniciada en 1980 y suspendida en 1982, dejando obras inconclusas en parte de la Cuarta Etapa de Bordo Poniente.

Desde 1981, el DDF realiza la disposición de residuos municipales en tiraderos y rellenos sanitarios, situación que se considera continuará hasta finales del presente siglo.

Específicamente para Bordo Xochilaca se planea suspender definitivamente el tiro de basura, por lo cual se proyecta utilizar a plazo corto la zona como sitio de recreación y esparcimiento. Esto es de acuerdo al proyecto del Ayuntamiento de Ciudad Nezahualcoyotl, se construirá una unidad deportiva que contará con las siguientes áreas y servicios: construcción de canchas de fútbol rápido, fútbol soccer, basquet bol, pistas de atletismo, cabañas, introducción de especies vegetales para áreas empastadas y de ornato, además de un gimnasio magno dadas sus dimensiones. También contará con áreas de oficinas, servicio sanitario y casetas de vigilancia.

5.5 GEOMORFOLOGIA

En la región se presentan tres unidades geomorfológicas representadas la primera o montañosa, por las Sierras de Río Frío o Nevada, Santa Catarina y Guadalupe, al este, sur y norponiente respectivamente, de la zona de interés. Son el resultado de procesos volcánicos efusivos de las fases volcánicas, con elevaciones superiores a los 2400 m.

La Sierra de Río Frío, alcanza elevaciones algo mayores a los 5,200 m en el Ixtaccihuatl, con pendientes medias entre 8 y 13%, con zonas locales en que existen pendientes mayores a 60%. La Sierra de Guadalupe tiene dirección N-S con elevación mayor a los 3000 m y pendientes similares a la de Río Frío. La Sierra de Santa Catarina, que cierra el antiguo vaso de Texcoco al sur, presenta dirección E-W, con alturas algo mayores a los 2700 m y pendientes entre 5 y 15%, con máximos de 45%.

La segunda unidad está representada por la zona de lomeríos o piedemonte, comprendida entre las elevaciones 2250 a 2400 m y se encuentra constituida por los abanicos aluviales de las corrientes superficiales y depósitos de materiales piroclásticos (tobas). Hacia el este tiene una amplitud de 5 km y hacia el noreste y norte se amplía a más de 20 km; en la vecindad con la Sierras menores de Guadalupe y Santa Catarina, se manifiesta una reducción de su amplitud, por lo que presenta transiciones abruptas entre la zona montañosa y la planicie, con amplitudes menores a 2 km. Las pendientes de esta unidad son reducidas, entre 2 y 15%.

La última unidad geomorfológica corresponde a la zona baja o planicie, conformada por sedimentos lacustres producto de la sedimentación en aguas tranquilas de cenizas volantes, donde se hidrataron, así como por depósitos fluviales de tamaño inferior a las arenas. Esta unidad es la que se localiza en el tiradero de Bordo Xochiaca.

La zona baja corresponde al depósito de los agentes hidráulicos erosivos de las dos unidades anteriores y se localiza entre las elevaciones 2230 m (fondo del Valle) y 2250 m, con pendientes casi nulas (< 1%), por lo que antiguamente eran zonas de inundación, actualmente desecadas por diversas obras de desagüe de la cuenca. Existen en el exlago de Texcoco diversos cuerpos de agua artificiales y semia artificiales, constituidos por depresiones topográficas, excavaciones y confinamientos mediante bordos (recordemos que Bordo Xochiaca fué construido para el control de avenidas), que constituyen el actual sistema hidráulico de esta región, que es alimentado por aguas brancas de la Sierra Nevada, así como por aguas residuales de la zona urbana de la ciudad de México, de cuyo sistema hidráulico forma parte (Murillo, 1991).

5.6 VEGETACION Y FLORA

El estudio de la vegetación es de suma importancia ya que es parte esencial del ecosistema de una localidad, también es muy significativa, sobre todo en zonas donde el sensible equilibrio del medio se encuentra perturbado, como lo son las comunidades urbanas, donde la mayor parte de la vegetación es inducida; es decir son especies que no son originarias del lugar y que permanecen en el sitio por intervención humana. Este tipo de vegetación podrá ser típicamente encontrada en las zonas densamente pobladas.

Durante mucho tiempo, el último factor que se tomó en cuenta en una obra fue la vegetación, actualmente parte fundamental de todo estudio de impacto ambiental es el establecimiento de la perturbación que la vegetación pueda sufrir por la realización de una obra. Más aún cuando en el área de estudio pueda existir vegetación natural, como es el caso de las zonas perimetrales de la Ciudad de México.

El estudio de cualquiera de los sistemas mencionados resultará de sobremanera importante, sobre todo porque la vegetación:

- Contribuye a la regulación de la temperatura.
- Reduce el polvo y la fuerza del viento.
- Actúa como barrera filtrante del aire contaminado.
- Forma barreras natural y de amortiguamiento del ruido.
- Suministra espacios (hábitats) para aves y otros animales silvestres que pueden vivir dentro o cerca de las ciudades.
- Genera lugares para la recreación y el esparcimiento.
- Actúa como medio para el descanso y la relajación.
- Mejora la imagen urbana.
- Contribuye a la presencia de precipitación.
- Contribuye a mejorar la cantidad de oxígeno y humedad ambiental.

En la Ciudad de México, como en muchas otras en el mundo, la vegetación natural ha sido desplazada por enormes áreas de concreto. El modificar de tal forma el hábitat natural de una urbe ha ocasionado serios trastornos. Sin embargo, en algunos lugares periurbanos de la Ciudad de México aún existe vegetación endémica y pueden reportarse especies en peligro de extinción (Rapaport, 1983).

DESCRIPCION DE LA VEGETACION EN LA ZONA FEDERAL.

De acuerdo con la clasificación que Rzedowski hace para las comunidades vegetales de la República Mexicana, en la Zona Federal del Lago de Texcoco pueden observarse dos tipos de vegetación: la vegetación halófila y la vegetación acuática y subacuática (Rzedowski, 1978).

Vegetación halófila .

La comunidad formada por la vegetación halófila, es la mejor distribuida en la Zona Federal del Lago de Texcoco es una comunidad sumamente agresiva, y de acuerdo con Rzedowski (1957), es la primera colonizadora de los terrenos emergidos del Lago de Texcoco. Su gran tolerancia a la elevada salinidad de los suelos y a las frecuentes inundaciones, se debe predominantemente a las adaptaciones que la especie dominante *Distichlis spicata* (pasto salado), presenta a estos factores; que son los que limitan principalmente la distribución de las especies vegetales a este ambiente.

A pesar de que esta comunidad vegetal esta compuesta esencialmente por especies nativas, en parte importante de la superficie se ha visto inducida por medio del lavado superficial de los suelos y la siembra de *D. spicata*. De esta manera, su distribución referida por Rzedowski (1957) como periférica a la porción desértica del lago de Texcoco, se ha modificado con su expansión artificial, hasta cubrir la mayor parte de la Zona Federal por lo que en la actualidad, no es posible distinguir los espacios propiamente naturales de aquellos que han sufrido alguna forma de manejo por el hombre. (D.D.F. 1993).

Además de *D. spicata*, existen en esta comunidad otros elementos florísticos halófitos en su mayoría, pero con una distribución significativamente menor, los cuales se distribuyen de acuerdo con las características de salinidad y humedad de los suelos.

Entre las gramíneas destacan además de *D. spicata* que es dominante, *Eragrostis obtusiflora* y *Hordeum jubatum*. Las plantas crasas a su vez están representadas principalmente por *Suaeda nigra*, *Chenopodium mexicana*, *Triathema portulacastrum*, *Sesuvium portulacastrum*, *Atriplex muricata*, *Heliotropium curassavicum*. En el grupo de las herbáceas hay predominio de *Gnaphalium sp.*, *Aster subulatus*, *Tagetes tenuiflora* y *Bidens pilosa*.

Distribución y Dominancia de Especies.

La comunidad halófila ocupa prácticamente toda el área cubierta con vegetación terrestre, con excepción de la vegetación palustre que ocupa porciones mínimas de terreno.

De acuerdo con Chávez et al (1985), se estima que la comunidad halófila cubre un 78% del total de la Zona Federal del Lago de Texoco, cuya superficie total es de 11,200 hectáreas. Un 16% aproximadamente lo constituyen los diferentes embalses artificiales, y el 6 % restante corresponde a terreno desnudo, el cual durante la temporada de lluvias se inunda formando charcos que constituyen hábitat de importancia significativa para las aves acuáticas que habitan en este sitio tanto de manera estacional, como permanente.

La variabilidad en la salinidad de los suelos así como la presencia de embalses, canales y zanjas, generan condiciones ambientales diferentes a las que responde la composición florística de la comunidad halófila, por ejemplo, se presenta la vegetación de llanura que se distribuye en porciones de terreno, donde la salinidad es mas extrema o, por otro lado, se encuentra una forma de agrupación que se distribuye en suelos con mayor humedad y menor salinidad, ya sea que éste último factor corresponda a la condición natural del suelo o porque ésta condición haya sido modificada por medio del lavado o la importación de suelos. Dentro de este último caso Chávez et al (1985) reporta las siguientes especies:

<u>Juncus balticus</u>	<u>Hordeum jubatum</u>
<u>Atriplex muricata</u>	<u>Eragrostis obtusiflora</u>
<u>Chenopodium mexicanum</u>	<u>Sesuvium portulacastrum</u>
<u>Heliotropium curassavicum</u>	<u>Trianthema portulacastrum</u>

El mismo autor refiere que la vegetación que crece en asociación a zonas de mayor humedad, ya que a pesar de su escasa distribución y el hábitat influido constantemente por el hombre, su aporte a la riqueza florística de la Zona Federal del Lago de Texoco es importante. Es así que en ese tipo de vegetación se observan elementos tanto de la vegetación acuática como de la vegetación de llanura. De acuerdo con Cruickshank (1981), tiene especies leñosas como:

<u>Aster subulatus</u>	<u>Nicotiana glauca</u>
<u>Buddleia cordata</u>	<u>Solanum nigrum</u>
<u>Buddleia sessiflora</u>	<u>Haplopappus venetus</u>
<u>Datura stramonium</u>	<u>Baccharis glutinosa</u>

y herbáceas como:

<u><i>Atriplex muricata</i></u>	<u><i>Juncus balticus</i></u>
<u><i>Lepidium virginicum</i></u>	<u><i>Cyperus spectabilis</i></u>
<u><i>Malva parviflora</i></u>	<u><i>Chenopodium macrospermum</i></u>
<u><i>Polygonum aviculare</i></u>	<u><i>Chenopodium murale</i></u>
<u><i>Polygonum punctatum</i></u>	<u><i>Coniza sophiaefolia</i></u>
<u><i>Rumex crispus</i></u>	<u><i>Rumex flexicaulis</i></u>
<u><i>Distichlis spicata</i></u>	<u><i>Sisymbrium irio</i></u>
<u><i>Echinochloa crus-galli</i></u>	<u><i>Sphaeralcea angustifolia</i></u>
<u><i>Echinochloa crus-gallis</i></u>	<u><i>Taraxacum officinale</i></u>
<u><i>Heleocharis dombevana</i></u>	<u><i>Verbena carolina</i></u>

Muchas de estas especies son nativas y se propagan en forma natural, pero muchas otras son introducidas, ruderales o arvenses, y algunas propagadas en forma artificial.

Vegetación acuática y subacuática.

En la vegetación acuática y subacuática se integran las comunidades vegetales cuya composición florística está representada por especies ligadas al medio acuático, o bien a suelos saturados permanentemente con agua. En general se encuentran dispersas y con una distribución limitada, siendo los tulares las agrupaciones más conspicuas con *Scirpus* spp. y *Typha angustifolia* como especies dominantes.

La vegetación acuática abundante en otros tiempos en el Lago de Texcoco, presenta en la actualidad una distribución restringida, debido a la falta de hábitat adecuado. La desecación del lago así como la continua alteración que las obras agropecuarias y de ingeniería hidráulica imponen a los cauces y encharcamientos en esta localidad, son los factores que han limitado su distribución natural hasta reducir su presencia a una expresión mínima dentro de la Zona Federal.

Los únicos sitios en la Zona Federal del Lago de Texcoco que sostienen vegetación acuática fanerógama son los canales que conducen aguas negras durante todo el año, así como los diferentes embalses artificiales a los que se les denomina lagos Churubusco, Recreativo, Xalapango y Nabor Carrillo. (Huerta, L. y Arreola, N., 1983, citado por Chávez, 1984).

La vegetación acuática predominante son los tulares: *Scirpus californicus*, *Scirpus paludosus* y como especie dominante *Typha angustifolia*.

Se encuentra también presente *Fichornia crassipes*, que se ha llegado a convertir en un problema para la operación del lago regulación Horaria; así como *Lemna gibba* y varias especies de *Potamogeton*.

Conjuntamente con esta vegetación, en las márgenes de los canales, zanjas y cuerpos de agua, se encuentra la vegetación subacuática. Las especies más representativas de este grupo son: *Jussiaea repens*, *Polygonum punctatum*, *Polygonum aviculare*, *Aster subulatus*, *Rumex crispus*, *Rumex flexicaulis*, *Eleocharis dombeyana* y *Baccharis glutinosa*.

Hasta muy recientemente, se localizaba una importante agrupación de tular en el sitio denominado La Cruz, el cual fue desecado, con la consecuente desaparición de la vegetación; de igual manera, con el establecimiento del Relleno Sanitario en el Bordo Poniente en sus etapas 1a, 2a y 3a, han desaparecido importantes espacios con vegetación de tular, y los que aún persisten, están expuestos a la contaminación por el drenado de los lixiviados del sistema de relleno sanitario (D.D.F., 1993)

En el lago Nabor Carrillo, un embalse que alberga aguas residuales tratadas, se observan únicamente pequeños manchones de tular, apenas incipientes y que al parecer se están comenzado a establecer en la parte más baja del lago, cercana al muelle. Aquí *Scirpus paludosus* es la única especie presente.

En el lago Recreativo, el tular es también la vegetación acuática que predomina en parches de tamaño reducido que se distribuyen en las orillas del lago. *Scirpus paludosus* es dominante y sólo aparecen entremezcladas algunas plantas de *Typha latifolia*.

En la laguna Xalapango, el tular compuesto por *Typha latifolia*, *T. angustifolia* y *Scirpus californicus* se restringe a uno de los canales que la alimenta en la parte oriental, el cual permanece inundado durante un lapso de tiempo mayor que la propia laguna.

Otras especies reportadas por Huerta L. R. y Arreola, N.H. (1983) propias de ambientes acuáticos que se presentan en esta región son:

Cyperus spectabilis
Cyperus laevigatus
Eleocharis acicularis
Eleocharis dombeyana

Eleocharis dombeyana
Eleocharis palustris
Juncus balticus
Juncus microcephalus

Es aquí también donde la vegetación subacuática es más abundante y diversa. Se distribuye formando una especie de corredor en las márgenes sur de la laguna. Las especies más características son:

Jussiaea repens

Polygonum punctatum

Polygonum aviculare

Aster subulatus

Rumex crispus

Rumex flexicaulis

Eleocharis dombergiana

Baccharis glutinosa

Según Reiche 1923, citado por Chávez (1984 b) todas las especies de la vegetación acuática y subacuática mencionadas, son características de la vegetación de aguas dulces del Valle de México, con excepción de Juncus balticus. Sin embargo, es poco frecuente encontrarlas juntas y muchas veces se encuentran solamente una o dos; esto hace pensar que en la Zona Federal del Lago de Texcoco se encuentran asociaciones fragmentarias, seriales, perturbadas o restringidas pertenecientes a la asociación dulceaculcola típica que tienen además muchos otros elementos (Rzedowski, 1957).

Descripción de la flora del Tiradero de Bordo Xochiaca.

Rivas (1991), reporta que la vegetación original que se desarrolla en el área del proyecto es de tipo halófila, y de acuerdo con Rzedowski (1978), en este tipo de vegetación abundan las Chenopodiaceas que actualmente están presentes en la vegetación de las zonas urbanas.

El tiradero de Bordo Xochiaca, ha sido objeto de dos importantes estudios de vegetación (Rivas, 1991; y Taboada, 1992), en dichos estudios, se clasifica a la vegetación de Bordo Xochiaca en su mayor parte como ruderal, principalmente en estrato herbáceo y con ciclo de vida anual.

Dentro del tipo de vegetación registrada en el sitio de tiro, se encuentran especies con interés comercial, ya que dado su uso alimenticio, estas especies llegan al sitio entre los residuos en forma de semilla desarrollan posteriormente cuando se presentan condiciones adecuadas de temperatura y humedad (Taboada, 1992).

De acuerdo con lo que reporta Taboada, 1992, en la zona de proyecto, las familias con mayor diversidad de especies son la Graminae, Solanaceae y Compositae y dentro de las familias dominantes de acuerdo a Rivas (1991) son la Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Cruciferae, Gramineae, Solanaceae y Compositae. En el Anexo A, se presentan el listado de especies reportado por Taboada y Rivas para el tiradero de

Bordo Xochiaca, así como los reportados por Huerta (1983) para la zona Federal del Ex-Lago de Texcoco.

La zona de proyecto, presenta características semejantes a las que plantea Rapoport (1983) para terrenos baldíos. Ambas son áreas por lo general desnudas o removidas, altamente alteradas, con suelo pobres provenientes de materiales de relleno, cascajo y materiales de construcción. Prácticamente todas o casi todas las plantas pioneras que allí prosperan son malezas. Como lo considera Rapoport, si se toma en cuenta que al reemplazarse las distintas especies por efecto de la sucesión hay aporte de materia orgánica al suelo y también que dichas plantas de alguna manera protegen al suelo de la erosión, estas plantas se pueden considerar no sólo neutras sino a veces, benéficas.

Como en todo tiradero de residuos sólidos, la acumulación incontrolada de diversos materiales, aportan características heterogeneas en cuanto a la composición del sustrato. Por su parte, como lo reporta Taboada (1992), en las áreas más húmedas de Bordo Xochiaca, el desarrollo vegetal no se ve limitado por la concentración de sales de potasio y de sodio, debido a que estas presentan adaptaciones para contrarrestar los efectos tóxicos del sodio.

Las especies vegetales, a pesar de acumular metales pesados en sus tejidos sobreviven por ser herbáceas, de ciclo de vida breve y de bajos requerimientos nutricionales, y persisten por la gran cantidad de semilla viable que producen. Presentan como respuesta, a la fluctuación de sal en el sustrato: poco follaje, achaparramiento de la planta, miniturización y fructificación precoz del fruto. (Taboada, 1992).

La vegetación en el tiradero de Bordo Xochiaca, presenta crecimiento reducido en el enterramiento causado, no sólo por la salinidad y metales pesados, sino por la aceleración metabólica ocasionada por las altas temperaturas, falta de oxígeno en la rizósfera y deficiencia de nitrógeno (Taboada, 1992).

5.7 FAUNA

El tipo de fauna presente en un lugar, definitivamente está relacionada con las condiciones del medio, en Bordo Xochiaca, la fauna presente es típica de ambientes perturbados e insalubres; sin embargo, a continuación describiremos la fauna que se reporta para la Zona Federal del Ex-Lago de Texcoco, área de influencia del sitio de tiro.

El mosaico de hábitats que rodean a Bordo Xochiaca, ha dado origen a un mosaico de hábitats que Chávez (1992) define como: pastizal, tular, bosquetes y matorrales, charcas someras y embalses de profundidad media.

Esta diversificación en el ambiente, ha dado lugar también, a una diversificación en la fauna silvestre, caracterizándose de la siguiente manera:

AVES

El principal componente de la fauna de la región es la ornitofauna que se distribuye ampliamente en los espacios abiertos de la zona Federal, y está compuesta por 131 especies de las cuales el 85% son migratorias. De estas especies, 68 son aves acuáticas pertenecientes a 13 familias: Podicipedidae, Phalacrocoracidae, Anatidae, Rallidae, Pelecanidae, Stercorariidae, Laridae, Rynchopidae, Ardeidae, Threskiornitidae, Recurvirostridae, Charadriidae y Scolopacidae (Huerta et al, 1986).

De estas familias las de mayor abundancia son la Anatidae que integra el grupo de los patos, las Recurvirostridae, Charadriidae y Scolopacidae que constituyen los comúnmente llamados "chichicullotes" o aves de ribera; y la familia Ardeidae, que integra a las garzas.

El listado de aves reportado por Huerta (1986) se presenta en el Anexo A al final del presente documento.

De la comunidad ornitológica son las aves acuáticas las de mayor importancia por su abundancia y riqueza de especies. En este grupo las familias predominantes son: la Anatidae, que integra a los patos de superficie, patos buceadores y patos de cola tizna; las familias Charadriidae, Recurvirostridae y Scolopacidae que constituyen a los "chichicullotes" o aves de ribera; y la familia Ardeidae que agrupa a las garzas (Chávez et al, 1985).

Aves de Rivera.- Esta comunidad integrada por las familias Charadriidae, Recurvirostridae y Scolopacidae, es la que mayor riqueza de especies aporta a la ornitofauna de la Zona Federal. Son aves vadeadoras, que encuentran su hábitat en las charcas someras, donde abundan las áreas fangosas con riberas ricas en recursos alimenticios.

Estas familias fueron particularmente abundantes en los sitios ahora ocupados por las 1a., 2a., y 3ra., etapas del Relleno Sanitario Bordo Poniente, donde las localidades denominadas charcas de Caseta 7 y Cola de Pato constituyen sus principales sitios de distribución (Chávez, 1985).

En la actualidad, los sitios de mayor importancia para la distribución de los chichicuilotes, lo constituyen las charcas que se forman en los terrenos desnudos del área denominada Charcas de Sosa Texcoco y Charcas de la colonia El Sol. De acuerdo a Chávez, et al (1985) la Zona Federal del Lago de Texcoco, guarda mayor representatividad de esta fauna en la región. No obstante, el cambio frecuente en el uso del suelo que se ha venido dando para la instrumentación de diversos proyectos, disminuyendo alarmantemente el hábitat que se encontraba disponible.

Dentro del listado reportado por Huerta et al (1985), se encuentran especies residentes considerándose como tales, debido a que se registran durante la mayor parte de los censos (valor de frecuencia de 90-100 %) que con diferentes periodicidades se han venido realizando a lo largo de ciclos anuales en la Zona Federal; o bien que sus registros no corresponden a un período migratorio determinado, sino que se distribuyen de manera más o menos uniforme durante el año. Dentro de la zona Federal, se reportan también sitios de reproducción como son el lago Nabor Carrillo, el lago recreativo, espacios con tular y charcas someras.

Por otra parte la Zona Federal del Lago de Texcoco se encuentra ubicada en la Ruta Central de Migración de las aves de Norteamérica, por ello, desde tiempos geológicos y hasta la fecha, a pesar del deterioro ambiental que ha sufrido la región y que ha significado la pérdida casi en su totalidad de los ambientes lacustres de la Cuenca de México, recibe año con año una gran cantidad de estos organismos que viniendo del norte del continente pasan por este lugar o se quedan a invernarse (Chávez et al, 1985).

Especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

De las especies reportadas para el área de influencia de la zona de estudio (y que se presentan en el Anexo A), y con base en el Acuerdo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en el que se establecen los criterios ecológicos CT-CER N-001-91 que determinan las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial de la flora y fauna terrestres y acuáticas de la República Mexicana, publicado en el Diario Oficial del 17 de mayo de 1991, en la composición ornitológica de la Zona Federal del Lago de Texcoco, se observan especies en estatus de protección especial: 2 especies raras, 5 especies amenazadas, 2 especies en peligro de extinción y 3 especies bajo protección especial.

Por su parte, de acuerdo con el Calendario Cinegético expedido por la SEDESOL, para la temporada 1991-1992, dentro de la Zona Federal del Lago de Texcoco existen 21 especies de aves autorizadas para su aprovechamiento cinegético.

Es importante mencionar sin embargo, que de acuerdo con la Ley Federal de Caza. Capítulo X, Artículo 43, al referirse al Estado de México, señala como sitio vedado a la cacería el Vaso del Ex-Lago de Texcoco, nombre con que también se conoce la Zona Federal del Lago de Texcoco.

MAMIFEROS.

Dentro de la zona de influencia del tiradero de Bordo Xochiaca Huerta (1986), reporta 12 especies de mamíferos, pertenecientes a 12 géneros, 9 familias y 5 órdenes. Las especies más abundantes son las que constituyen la comunidad de pequeños mamíferos, la cual esta formada por los ratones de la familia Cricetidae y por los insectívoros. Esta comunidad se distribuye, más o menos uniformemente, en el pastizal halófilo y en las cercanías de los bordos de lagunas y cuerpos de agua, y constituyen un eslabón fundamental en la cadena trófica de las aves de presa que habitan permanentemente, o que migran a la Zona Federal.

Es de relevancia también, la comunidad de mamíferos de tamaño pequeño y medio que habitan en el pastizal. Los de mayor abundancia son las especies de roedores *Microtus mexicanus* y *Peromyscus maniculatus*. Las musarañas del género *Chrypototis*; la tuza del género *Papogeomys*; la "comadreja de cola larga", *Mustela frenata*; las ardillas terrestres, *Spermophilus mexicanus*; los conejos y *Sylvilagus floridanus* la "liebre de cola negra", *Lepus californicus*; son también miembros importantes de este grupo. Esta fauna es eslabón esencial en la cadena trófica de

las aves de presa que migran a la zona, (Huerta, 1986).

De los mamíferos presentes en los terrenos aledaños al Tiradero Bordo Xochiaca, y que reporta Huerta (1986) se encuentran, una especie establecida como rara, 3 especies con interés cinegético, de acuerdo a lo publicado en el Calendario Cinegético 1993-1994 publicado por SEDESOL. En el Anexo A se presenta el listado de mamíferos reportados para la zona del Ex-Lago de Texcoco.

PECES

De la fauna ictiológica nativa únicamente ha persistido a la alteración del habitat, el "pescadito amarillo", *Gyrardinichthys viviparus*. Además de esta especie, existen diferentes variedades de carpa y tilapia que han sido introducidas con fines de cultivo y para repoblación de los embalses artificiales.

En cuanto a los insectos, cabe destacar aquellos que son objeto de usos tradicionales y que aún se comercializan como los hemípteros que constituyen el "mosco para pájaros", así como la "mosca de la salinas" que es ampliamente usada en el comercio local y exterior.

Fauna identificada en el tiradero de Bordo Xochiaca.

Dada la acumulación incontrolada de residuos sólidos que se presenta en Bordo Xochiaca, la fauna que se encuentra en la zona es del tipo nocivo, encontrándose la rata gris *Rattus norvegicus*, también es común la presencia animales domésticos como el perro, *Canis familiaris*, caballos, aves de corral, así como cerdos, estos últimos constituyen un ingreso económico para las familias de pepenadores en el sitio las cuales crían a estos animales alimentándolos de la misma basura para su venta posterior.

5.8 MEDIO SOCIOECONOMICO.

La zona de estudio se encuentra dentro de los límites del municipio de Nezahualcoyotl, el cual colinda con los municipios de Ecatepec, Chimalhuacán y Texcoco; además se encuentra cercana a la delegación Gustavo A. Madero, en el Distrito Federal. Los regímenes sociales y económicos en sus alcances y soluciones presentan ciertas variantes por lo que se considera pertinente el abordarlos por separado.

5.8.1. RASGOS SOCIALES

- Nezahualcóyotl:

La población del municipio está conformada por 2,100,000 habitantes representando esta cifra el 20.11 por ciento de la población total del Estado de México. Su densidad poblacional es de 32,672 habitantes por kilómetro cuadrado. Además presenta una tasa de 24,999 nacimientos anuales y 1820 defunciones. La causa de este crecimiento desmedido es atribuible a la inmigración, de acuerdo a los datos del Sistema Integral de Información del Gobierno del Estado de México, alcanzando para los años 60s un 11.5 % de crecimiento representando la más elevada del país (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de México, 1988).

Por lo que concierne al aspecto educativo, el municipio de Nezahualcóyotl cuenta con la infraestructura necesaria para atender a la población demandante en todos los niveles, como preescolar, primaria y secundaria. En el medio superior se cuenta con planteles de preparatoria de sistema escolarizado, y bachillerato general para trabajadores en la modalidad abierta, además del bachillerato general en las escuelas normales. Así como también se tienen planteles del colegio Nacional de Enseñanza Profesional Técnica (CONALEP), del Colegio de Bachilleres y escuelas de enfermería. En el nivel superior se cuenta con la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón (ENEP-ARAGON UNAM), Universidad Tecnológica y escuelas normales del estado (Gobierno del Estado de México, 1988).

Un dato importante es el hecho de que existe una población de 43,975 habitantes analfabetas mayores de 15 años, siendo para alfabetas de 773,371 habitantes (INEGI, 1991).

En cuestiones de recreación, se cuenta con el acceso a las proyecciones y cursos que se imparten en el auditorio Alfredo del Mazo Vélez y en la Casa de la Cultura, también se cuenta con cines y otros lugares de sano esparcimiento, como lo es el parque del Pueblo, con 8.5 hectáreas de espacio físico. Además, el parque del pueblo cuenta con un lago interior de 11,000 metros cuadrados.

En lo que al deporte involucra, en el municipio es una de las actividades que con mucha frecuencia se practican, siendo los deportes más practicados el fútbol, basquetbol, frontón, así como también en menor proporción box, lucha libre, ciclismo y atletismo.

El municipio cuenta con dos hospitales dependientes del ISEM (Instituto de Salud del Estado de México) el cual presenta una capacidad para 160 camas; cabe hacer la aclaración que éste hospital es apoyado por el hospital de especialidades, que con el mismo número de camas, proporciona servicio médico a toda la población. Adscritos a esta misma secretaría funcionan en el municipio 20 centros de salud. Por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), operan dos grandes clínicas la 75 y la 78, así como la clínica hospital número 25, que pese a que se ubica en la Av. Zaragoza del Distrito Federal, presta sus servicios a gran número de habitantes que radican en el municipio.

Además de la Secretaría de Salud, del Seguro Social, y del ISEM, el sistema municipal del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral, proporciona servicios médicos asistenciales a la población que carece de medios económicos para contar con este tipo de servicios, a través de una clínica, diversos dispensarios y consultorios que se localizan en varias colonias, existiendo además un buen número de consultorios particulares en todo el municipio, (Secretaría de Gobernación, 1988).

En lo que respecta a las casas habitación esta es en su mayoría de propiedad privada; sólo hay un número pequeño de viviendas rentadas, unitariamente y casas habitación departamentales y vecindades. Las cifras del censo de 1990 reporta los siguientes datos; de las 238,508 viviendas particulares 171,920 refieren a propias y 66,580 a rentadas (INEGI, 1991).

En lo que se refiere a el material del cual están elaboradas las casas, en un 90% tienen cimientos de mampostería, muros de tabique y techo de concreto armado; llegan a presentar en ocasiones dos o más plantas, mientras que el 10% restante están conformadas por material perecedero como madera o cartón.

En el municipio circulan los diarios y revistas que se editan en el D.F. y uno o dos de la ciudad de Toluca, mientras que por parte de Neza se editan con cierta frecuencia una revista y 42 semanarios, manteniendo periodicidad solo tres o cuatro.

El correo es uno de los sistemas de comunicación más económicos y en el municipio, funcionan 6 oficinas que laboran de la siguiente manera; salen de la ciudad 45,000 y se reciben 60,000 unidades de correspondencia nacional, mientras que el promedio mensual de correspondencia internacional es de 60,000 unidades que salen y 65,000 piezas las que se reciben, indicativo de la gran demanda de este sistema de comunicaciones.

Por otro lado, el servicio de telégrafos cuenta con cuatro oficinas que expiden al día 350 telegramas nacionales y 50 internacionales, tramitándose un promedio de 600 giros nacionales.

Las principales vías de acceso que lo mantienen comunicado con el D.F., y a través de éste con el resto de la República son: de norte a sur la Avenida Central y su prolongación; el Bordo Xochiaca, en el límite nororiental de la ciudad y de poniente a oriente, la Avenida de Chimalhuacán, la Cuarta Avenida, la Avenida Pantitlán y la Avenida Texcoco. Perpendiculares a esta última, cruzan el municipio las avenidas López Mateos, Carmelo Pérez y Floresta, entre otras.

En lo que concierne al transporte, la ciudad cuenta con el servicio del sistema troncal presentando 5 rutas. Las 16 líneas de servicio privado totalizan 1,200 autobuses. Cabe hacer mención en este apartado que las cifras van decreciendo por el alto costo de operación y mantenimiento de las unidades y por último a la renuencia de los concesionarios a reinvertir sus capitales. Anexando a este punto que existe servicio de suburbanos en condiciones de deplorable estado siendo un peligro constante para el público usuario, además de que las tarifas son más elevadas que las del D.F., debido esto a que no hay subsidio para este tipo de transporte.

Aproximadamente 1,100 unidades prestan servicio de taxis, el cual se complementa por el servicio de colectivos (peseras y combis) en 12 rutas que participan con 1,600 unidades. En esta forma se logra una comunicación eficiente con la ciudad de México. Finalmente cabe hacer notar que llegan las rutas uno, cinco y nueve del Sistema de Transporte Colectivo Metro, y la línea A del tren ligero.

Los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, electrificación, alumbrado público y pavimentación de calles son proporcionados de manera parcial. El ayuntamiento también ofrece vialidad, mercados, rastros, panteones, parques, jardines, transporte urbano, así como seguridad pública.

Del total de viviendas particulares (238,508), disponen de agua entubada 96.93 %. De igual forma en la población disponen de energía eléctrica 99.60 % de las viviendas (INEGI, 1991).

-Chimalhuacán:

Chimalhuacán cuenta con una población de 163,661 habitantes, presentando mayores índices en las poblaciones siguientes: Xochiaca, San Agustín Atlapulco y la colonia Guadalupe. La densidad de población es de 3,511 habitantes por kilómetro cuadrado.

En cuestión de educación el municipio cuenta con la infraestructura necesaria para solventar las exigencias en los niveles de preescolar, primaria y secundaria; en la enseñanza técnica se cuenta con el Colegio de Enseñanza Profesional Técnica (CONALEP), así como un plantel de Bachilleres.

Las actividades que realiza una buena parte del municipio son encaminadas hacia el cine y los eventos culturales que presenta la Casa de la Cultura de Chimalhuacán.

Los deportes que más se practican son el fútbol, frontón, basquetbol y volibol, siendo practicados por adultos, jóvenes y niños.

La organización que presenta este municipio en cuestiones de salud es como sigue: cuenta con una clínica hospital, seis clínicas y 12 consultorios, haciendo la aclaración de que estos establecimientos son privados. Los otros establecimientos son auspiciados por Instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), la Secretaría de Salud (SSA), Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) y el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

Se determinó una densidad de 5.76 habitantes por vivienda. En su mayoría abunda, en el tipo de construcción, el adobe comprimido con techos de terraza, presentando también tabicón con techo de concreto. En las casas más recientes las paredes de las viviendas son de lámina de cartón, de madera y diversos materiales.

El municipio presenta las siguientes vialidades una carretera federal México- Texcoco-Veracruz, atravesando por la cabecera municipal y las poblaciones de Xochitenco, Xochiaca, San Lorenzo y San Agustín. El total de carretera pavimentada asciende a 11.5 kilómetros. Por otro lado, el municipio cuenta con una red ferroviaria que atraviesa a éste pero no teniendo estaciones de pasaje y carga. El ferrocarril es el de México- Texcoco. Respecto a los medios de comunicaciones, el servicio de teléfono existe en cinco localidades. Existen otros servicios como son: correo, telégrafos, señales de radio y televisión, además de diarios y revistas nacionales y estatales (INEGI, 1991).

El ayuntamiento ofrece a sus habitantes los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, alumbrado público, parque, jardines, mercados, transporte urbano y seguridad pública.

- Ecatepec:

La población del municipio es de 1,393,633 habitantes, de los cuales la gran mayoría está asentada en el área urbana. Su densidad poblacional es de 8,963 habitantes por kilómetro cuadrado.

Los servicios educativos de la región dan atención en los niveles: preescolar, primaria y secundaria. En lo que respecta a la enseñanza técnica se cuenta con planes del Colegio Nacional de Enseñanza Técnica Profesional (CONALEP). En el nivel medio superior se cubre la demanda por medio de preparatorias incorporadas a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), públicas y particulares; se cuenta con el bachillerato general para trabajadores en el sistema abierto, además de un plantel del Colegio de Bachilleres.

Se tienen planteles de la Escuela Normal Superior, Escuela Normal de Estado, Escuela Normal de Educación Preescolar y la Unidad Ecatepec de la Universidad Pedagógica Nacional.

Además el municipio cuenta con la infraestructura necesaria en la que se practican: fútbol, volibol y basquetbol.

Los servicios médicos, sanitarios y asistenciales son prestados en el municipio por una unidad del ISSEMYM: una clínica hospital, tres clínicas "B" y tres puestos del Instituto Mexicano del Seguro Social; cuatro centros de salud tipo "A" y tipo "C" de los servicios coordinados de Salud Pública del Estado de México, y por el Sistema Estatal para el Desarrollo Integral de la Familia (DIFEM). El sector privado ofrece asimismo servicios médicos y hospitalarios en establecimientos de cierta importancia.

La elevada concentración de la población propicia la invasión de terrenos y los asentamientos humanos irregulares en la región. Lo que conlleva a una deficiencia en los servicios públicos en la mayoría de las localidades. En el municipio existen 173,907 viviendas.

El municipio cuenta con funcionales vías de comunicación, entre las que destacan la carretera federal México-Pachuca, la autopista federal México-Pachuca, los boulevares José López Portillo y Vía Morelos.

Existe en el municipio una estación de ferrocarril. En lo que se refiere a los medios de comunicación en la población se cuenta con telégrafos, correo y teléfono. Se reciben periódicos y revistas de la ciudad de México y Toluca.

Existen 18 líneas de autobuses que intercomunican a todo el municipio. Además se cuenta con servicios de taxis y autobuses de pasajeros.

En general los servicios que presta el ayuntamiento son: alumbrado público, abastecimiento de agua potable, drenaje y alcantarillado, mercados, rastros, panteones, mantenimiento de parques y jardines, seguridad pública. Por otro lado, se cuenta con el servicio de bomberos.

-Texcoco:

En el municipio se registra un total de 180,000 habitantes, siendo en su mayoría menores de 25 años. Predominan los que tienen entre 5 y 14 años. Por sexo el 51% corresponde a mujeres y el 49% a hombres.

Se registra una densidad de población de 365 habitantes por kilómetro cuadrado.

En este aspecto el municipio cuenta con la infraestructura necesaria para solventar las exigencias en los niveles de preescolar, primaria y secundaria; en el nivel medio superior se cuenta con preparatoria, en el nivel superior se cuenta con el Colegio Nacional de Enseñanza Técnica Profesional (CONALEP), Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios; en el nivel profesional funciona la Universidad Autónoma de Chapingo, el Colegio de Posgraduados de Chapingo y la Escuela Normal Elemental.

En este aspecto la comunidad cuenta con jardines y parques recreativos, en los que la familia puede disfrutar de sana diversión.

En deportes , el municipio cuenta con la infraestructura necesaria para la práctica de fútbol, voleibol y basquetbol, siendo estos deportes los más aceptados por la población.

En cuestión de salud, el municipio cuenta con 19 unidades médicas, 14 consultorios, 2 clínicas, una clínica hospital y dos hospitales del IMSS.

En el municipio se cuenta con casas construidas con tabique rojo, tabicón y losa de concreto. En su mayoría, la vivienda cuenta con los servicios indispensables.

Existen 48 kilómetros de carreteras pavimentadas, destacando, la de Texcoco- Molino de las Flores, Texcoco-Tequexquihuac, y Texcoco-Pentecostes. Además existen oficinas de correos y telégrafos. El transporte es atendido por tres líneas de

autobuses, combis y taxis.

En su totalidad el municipio cuenta con el servicio de agua potable, y un 40 % con servicios de drenaje. La electrificación está cubierta en su totalidad, de éste pertenece un 45 % a alumbrado público. Existen dos mercados y un rastro municipal, además de seguridad pública, cines y áreas para ferias y exposiciones.

-Delegación Gustavo A. Madero:

La población de esta delegación alcanza 1,268, 123 habitantes, de los cuales 613 mil son hombres y 654 mil mujeres, conforme al censo de 1990. La Delegación presenta una superficie de 87.7 kilómetros cuadrados (INEGI, 1991).

En el aspecto educativo, la delegación presenta una información básica de 270 escuelas primarias, 75 jardines de niños, 89 secundarias, cifras que permiten corroborar que la delegación se encuentra dentro del promedio de las restantes delegaciones del D.F. con un servicio aceptable en términos generales.

Para efectos de zonas de recreo, dentro de la delegación se localizan el parque de San Juan de Aragón de superficie muy extensa y una porción del Programa de Área de Control del Proyecto Ex-Lago de Texcoco, permitiendo contar con suficientes áreas verdes para dar cabida a los habitantes de la región.

En deportes se práctica fútbol, basquetbol, frontón y en menor escala atletismo y ciclismo.

En el sector salud se cuenta con los servicios asistenciales del Desarrollo Integral de la Familia y por parte de la Secretaría de Salud, sumando nueve centros de Salud. Sin embargo, cabe hacer mención que en esta delegación se registra un atraso muy marcado tomando en cuenta su población y su estructura.

En lo que respecta a vivienda la delegación cuenta con 263, 319 casas habitadas, de las cuales 263, 118 corresponden a viviendas particulares siendo en su mayoría casas propias. En la construcción de estas viviendas predominan techos elaborados con losa de concreto, tabique o ladrillo, el material en pisos y paredes que se utiliza con más frecuencia es el tabique, ladrillo, piedra o cemento (INEGI, 1991).

Como en la mayoría de las grandes ciudades la delegación cuenta con un déficit en el sistema de transporte interno, sus vialidades representan de igual forma un problema para la población. Los servicios que se proporcionan son por medio del

sistema de taxis (peseras, combis), así como por el sistema de transporte colectivo metro y en parte por los servicios prestados por el Estado de México. Provocando un caos vial en ciertos puntos de concentración de este tipo de transporte.

La delegación Gustavo A. Madero presenta un déficit en este tipo de servicios, como dato importante en lo que toca a la dotación de agua se registra que existe el reparto de este líquido por medio de los camiones pipa para los lugares más marginados de la delegación. Gustavo A. Madero recibe 7.4 m³/s de agua, proveniente principalmente de los acueductos.

Si hablamos del alumbrado público, este es igualmente deficiente en toda la delegación.

Tocante al tema de la disposición de drenaje en viviendas particulares, 5566 no cuentan con este servicio siendo el total de 262,905.

5.8.2. RASGOS ECONOMICOS

-Nezahualcoyotl:

Las tasas específicas de participación de la población económicamente activa en Neza, en forma general, es de 45.41%, siendo 67.94% para hombres y 24.24% para mujeres, estas cifras se reportan para el año de 1990. Por otro lado, la población económicamente inactiva es de 482,147 para este mismo año (INEGI, 1991).

En lo que respecta a los grupos de ingresos el 3.74% recibe la mitad de un salario mínimo, la población ocupada corresponde a 399,797. De este total reciben un salario mínimo el 0.724 % y 2.05 % recibe más de 10 salarios mínimos. Importante es hacer notar que el 49.43 % de la población recibe entre uno y dos salarios mínimos (INEGI, 1991).

Industria: En lo que es la zona oriente de la ciudad se sitúa la zona industrial que alberga unas setenta industrias de tipo medio. Un total representan 2,958 entre la que destacan las manufactureras de productos alimenticios, bebidas, tabaco, hule, maquinaria, metal, corcho, piel, electrónica, cartón, madera y textiles.

Comercio: Existen aproximadamente 10,200 locales comerciales que se ubican en los mercados públicos, de los cuales 38,000 comercios funcionan fuera de estos centros; 3,000 vendedores ambulantes ejercen su actividad por todos los rumbos de la ciudad.

Este tipo de comercio se ve plasmado en las principales vías de comunicación del municipio como son la Av. México, Cuauhtémoc, Gustavo Baz, Pantitlán, Chimalhuacán y López Mateos, presentando un ritmo comercial activo.

Los productos agrícolas perecederos para la alimentación diaria son adquiridos en los 60 centros de abasto público y en los 55 tianguis que se instalan semanalmente en diferentes puntos de la ciudad (Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de México, 1988).

Servicios: En lo que corresponde a este aspecto existen un gran número de talleres de reparación, restaurantes, gasolineras y hoteles.

En este aspecto el proceso de regularización de la tenencia de la tierra en Neza, que fue un serio problema en los años setentas, actualmente se encuentra solucionado. Sin embargo, aún existen algunos sitios en serios problemas como lo son los que corresponden a las proximidades de Chimalhuacán pero actualmente están siendo atendidos para su pronta resolución.

-Chimalhuacán:

De la población total del municipio 18,974 habitantes son la porción trabajadora, siendo estos mayores de 12 años. Cabe destacar que 14,152 son hombres y 4,822 son mujeres.

Industria: Se cuenta con 125 industrias de transformación que se dedican a la producción y fabricación de alimentos, bebidas, tabacos, textiles, prendas de vestir, papel, celulosa y cartón.

Minería: En el municipio se explotan cinco yacimientos de grava, tepojal, arena y cantera.

Comercio: La actividad comercial es escasa debido a la cercanía con el D.F., existen 35 molinos y tortillerías y una DICONSA.

Servicios: Reparación de vehículos, aparatos eléctricos, distribución de comestibles y preparación de alimentos y bebidas.

-Ecatepec:

La población activa de esta región no está determinada con precisión, pero según cifras arroja 238,319 habitantes, de los cuales 236,715 tienen actividades preponderantes como industria y agricultura, mientras que 1,604 son gente sin empleo fijo.

Industria: Predomina la industria de transportación con 1,659 establecimientos. Destaca la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco.

Comercio: La población cuenta con un buen número de establecimientos comerciales en los que se expenden artículos de primera y segunda necesidad. Se tienen tiendas de autoservicio, tiendas DICONSA, molinos y tornillerías.

Servicios: Los servicios de hospedaje, preparación de alimentos y bebidas, reparación de vehículos, aparatos eléctricos, aparatos industriales y distribución de comestibles.

-Texcoco:

La población arroja un total de 30,792 habitantes que desempeñan actividades remunerables.

Ganadería: Explotan ganado vacuno, lanar, porcino, caprino y equino, pollos de engorda y gallinas ponedoras.

Industria: Cuentan con industrias de alimentos, textiles, papel, hule, química y metal.

Explotación forestal: Explotan el fresno, pino, oyamel y cedro.

Comercio: Esta actividad ha cambiado gradualmente la urbanización del municipio. Los comercios en esta zona son: locales comerciales que se localizan en mercados públicos, vendedores ambulantes.

Servicios: Existen talleres de reparación, gasolineras, hoteles y balnearios.

Turismo: Zonas arqueológicas de los Melones y Texcultzingo, Convento de San Francisco, capilla de la Concepción y Chapingo.

-Delegación Gustavo A. Madero:

La población económicamente activa de la delegación se reporta de 45.9 %, de los cuales el 65.98% son hombres y 27.77 mujeres. De la población económicamente inactiva la proporción es de 506,842 personas (INEGI, 1991).

Según el grupo de ingreso del total de la población ocupada (428,174), el 3.66 % reciben la mitad de un salario mínimo. Los habitantes que reciben hasta un salario mínimo son el 0.60 %. Por otro lado, el 2.07 % captan más de 10 salarios mínimos correspondientes a 8875 habitantes. Es importante mencionar que para el censo de 1990, los tabuladores del INEGI arrojan datos importantes, tal es el caso de que el 42.03 % de la población ocupante reciben entre uno y dos salarios mínimos (INEGI, 1991).

En este apartado la información referente a este tipo de actividades económicas son de vital importancia para la población en esta delegación ya que conforman la parte medular de la producción y además de estructurar la base de el empleo en la zona. Las actividades económicas de la región son; la industria, el comercio y servicios.

La tenencia de las tierras en la delegación se representa de la siguiente forma, de las 238,508 viviendas particulares habitadas sólo el 65.39 % (171,920) son propias y 66,580 corresponden a rentadas, esto para el censo de 1990.

6 DESCRIPCIÓN DEL TIRADERO

En un inicio, Bordo Xochiaca operó sin ningún control sanitario funcionando de esta manera por varios años, posteriormente, se trató de controlar dándole un recubrimiento con material de demoliciones, lo cual resultó irregular dado el costo del traslado de este material al sitio y la falta de interés para su control sanitario.

A pesar de que no se cuenta con documentos de referencia del sitio, por comentarios de trabajadores del mismo, se estima que Bordo Xochiaca, ha operado por 15 años aproximadamente. El sitio inició sus operaciones en respuesta a la necesidad de disponer los residuos sólidos que se generaban en el municipio de Nezahualcoyotl; sin embargo, por un lado debido al desconocimiento de las acciones necesarias para realizar una adecuada disposición de los residuos sólidos, y por el otro, debido a la falta de recursos económicos para realizar una planeación, se condujo a la operación de un sitio sin las mínimas medidas sanitarias ni de control.

A pesar de que las principales fuentes generadoras de los residuos, han sido las colonias del municipio de Nezahualcoyotl, en ocasiones cuando el servicio de disposición en Bordo Poniente resultaba insuficiente, el tiradero de Bordo Xochiaca también recibía residuos de algunas delegaciones del Distrito Federal.

6.1 Descripción de las actividades durante la Operación del tiradero.

El tiradero Bordo Xochiaca ha recibido principalmente desperdicios domésticos, de tipo municipal, sin embargo, dada la falta de control en el ingreso de los vehículos, se estima que también se depositaron residuos hospitalarios, e industriales.

La operación del tiradero consistió en el ingreso de los vehículos recolectores cargados con los residuos, el acceso en ocasiones resultaba muy complicado dado que el camino de acceso fue de terracería y no existía mantenimiento del mismo en temporada de lluvias, por lo cual los vehículos corrían el riesgo de quedarse atascados o incluso de descargar los residuos lejos del frente de trabajo.

Después del ingreso de los vehículos, el encargado del tiradero, indicaba la zona de tiro, dirigiendo al camión recolector hacia ella. En el sitio de tiro el vehículo descargaba sus residuos manual o mecánicamente dependiendo de las características del vehículo. En ocasiones, cuando se trataba de vehículos de redilas, los macheteros del propio camión descargaban los residuos ayudados de palas.

El tiempo de descarga de los residuos fluctuaba en función del tipo y condiciones del camión, se ha estimado que un vehículo recolector descarga en un tiempo de 10 a 15 minutos, y considerando que en una jornada de trabajo, un vehículo realiza dos viajes (D.D.F. 1992), se estima que el personal de los vehículos recolectores permanecía en el sitio, sin ninguna medida de protección por aproximadamente una hora diaria.

Una vez descargados los residuos, los pepenadores seleccionaban los subproductos como el cartón, vidrio, plástico, metales, por lo que se complicaba aún más la colocación del material de cubierta. Los subproductos se almacenaban en el propio tiradero donde los pepenadores tenían sus viviendas.

Después de descargar, los vehículos salían por el mismo acceso por el que habían ingresado. La llegada y salida de vehículos se realizaba durante todo el día. Se estima que las horas pico de llegada, fluctuaba entre las 12:00 y las 14:00 hrs.

En los últimos años de operación del sitio, se trató de controlar la disposición de residuos, por lo que, cuando existía material disponible que pudiera ser utilizado como cobertura, este se expandía sobre los residuos, para tales fines se utilizaba escombro, cascajo o material de excavación de obras cercanas.

Durante muchos años de vida útil del sitio, no se contó con un registro del acceso de camiones de recolección o vehículos de transferencia, mediante el cual se pudiera establecer el tipo de residuo que ingresó, procedencia, toneladas depositadas, tipo de residuos depositados por zona del tiradero. Sin embargo, durante los últimos años, se intentó contar con un registro realizándose con muchas deficiencias de personal y de coordinación; mediante este registro se han estimado un promedio de 150 viajes al día de vehículos recolectores. El horario de funcionamiento para el depósito de los residuos iniciaba de las 9:00 hrs a las 22:00 hrs aproximadamente. El depósito nocturno se realizaba mediante el alumbrado de los faros de la unidad.

Durante la vida útil del tiradero, no se contó con un sistema de extracción de lixiviados por lo que estos se encharcaban en las partes bajas del terreno infiltrándose a través de las capas de sustrato. En ocasiones, los lixiviados llegaban a salir a la avenida Bordo Xochiaca, entonces se captaban por pipas que los depositaban más tarde en el Cárcamo Maravillas.

La Dirección de Servicios Públicos del Municipio de Nezahualcoyotl del Estado de México, estima que inicialmente en la zona se depositaban aproximadamente 400 ton/día de residuos.

Datos conservadores de la Secretaría de Ecología del Estado de México, estiman que en el sitio se realizó la recepción y manejo de 1'022,000 toneladas de desechos con una composición variada, como son desechos municipales, materiales de excavación y demolición.

Los escasos registros con los que se cuentan a partir de 1990 estiman que en los últimos años en Bordo Xochiaca se recibía un promedio de 1,200 ton/día de residuos.

6.2 Actividades requeridas para la clausura del tiradero.

Para la clausura del tiradero Bordo Xochiaca, y la rehabilitación del mismo como Unidad Deportiva, se requiere de la realización de una serie de actividades dentro de las que se proyectan:

Explotación de bancos de material: Para el cierre del sitio, se colocará una capa de material de cubierta, y una capa final de tierra vegetal para el sostenimiento de vegetación. Esto implica la necesidad de explotar bancos de material cercanos al sitio y realizar el traslado de material hasta el tiradero.

Movimiento de maquinaria: Durante la clausura del tiradero, existirá un gran movimiento de maquinaria y equipo, que trabajarán en la compactación de los residuos, en la conformación de taludes y en el esparcimiento del material de cubierta.

Conformación de taludes: Para realizar el cierre del tiradero, los residuos esparcidos por el lugar, deberán agruparse, compactarse y de esta forma conformar las "terrazas", las cuales permitirán que la conformación de taludes sea mucho más estable.

Construcción de cunetas: Con efecto de captar los escurrimientos superficiales que se presenten en el sitio, se estima la realización de cunetas, que permitirá la conducción de los escurrimientos superficiales a las afueras de la zona deportiva.

Rellenos y compactaciones: Al fin de la vida útil de un tiradero, existen depresiones formadas tanto por una disposición irregular y poco homogénea en el sitio, como por asentamientos ocasionados por la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos. De tal forma, para el cierre del sitio, se conformarán los residuos, compactándolos y rellenando las depresiones formadas. Por lo que se proyecta una superficie homogénea con la pendiente necesaria para evitar encharcamientos.

La cobertura final del relleno se pretende realizar con tepetate, y no se estima la profundidad de la capa de tierra vegetal para el sostenimiento de vegetación en el sitio.

Construcción de banquetas y vialidades: Una vez conformado los taludes, se definirán las vialidades internas con las que contará la deportiva, se construirán guarniciones, y zonas de estacionamiento.

Construcción del gimnasio: Como parte del equipamiento con el que contará la Unidad Deportiva, se proyecta la construcción de un gimnasio en la parte central del actual tiradero, de tal forma que se realizarán actividades de cimentación, armado y levantamiento de muros.

Instalación de alumbrado: Como parte de los servicios que se suministrarán a la Unidad Deportiva, se encuentra la introducción de energía eléctrica, para ello se realizará la cimentación de postes y tendido de cables eléctricos.

Introducción de vegetación: Para la conformación de las áreas verdes dentro de la Unidad Deportiva, se sembrará pasto y árboles, introduciendo especies como el eucalipto (*Eucalyptus sp*) y la casuarina (*Casuarina sp*).

La Secretaría de Ecología de Ecología del Estado de México, informó la colocación de la guarnición y el drenaje pluvial de la misma avenida, con lo que se cambió de inicio la imagen de la vialidad.

Como parte del programa de clausura, se llevaron a cabo acciones tendientes a la reubicación de los pepenadores que habitaban en el tiradero. Para lo cual, informó la Secretaría, la adquisición de predios en la colonia Tlatel-Xochitenco, municipio de Chimalhuacán.

Según las estimaciones de Municipio del Nezahualcoyotl refieren que puede haber 5 m de profundidad de la basura. El sitio de tiro, no cuenta con la instrumentación de pozos de extracción, venteo o monitoreo de biogas.

Las actividades de cierre, se proyectan en dos fases de operación; en la primera fase se cerrará la zona sureste del sitio, mientras continuará operando la zona noroeste recibiendo residuos sólidos, para posteriormente iniciar su cierre. A la fecha de la terminación del presente documento, se han suspendido la recepción de residuos, y se han iniciado las actividades de saneamiento en la parte noreste.

La Secretaría de Ecología refiere que se les proporcionó terreno a 142 familias, cuyos principales ingresos resultaban de la venta de subproductos recolectados en el tiradero Bordo Xochiaca; se estima que dichas familias llegaban a percibir 50 N\$/día por la venta de los subproductos de la basura, los cuales se comercializan por medio de su líder.

Actualmente Bordo Xochiaca es el único sitio de tiro con el que cuenta el Municipio de Nezahualcoyotl. Sin embargo, adicionalmente a las actividades de cierre, se adquirió un predio de 35 Ha para dar inicio a la construcción del relleno sanitario que sustituirá a los tiraderos que operan actualmente en la zona. La ubicación de este predio es en la zona conocida "Comunal Xochiaca" entre el drenaje general del Valle de México, el drenaje Xochiaca y la vía del ferrocarril México-Cuautla, zona del lago de Texcoco (Información proporcionada por la Secretaría de Ecología del Estado de México).

7. METODO

Para el desarrollo del presente trabajo, se recopiló información sobre la historia del sitio y condiciones de operación, estudios realizados no sólo en la zona de proyecto, sino también en el área de influencia y como planes de clausura del mismo.

Es importante recordar, que el procedimiento en el que se abordará la identificación y descripción de impactos, no es la comúnmente utilizada, dado que no se trata de la evaluación de una obra proyectada, sino que se realiza la evaluación de una obra ejecutada y en proceso de cierre.

7.1 Técnica de Identificación de Impactos

En los estudios de Impacto Ambiental se consideran los factores del medio natural y social, y se conjuntan para tener un panorama claro y "objetivo" del funcionamiento del sistema donde se va a llevar a cabo el proyecto. El conjuntar dichos factores, identificar los cambios tanto positivos como negativos que sufran por incidencia de la obra, así como evaluar la magnitud e implicaciones de dichos cambios, no es una tarea sencilla; ya que, a pesar de que se cuenta con diversas técnicas para llevar a cabo evaluaciones de Impacto ambiental, éstas dependen en mayor o menor grado de la experiencia del aplicador, de la información disponible, del conocimiento de la zona y de las implicaciones de la obra, y difícilmente pierden la subjetividad que las caracteriza.

La elección de una técnica para la identificación y evaluación de impactos implica conocer el proyecto, el medio en el que se desarrolla, así como conocer la información con la que se cuenta y la que necesita alimentarse para que ésta pueda operar.

*Se realizó la identificación preliminar de impactos mediante la aplicación de la **Matriz de Interacción**, dado que es una técnica sencilla, de fácil aplicación que no requiere necesariamente de la participación de un panel de expertos, además de que con ella, se logran identificar las alteraciones positivas o negativas que cada actividad del proyecto mantiene sobre cada atributo ambiental. Esta técnica, contempla en forma inmediata la interacción obra-ambiente con base en los factores físicos, biológicos y socio-económicos involucrados.*

La técnica de Leopold, permite evaluar la importancia de las modificaciones que se presentaron en el sitio como consecuencia de una inadecuada operación, y que posiblemente se mantengan no sólo por las características del proyecto, sino por las condiciones de clausura del tiradero.

Para la descripción de las actividades se recopiló información tanto en campo, con los habitantes y checadores en el tiradero, así como información proporcionada por las autoridades responsables de la operación del tiradero (Dirección de Servicios Públicos perteneciente al municipio de Ciudad Nezahualcoyotl, y en la Secretaría de Ecología del Estado de México), con dicha información, se realizó la lista de actividades que se llevaron a cabo en el sitio durante la operación del tiradero.

Posteriormente, se determinaron los atributos ambientales que pudieron ser afectados con el desarrollo de dicha obra, a lo largo de la vida útil del tiradero.

La lista, se colocó en una matriz de interacción tipo Leopold, las actividades de la obra, se colocaron en las diferentes columnas, eje X; por su parte, los atributos ambientales, se colocaron en el eje Y, y se agruparon en 6 rubros: Cuerpos de agua, calidad del aire, suelo, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos.

Es importante mencionar, que dentro de toda matriz de interacción, o cualquier otra técnica elegida, la identificación de impactos debe aplicarse a todas y cada una de las fases de la obra. Para el caso de Bordo Xochiáca, no existió propiamente una etapa de construcción por lo que dicha etapa no se menciona, de esta forma, se presenta sólo una matriz para la etapa de operación, es decir, durante la vida útil del sitio.

Para la identificación de impactos se utilizó la siguiente simbología:

- A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa desde su inicio y puede permanecer por un lapso de tiempo prolongado.*
- a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa pero cuando la alteración no se manifiesta en gran medida. El impacto negativo es local y temporal.*
- B = Benéfico significativo, en el caso de que la actividad prevista forma parte de una acción positiva y sus efectos repercuten directa o indirectamente en el mejoramiento de un factor ambiental, o bien, si el beneficio permanece por un periodo de tiempo prolongado.*
- b = Beneficio poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra de alguna manera beneficia al medio, aunque el beneficio no sea permanente.*

- p* = Medida preventiva, cuando dentro del proyecto de obra se toman en cuenta determinadas actividades que disminuirán la posibilidad de afectaciones al medio.
- x* = Impacto probable, cuando se estima que pudiera presentarse un impacto; sin embargo no se cuenta con la información necesaria para su identificación y evaluación.

Definitivamente la realización de toda obra por pequeña que sea modificará el medio, repercutiendo de manera positiva o negativa, en menor o mayor grado.

La presente evaluación tiene la peculiaridad de iniciar la descripción de actividades en la etapa de operación, ya que no se presentan actividades de preparación de terreno, y no existió construcción de celdas o de otro tipo.

No obstante, dentro de las desventajas para la utilización de la matriz tipo Leopold se encuentran el que no plantea claramente la magnitud e importancia del impacto, tampoco permite la jerarquización de impactos en función de su afectación, permanencia o área de influencia afectada. Por lo cual, para realizar la evaluación de impactos se complementó con la técnica de Lizárraga 1981, modificándose para el presente estudio. De esta forma, se combinó una técnica sencilla que identifica, en primera instancia, los impactos adversos o benéficos que se hubieran presentado durante el desarrollo de la obra, o aquellos que se pudieran presentar en un futuro, con una técnica cuantitativa basada en criterios aplicables directamente al proyecto y con la cual, se pudiera evaluar la magnitud e importancia del impacto.

7.2 Técnica de Evaluación de Impactos

Para la evaluación de los impactos identificados se aplicó una matriz de carácter cuantitativo, en su primera columna se presenta el impacto a evaluar, de la segunda a la décima columna, se presentan los criterios para evaluar dichos impactos los cuales se describen a continuación:

1.- Efectos a corto: Durante la vida útil de un relleno es difícil diferenciar o separar la etapa de construcción de la de operación, debido a que las celdas se van preparando conforme se van operando. Peor aún en el caso de un tiradero a cielo abierto, en el cual no existe preparación ni construcción de celdas de disposición. Es por ello, que los efectos que se evalúen en este rubro son los que se presentan durante la vida útil del tiradero. Son impactos que se presentan en etapas tempranas del desarrollo de la obra, se propician y se manifiestan en un mismo tiempo o en

lapsos de tiempo muy cortos.

2.- Efectos a mediano plazo: *Se evaluarán así los impactos positivos o negativos que se manifiesten posterior a su aparición; pero dentro de la misma etapa del proyecto.*

3.- Efectos a largo plazo: *Se evaluarán así los impactos positivos o negativos que se manifiesten posterior a su aparición; es decir, los impactos podrían generarse en una etapa, y manifestarse en otra etapa del proyecto, aún después de la terminación de actividades.*

4.- Efectos Directos: *Considerados como aquellos que son causados directamente por alguna actividad del tiradero, que ocurren al mismo tiempo y en el mismo lugar donde se generan.*

5.- Efectos Indirectos: *Efectos que se derivan del impacto directo y que pueden manifestarse tardíamente o alejadamente del sitio donde se generan.*

6.- Acumulativos: *Efectos que se suman sobre el ambiente y/o la salud como resultado del impacto de varias actividades del proyecto o cuando se asocia con otras acciones presentes. Estos efectos pueden ser el resultado de acciones individuales menores pero colectivamente significativas, que se verifican en un determinado lugar durante un periodo de tiempo dado.*

7.- Reversibilidad: *Los efectos sobre el ambiente pueden ser reversibles, es decir pueden volverse a las condiciones existentes, una vez que las actividades que los generó se suspendan, o irreversible, cuando las condiciones iniciales no se restablezcan aunque se dejen de realizar las actividades que los originaron.*

Para su evaluación, se considera:

Completamente reversible = 0

Parcialmente reversible = +- 1, +-2

Irreversible = +-3,4 ó 5 (dependiendo de la importancia del impacto).

8.- Controlabilidad: *Mediante medidas adecuadas, los efectos adversos del proyecto pueden ser total ó parcialmente controlables, o bien Incontrolables, evaluándose de la siguiente forma:*

Totalmente controlable +- 1

Parcialmente controlable +- 2, +-3

Incontrolable 4 ó 5 (dependiendo de la importancia del impacto)

9.- Extensión: Los efectos positivos o negativos pueden manifestarse dentro del sitio del proyecto; rebasar sus fronteras físicas abarcando el área de estudio, o sentirse a nivel regional, por lo cual, ello implicará realizar su evaluación, dependiendo del radio de acción.

Extensión (Radio de acción):

Dentro de la zona de proyecto = +- 1

Dentro de la zona de estudio = +- 2, +-3

Dentro y fuera de la zona de estudio = +- 4 ó 5

10.- Duración: Los impactos positivos ó negativos pueden mantener sus efectos en lapsos cortos, o bien, pueden permanecer por largo tiempo, resultando en efectos temporales o permanentes; en el primer caso pueden aparecer cuando actúa el agente que lo produce y desaparecer cuando este cesa; o bien su desaparición puede ser paulatina de acuerdo con la capacidad de autorecuperación de la naturaleza.

De esta forma los impactos de baja duración, serán aquellos que se presenten en alguna etapa de la obra y desaparecen en la etapa siguiente, los impactos con duración media permanecerán durante toda la vida útil del tiradero, cesando cuando esta finalmente termine, la duración se considera alta cuando los efectos se prolongan aún después del cierre del sitio, durante la etapa de estabilización. Lo anterior se evaluó de la siguiente forma:

Duración menor a la vida útil del tiradero = +- 1

Duración igual a la vida útil del tiradero = +- 2

Duración mayor a la vida útil del tiradero (pero no permanente) = +- 3

Permanente +- 4 ó 5.

La escala de valores para calificar los impactos, varía de -5 a +5, de acuerdo con la trascendencia del impacto en el contexto del sistema ecológico o región donde se ubica el proyecto. El signo - significa efecto adverso y el signo + efecto benéfico. Como son 10 las características que se califican, los valores máximos para ambos tipos de efectos pueden ser - 50 y + 50 cuando se efectúa la suma algebraica en un determinado renglón. Por otro lado, se pueden presentar valores negativos y positivos para un mismo impacto, lo que se va a reflejar en el valor del impacto después de efectuar la suma algebraica.

Los criterios anteriormente citados, están tomados de Lizárraga 1981 y han sido modificados en la presente evaluación, para su aplicación a un Sitio de Disposición

Final de Residuos Sólidos. Los criterios que no son fácilmente cuantificables, se aplican de acuerdo a la magnitud e importancia basándose en el conocimiento de la zona de estudio y del desarrollo de las actividades que se realizan en este tipo de obras.

Después de los criterios, se presenta una columna "indicador", la cual es la suma algebraica de la evaluación asignada a cada impacto.

La penúltima columna de la tabla de evaluación de impactos, está destinada para la asignación de un Factor de Peso, el cual tiene el objetivo de reflejar, mediante el análisis de BENEFICIO SOCIAL la importancia de una alteración sobre las demás. De esta forma, dentro de los objetivos para identificar el factor de peso se tomará en cuenta:

- La conservación del medio
- La salud de la población de la Ciudad
- El beneficio en la prestación de servicios
- El bienestar de la comunidad
- Ambito de importancia
- Mejoramiento en la calidad de vida de la población.

Para la evaluación del factor de peso, se ponderan las anteriores características, y se les asigna un peso mejor o igual a la unidad dependiendo de la importancia del impacto con respecto a las características enunciadas. Cabe mencionar que en este sentido cobra suma importancia el radio de Beneficio Social de la obra. El factor de peso será multiplicado por el Indicador total para tener el Valor de Impacto, el cual se presenta en la última columna e indica el valor neto del impacto por cada atributo ambiental evaluado.

En las tablas de la matriz de evaluación de impactos, se especifican en los renglones la alteración que se presentaron en el medio por efecto de la realización de las actividades de la obra; y las que se pueden ocasionar de no planear adecuadamente las actividades de cierre, así como el uso final del sitio. Cada renglón en la matriz de evaluación, representa una alteración que será evaluada en cada columna, en las que se presentan diez criterios de cuantificación.

En la matriz de evaluación, se aprecia el valor relativo de las alteraciones sobre el medio en cada bloque de parámetros evaluados. Al final de la evaluación de cada alteración se cuantificó el impacto global realizando una suma algebraica del valor del impacto.

8. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS.

Aplicando las técnicas descritas en el capítulo anterior, se realizó la identificación y evaluación de impactos. En el Cuadro 5, al final del presente apartado, se presenta la matriz de identificación de impactos y en la Cuadro 6 la matriz de evaluación.

La identificación de impactos se describe por parámetro ambiental alterado, presentándose el impacto y la evaluación del mismo.

8.1 CUERPOS DE AGUA

8.1.1 Calidad de agua superficial.

El sitio de disposición final de Bordo Xochiaca, se encuentra dentro de lo que fue el Lago de Texcoco, cuyas extensas zonas lacustres fueron convirtiéndose en terrenos con charcas someras, que sustentaban vegetación y fauna características de éste tipo de ambientes. Específicamente en la zona de proyecto, las características bióticas y abióticas del sitio, fueron impactadas adversamente desde su utilización como zona de regulación de las descargas de agua provenientes de Ciudad Nezahualcoyotl, y posteriormente como sitio de disposición final de residuos sólidos, dichas actividades alteraron las condiciones originales de la calidad de agua superficial de la zona de proyecto y de la zona de influencia.

Al iniciar la acumulación de residuos sólidos en la zona, no se realizaron actividades de adecuación del terreno como son el desagüe del sitio, relleno con material arcilloso y mucho menos con la colocación de un sello de geomembrana para el control de líquidos. Al iniciar la acumulación de esta manera, los residuos quedaron en contacto con los cuerpos de agua superficiales mezclándose y formando primero una superficie lodosa y posteriormente un sustrato más firme.

El Laboratorio de Contaminación de la entonces ENEP Zaragoza, (1988) actual FES, realizó la caracterización de los lixiviados acumulados en el tiradero de Bordo Xochiaca; los resultados de dicha caracterización presentan al lixiviado como un líquido altamente contaminado, con concentraciones de materia orgánica, sales y metales pesados arriba de los límites establecidos por normas de salud.

Durante la operación, las actividades que afectaron adversamente a la calidad de agua superficial fueron: la descarga y el movimiento de maquinaria, de manera significativa, la acumulación misma de los residuos. Dicho impacto, se presentó a mediano plazo y largo plazo, resultando un impacto directo, y su afectación se limita a la zona del

proyecto, pero de manera permanente.

8.1.2 Calidad del agua subterránea.

Una de las principales afectaciones que la infiltración de los lixiviados pueden generar, es la contaminación de los mantos acuíferos. Los lixiviados como producto de la degradación de la materia orgánica, no sólo poseen una elevada carga orgánica, sino que también presentan altas concentraciones de metales pesados y bacterias coliformes.

El tiradero de Xochiaca, al no contar con un diseño de obra, que permitiera establecer la ubicación de bermas de desvío y cárcamos de captación y extracción de los lixiviados que se produjeron durante toda la vida útil del sitio, permitió que se incrementara el volumen del líquido encharcándose, en primera instancia, en grandes lagunas formadas en las partes más bajas del sitio, y no obstante que parte mínima de estos se evaporaban, en su mayoría permanecían en el sitio infiltrándose poco a poco a través de las capas de basura.

Al no contar con una preparación de la superficie del sitio previa a su operación, que impidiera, por un lado la infiltración, y por otro orientara los escurrimientos a un punto para su captación y extracción, ocasionó que el agua de lluvia que caía sobre la superficie del terreno, y que se acumulaba en las partes más bajas, entrara en contacto con los residuos y formara parte de los lixiviados que se producen, incrementándose con ello el volumen de infiltración de los mismos.

A pesar de que no se tiene evidencia de que exista contaminación del acuífero, se estima que al no existir un sistema de impermeabilización en la zona, al no contar con extracción y tratamiento de lixiviados, el líquido que se ha ido percolando y que se continúa infiltrando, corre el riesgo de llegar a contaminar el acuífero.

Con efecto de poder estimar las posibilidades de infiltración de los lixiviados y estimar el riesgo de contaminar los mantos acuíferos de la zona de estudio, se aplicó el programa Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP), Modelo (versión 2.05) desarrollado por Paul Schroeder of the United States Agricultural Engineering (USA) Waterways Experiment Station. Dicho cálculo, donde se usa el Método de Balance de Agua, lo desarrollaron Thornthwaite and Mather y lo modificó la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency) y se encuentra publicado en EPA Boletín SW- 168, 1975, "Use of the Water Balance Method for Predicting Leachate Generation from Solid Wastw Disposal Sites".

El modelo fue directamente aplicado por la empresa Jones and Neuse, Inc., de los Estados Unidos, específicamente para la zona de proyecto. La estratigrafía del sitio y las características de las capas de sustrato se obtuvieron de Murillo (1991) y D. T. D. S. (1993), y se contó con la revisión del Ing. Rodrigo Murillo para la adecuación a la zona de proyecto. Los datos con los que se alimentó el modelo se presentan en el Anexo B.

Los resultados del modelo, determinan que, dadas la permeabilidades de las capas de arcilla 1×10^{-9} , las características de la precipitación y temperatura (Fig. 7 y 8), las suaves pendientes del terreno (aprox. 2%) y el espesor y profundidad del sustrato en el sitio, incluyendo la capa de residuos depositada (perfil 1 del Anexo B), se calcula que los lixiviados tardarán aproximadamente 36,000 años en llegar a los depósitos profundos del acuífero.

Sin embargo se considera que la acumulación de residuos sólidos en la zona de proyecto, representa un impacto adverso, debido a que no se descarta la posibilidad de existencia de grietas o fracturas que definitivamente disminuirían el tiempo en el que los lixiviados alcanzarían los mantos profundos.

Por lo tanto se identificó como un impacto adverso, debido a que el riesgo de infiltración está presente, pero poco significativo dados los resultados de la aplicación del modelo. Es un efecto a mediano y largo plazo, directamente ocasionado por las actividades del relleno, parcialmente reversible, con extensión de impacto es mayor a la zona de proyecto.

8.2 AIRE

El Valle de la cuenca de México se encuentra rodeada por un sistema montañoso; partiendo del oriente, se encuentra la Sierra Nevada, la sierra de Pitayas, Patlachique, Chichivacutla, Tepozán y Calpulalpan; le sigue al sur el Ajusco y al Poniente Monte Alto y Monte Bajo y la sierra de las Cruces, al norte la sierra de Tepotzotlán y la de Tezontlalpan y Tolcayuca. Además en el centro de la cuenca, la sierra de Guadalupe y la de Santa Catarina.

La dominancia de los vientos se reporta del noreste, los cuales entran por áreas altamente industrializadas de los municipios de Naucalpan, Atizapán, Tlanepantla, Cuautitlán, Coacalco y San Cristóbal Ecatepec. Estos vientos se registran dentro de los tres primeros meses del año lo que provoca las tolvaneras. Sumado a estas emisiones, en el Distrito Federal, se considera que el 40% de la contaminación atmosférica proviene de fuentes móviles, cerca de 2.5 millones de vehículos

automotores. Otro contaminante importante es la defecación al aire libre, que constituye el 30% de la contaminación del aire. El restante 30% proviene, de las fuentes fijas, aproximadamente 30 mil establecimientos industriales. El tipo y cantidad de emisiones contaminantes de estas industrias es muy variable encontrándose dentro de los más comunes, las partículas, dióxido de azufre, óxidos de carbono e hidrocarburos, entre otros.

El problema de la contaminación en la cuenca se agudiza, ya que: por sus propias características geográficas su ventilación es deficiente, los vientos generalmente no alcanzan velocidades relevantes que permitan "barrer" los contaminantes. Además de ello se presenta frecuentemente el fenómeno de inversión térmica y, por si fuera poco, la altura de la Ciudad de México hace también que los procesos de combustión sean deficitarios en oxígeno lo que genera concentraciones mayores de monóxido de carbono e hidrocarburos.

8.2.1 Partículas Suspendidas Totales (PST).

De acuerdo a la normatividad existente, se considera partícula suspendida a cualquier material disperso en la atmósfera, con diámetro hasta 100 μm como polvo, ceniza, hollín, partículas metálicas, cemento, polen y niebla, entre otras (Diario Oficial de la Federación, 1984).

SARH (1983), reporta que en la zona de estudio existían serios problemas de proliferación de partículas producida por las frecuentes tolvaneras en los terrenos abiertos y desprovistos de vegetación. De esta forma, se presentó la operación de Bordo Xochiaca como un tiradero no controlado, lo que conlleva a un incremento de la problemática de la concentración de partículas suspendidas en la zona de estudio.

Los vientos dominantes de la zona son del sureste por lo que atraviesan la zona de estudio acarreado contaminantes, partículas suspendidas y partículas viables a la zona habitacional. Dicho impacto, se presenta desde el inicio de su operación, y se mantiene hasta su cierre. Esto es debido a que el sitio durante toda su vida útil, no se contó con una adecuada cubierta diaria que mitigará el posible esparcimiento de partículas suspendidas.

Estudios realizados en la zona, (D.D.F., 1993), han reportado una alta concentración de partículas suspendidas cercanas a la zona del tiradero.

Durante la operación del tiradero de Bordo Xochiaca, el incremento en la concentración de partículas suspendidas se manifestó debido al ingreso de los

residuos, a las filas de espera para la descarga, a la descarga misma de los residuos, y en general al movimiento de maquinaria y equipo dentro del sitio de tiro, lo cual se identificó como un impacto adverso poco significativo.

El impacto se evaluó a corto y mediano plazo, eliminándose a largo plazo con las actividades de cierre, es un efecto directo, parcialmente reversible, controlable y con duración igual a la vida útil del tiradero.

8.2.2 Partículas viables.

La atmósfera contiene una gran cantidad de partículas viables, dichas partículas pueden ser sólidas y de diversa composición; en ocasiones pueden llevar asociadas una amplia diversidad de microorganismos capaces de producir alergias o enfermedades en las plantas, animales o en el hombre.

Una de las grandes problemáticas que conlleva el manejo de los residuos sólidos es la cantidad de microorganismos que contienen y que se pueden dispersar por un inadecuado manejo (Arteaga, 1987).

La acumulación incontrolada de grandes cantidades de residuos sólidos en Bordo Xochiaca, resultó ser una causante para la proliferación de partículas viables.

En el tiradero de Bordo Xochiaca, la descarga de residuos en la zona, el movimiento de los mismos, la incidencia de vientos y la falta de una cobertura diaria, ocasionó la proliferación de partículas viables en la zona de proyecto, lo cual toma mayor importancia al presentarse la disposición de residuos no solo de tipo municipal sino también hospitalarios.

De acuerdo a lo que reporta Arteaga (1987), en el tiradero de Bordo Xochiaca, se reportan 20 especies de hongos microscópicos; encontrándose 17 Deuteromicetos, 2 Zigomicetos, 1 Ficomiceto. Dentro de las especies reportadas para el tiradero, 4 se reportan como patógenas para el hombre.

Penicillium canadense, *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. candidus* y *Haploglyphium chlorocephalum*.

Por su parte, Salinas, C. (1991) establece que altos niveles de bacterias son característicos de lugares donde se manejan desechos domésticos, debido principalmente a la estado en descomposición de los mismos.

Antes del cierre del sitio, a escasos 200 m al este del límite del tiradero, se construyó un Hospital en el cual inciden fuertemente los vientos al estar rodeado de espacios abiertos, des poblados y desprovistos de vegetación.

Durante la operación del tiradero Bordo Xochiaca, las actividades de descarga, acumulación y la falta de una cubierta esporádica de residuos ocasionó la proliferación de partículas viables, lo cual se identificó como un impacto adverso poco significativo, dado que el sitio de tiro permaneció sin control y como un foco de proliferación de microorganismos por más de 15 años, sumado a ello en la parte sur y este, el sitio se encuentra rodeado por zonas habitacionales altamente pobladas.

El impacto se identificó a corto y mediano plazo, desapareciendo con las actividades de cierre, parcialmente reversible y cuya duración es igual a la vida útil del sitio.

8.2.3 Generación de malos olores.

El problema de generación y recepción de los olores no había sido debidamente tratado, se consideraba que los olores generados por las industrias y otras fuentes, no eran peligrosos y se decían inofensivos. Sin embargo Jain and Urban (1981) citan que los malos olores causan serias molestias a la comunidad las cuales se transmiten en síntomas de náuseas, pérdida del apetito, insomnio, inconformidad con el estatus económico y alteraciones nerviosas.

En el basurero de Bordo Xochiaca, como en cualquier relleno sanitario, el mal olor se debe a los compuestos de bajo peso molecular, muy volátiles, tales como : metilmercaptanos, metilsulfurosos y aminas (Vidales, 1984).

Durante la vida útil del sitio de disposición final Bordo Xochiaca, se generaron malos olores por el constante movimiento de los residuos, acumulación y degradación de la materia orgánica, también por la acumulación de aguas negras y la generación de lixiviados dentro del basurero. Además, la intensidad del olor se incrementa en época de lluvias, y cuando el sitio era expuesto a la quema de residuos.

Según informes de los trabajadores del tiradero, el sitio frecuentemente fue sometido a la quema de residuos con el fin de recuperar subproductos como el cable de cobre. Sin embargo, también pudieron ocasionar éstos incendios la falta de control en la captación y control de biogás que se produce por la degradación de la materia orgánica.

La generación de malos olores ocasionado por el ingreso y la descarga de los residuos, resultaron impactos adversos poco significativos, se identificaron a mediano plazo, controlables, y sus afectaciones se limitan a la zona del proyecto.

8.2.4 Generación de Ruido

El ruido, como una zona de energía, se relaciona con las acciones que realiza el hombre en su vida cotidiana. En muchas ocasiones dichas acciones provocan un nivel de ruido el cual no es tolerable para el mismo hombre, ocasionando que la sensibilidad del oído humano, se vea afectado por la intensidad sonora a que éste se encuentra expuesto (SEDUE, 1989).

Durante la operación del tiradero de Bordo Xochiaca, se identificó un impacto adverso en el nivel de fondo sonoro, debido principalmente al ingreso de los vehículos de transporte de residuos, al movimiento de maquinaria dentro del sitio, sin embargo, ésta afectación se identificó como poco significativa, debido a que el incremento en la intensidad de los decibeles es muy puntual y de corta duración; es decir no se considera una fuente fija y un incremento constante en el nivel de ruido.

La zona de proyecto son espacios abiertos, lo que contribuye a la dispersión de las ondas sonoras, además se encuentra una franja periférica que sirve de amortiguamiento (espacios abiertos), entre el sitio y las zonas habitacionales, resultando un impacto puntual y temporal. Es importante mencionar, que la zona de proyecto se encuentra muy cercana al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, por lo que en muchas ocasiones, el ruido de fondo es mucho más intenso que el que se generó por la operación del tiradero.

Por otra parte, el nivel sonoro laboral, no se vea significativamente afectado debido a que se trataba de espacios abiertos y sumado al ruido de fondo que presentaban las actividades en las zonas aledañas. El impacto se identificó a corto y mediano plazo, siendo un impacto controlable, con extensión dentro de la zona de proyecto y cuya duración es igual a la vida útil del sitio.

8.2.5 Generación de Gases Contaminantes.

Durante la operación del tiradero, el constante ingreso de los vehículos recolectores y camiones de transferencia "transfers", las filas de espera para iniciar la descarga, el movimiento de ésta maquinaria durante la operación del relleno, son actividades que impactaron negativamente la calidad del aire en la zona de proyecto, debido a la

emisión de gases de combustión; dentro de los que se encuentran:

Monóxidos de carbono: *Es un gas incoloro, inodoro e insípido, formado por la combustión de materiales constituidos por carbono. Esta contaminación resultó principalmente de los gases arrojados por el escape de unidades automotores.*

Oxidos de Nitrógeno: *El dióxido de nitrógeno y el óxido nítrico, designados comúnmente como óxidos de nitrógeno o NOx. El óxido de nitrógeno emitido por los vehículos de motor y por los dispositivos fijos de combustión.*

Hidrocarburos: *Son compuestos de hidrógeno y carbono que se forman por la combustión incompleta de combustibles. Este tipo de contaminación proviene en mayor porcentaje, del sector de transporte.*

Oxidos de azufre: *Se desprende en la combustión de los compuestos de azufre presentes como impurezas en muchos carbonos y aceites. El óxido de azufre, en muchas ocasiones se relaciona con las partículas en suspensión ya que tienen un origen común.*

Por su parte, la OPS (1980) reporta que bajas concentraciones de dióxido de azufre pueden causar tanto alteraciones en los procesos pulmonares como daños en vegetación sensible ya que éste contaminante tiene acciones sinérgicas con ozono y dióxido de carbono. Por efectos de la operación en el tiradero de Bordo Xochiaca, el movimiento de vehículos automotores, causa una emisión de gases de combustión.

El impacto a la calidad del aire por efectos de la emisión de gases contaminantes se identificó como adverso poco significativo; y se ocasionó por el ingreso de los vehículos recolectores, por el movimiento de maquinaria y equipo, así como por la acumulación misma de los residuos al dejarse al descubierto. Dicho impacto no resulta significativo debido a que para el funcionamiento del tiradero como tal, (no de la recolección de residuos) la cantidad de maquinaria y el tiempo de permanencia de los vehículos en el sitio no es prolongada. Otro impactante para la calidad del aire identificado, es la generación de biogas el cual permanecerá aún después del cierre del sitio.

Por un lado la percepción del olor característico del biogas no se presenta de manera importante, esto puede ser debido a que los residuos sólidos se encuentren en contacto con grandes cantidades de sales, características de la zona, dichas sales

ocasionan que los residuos sólidos presenten una velocidad de descomposición muy lenta y por ende menores generaciones de biogas. Sin embargo, aunque mínima, concentración representa un impacto y un riesgo de incendio en la zona.

8.3 SUELO

8.3.1 Uso Actual

Antes de que se iniciara la acumulación de residuos, la zona de proyecto se constituía por espacios abiertos cubiertos de charcas someras, sin un uso de suelo definido, sin embargo, la acumulación de los residuos sólidos en la zona, alteró las condiciones naturales del sitio, modificando adversamente las condiciones del mismo. Dichas alteraciones permanecieron y se incrementaron durante toda la vida útil, dándole un poco o nulo potencial para el desarrollo de otras actividades.

El impacto al uso actual del suelo, se identificó directamente por la acumulación de residuos sólidos, presentándose a corto y mediano plazo pero eliminándose al término de la vida útil del tiradero.

8.3.2 Uso Potencial:

La acumulación de los residuos sólidos afectó el uso potencial del sitio, dado que el sustrato que forman los residuos es poco estable y su composición con alta concentración de metales pesados, no constituye el medio adecuado para el desarrollo de vegetación.

La operación del tiradero, y la acumulación misma de los residuos, se identificó como un impacto adverso significativo al uso potencial del sitio, resultando a corto y mediano plazo, de manera directa y con duración igual a la vida útil del sitio.

8.3.3 Usos Adyacentes:

La afectación al uso de suelo adyacente, se presentó por la existencia misma del tiradero, ya que no es grato tener un depósito de basura como vecino, sin embargo, debido a que las zonas aledañas al mismo, fueron espacios abiertos que en un inicio no tenían un uso definido, paulatinamente se ubicaron: una zona habitacional, un hospital y un centro de readaptación social, cerca del lugar.

El hecho de que se realice la operación de un tiradero a cielo abierto, implica un ambiente poco agradable para las áreas colindantes, de esta forma, se tornan en

ambientes poco deseables para el desarrollo actividades.

Durante la etapa de operación del tiradero, el uso de suelo se afectó no sólo por la presencia misma del tiradero, sino por los problemas de generación de contaminantes que pueden migrar hacia suelos aledaños. Los lixiviados, presentan tanto movimientos verticales, como horizontales, dicho flujo podría presentarse a través de grietas superficiales que pudieran comunicarse hacia grietas de perforaciones exploratorias sin sellar y de ahí hacia los estratos permeables a través de un escurrimiento vertical por la perforación o ademe, provocando la contaminación de los acuíferos. Cabe destacar que en la vía sur del camino Peñón Texcoco, área de influencia de la obra, existen un acueducto y pozos perforados hasta 400 m de profundidad, para abastecimiento a la Ciudad de México (D.D.F., 1993), dichos pozos no han sido puestos en operación, por lo que tendrán que ser adecuadamente operados para evitar infiltraciones de líquido contaminantes.

El impacto a los usos adyacentes se identificó como adverso significativo principalmente por la acumulación de los residuos, presentándose a corto y mediano plazo, resultando un impacto parcialmente controlable.

8.3.4 Estabilidad.

De acuerdo a los estudios de Mecánica de suelos realizados en la zona (Tlali, 1983), han estimado que la capacidad máxima que el terreno puede soportar es de 8 a 9 toneladas por metro cuadrado, para condiciones estáticas. De la misma forma, Murillo y García (1978), reportan que la estructura de las arcillas del Lago de Texcoco sufre al principio un incremento de resistencias y después una degradación estructural bajo cargas del orden de 5.2 ton/m², en un lapso entre los 2 y los 5 años. En la zona Federal del Ex-Lago de Texcoco, se han presentado colapsos del terreno de cimentación bajo cargas superficiales del orden de 5 ton /m².

Durante la operación del tiradero de Bordo Xochiaca, se estima, por el área y la altura de la basura, que se alcanzaron cargas promedio de las 4 ton/m² en la zona de relleno, lo cual se encuentra por debajo de la capacidad de carga del terreno reportadas por Tlali, 1983, por lo cual no se identificó como impacto a la estabilidad del terreno, durante la operación del sitio. Sin embargo, se considera que dentro de las actividades de cierre, se podrían incrementar las cargas resultando peligroso para la estabilidad del sitio.

8.3.5 Modificación en el relieve natural del sitio.

La topografía se refiere al aspecto de la superficie terrestre y es sinónimo de relieve. En la zona de estudio la pendiente es mínima, el sitio es plano y de acuerdo a FitzPatrick, (1984), en sitios planos como el de la zona de estudio, existe una tendencia a la acumulación de material en la misma zona, sin embargo, a medida que se incrementa la pendiente, el riesgo de erosión es mayor lo que da como resultado que en pendientes fuertes los suelos sean delgados.

Conforme avanzó la operación del tiradero, y la descarga y acumulación de los residuos aumentaron; el relieve original del sitio se modificó, alterando la topografía natural del sitio. Dicha alteración, se identificó como adversa poco significativa, presentándose a mediano y largo plazo de manera directa, parcialmente reversible.

8.4 VEGETACION.

Antes de la operación del relleno, el sitio presentaba vegetación típica de ambientes lacustres, de acuerdo a la carta de uso de suelo de INEGI, 1983, se reportan como vegetación dominante los tulares, dicha vegetación fue alterada significativamente por el uso del sitio como tiradero de residuos.

8.4.1 Diversidad y Cobertura de especies.

Al iniciar la operación del tiradero, el ingreso de los residuos, la descarga de los mismos, el movimiento de maquinaria así como la acumulación misma de residuos sólidos impactaron adversamente la diversidad de la vegetación que existía en la zona, resultando desplazada por las toneladas de residuos depositados, además el constante movimiento de maquinaria y equipo de operación no permitieron el duradero establecimiento de la vegetación. El impacto se identificó a mediano plazo, parcialmente reversible y con extensión igual a la zona de proyecto.

8.4.2 Especies amenazadas, endémicas y en peligro de extinción.

La zona en la que se desarrolló el tiradero de Bordo Xochiaca, forma parte del Ex-Lago de Texcoco. De acuerdo con los listados que presenta Huerta (1983), la zona de estudio presenta una amplia diversidad de especies, algunas de ellas endémicas y que se han visto alteradas; sin embargo, en la zona de proyecto, dentro de las especies que reporta Rivas (1991) y Taboada (1992) no se encuentran especies amenazadas o en peligro de extinción. Por lo que no se identificó como impacto probable con respecto a este atributo ambiental, no resultando evaluado.

8.5 FAUNA

Antes de la operación del tiradero, la zona de proyecto mantenía características similares a las que se presentaban en todo el Ex-lago de Texcoco; las extensas zonas inundadas y la vegetación típica de la zona, formaron un ambiente muy propicio para el desarrollo de diversas especies faunísticas, sobre todo aves.

8.5.1 Diversidad de especies.

La acumulación de residuos sólidos en la zona, ocasionó el desplazamiento paulatino de la fauna existente en el sitio, por lo cual se identificó un impacto adverso significativo en la disminución de diversidad en el sitio de proyecto.

8.5.2 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción

Dentro de los listados faunísticos que se reportan para la zona de influencia (Anexo A), el grupo más diverso es el de las aves, sin embargo, ninguna de ellas se reporta como amenazada o en peligro de extinción (SEDESOL, 1993), por lo cual, no se identificó impacto significativo con respecto a éste parámetro.

Dentro del desplazamiento de especies que ocasionó la acumulación de residuos en la zona podrían encontrarse especies en algún nivel de protección; sin embargo con el inicio del relleno, hace aproximadamente 15 años, se acelera la migración, por lo que efecto de este rubro se considera como impacto probable.

8.5.3 Fauna Nociva

Durante su operación, el tiradero Bordo Xochiaca, se convirtió en un foco de generación y proliferación de fauna nociva afectando con ello las áreas circundantes, esta alteración se identificó como adversa significativa. Dicho impacto se presenta a mediano plazo, resultando de manera directa pero totalmente reversible.

8.6 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

8.6.1 Empleo.

Durante la etapa de operación, la contratación de mano de obra, se identificó como un impacto benéfico dada la generación de empleos para la transportación de los residuos y el movimiento de maquinaria y equipo. Además, en las actividades de la pepera la gente emplea su mano de obra para recopilar subproductos que posteriormente venderán.

El beneficio se identificó a mediano y largo plazo, de manera directa y que permanecerá durante la vida útil del tiradero e incluso durante el período de cierre.

8.6.2 Salud.

La acumulación incontrolada de los residuos sólidos durante la operación del tiradero, ocasionó la proliferación de fauna nociva vectora de enfermedades, y de microorganismos patógenos, lo cual se identificó como un impacto adverso. Sobre todo resultó afectada la salud laboral, al existir pepenadores en el sitio, los cuales laboran sin ningún control sanitario. El impacto se identificó como adverso significativo a corto y mediano plazo, con duración igual a la vida útil del tiradero.

8.6.3 Recreación.

Durante la operación del tiradero Bordo Xochiaca, no se presentaron oportunidades para recreación en el sitio, dado que las actividades propias de la operación así como las condiciones sanitarias del mismo impedían el desarrollo de actividades recreativas cerca del mismo, por lo que se identificó como un impacto probable.

8.6.4 Economía Local.

Considerando la economía local, como todo cambio en los ingresos económicos que por cuestiones de operación del tiradero pudiera estar incidiendo en los habitantes del mismo. Se estimó como impacto benéfico, con respecto a éste parámetro, la venta de subproductos por parte de los pepenadores que resultaba en un beneficio económico para los habitantes del sitio, beneficiando a 142 familias.

8.6.5 Condiciones de vida.

Para medir la afectación al bienestar, concepto tan subjetivo y tan difícil de valorar; sin embargo es un parámetro importante al que finalmente tienden la mayoría de los proyectos.

En ocasiones es conveniente tomar como referencia al paisaje, ya que es indudable que no es otra cosa que la suma de una serie de componentes que crean una cierta imagen de percepción en el ser humano, desde este punto de vista la operación del tiradero Bordo Xochiaca, ocasionó un impacto adverso en la zona, ya que la imagen que proyecta un tiradero de basura no es agradable a la población, este hecho se identificó como impacto adverso poco significativo. Sin embargo, la oportunidad que brindó Bordo Xochiaca de concentrar los residuos de todo el municipio de

Nezahualcoyotl en un sitio, y con ello disminuir la posibilidad de la creación de tiraderos clandestinos, se identificó como un impacto benéfico, es por ello que dentro de la matriz de evaluación se presentan tanto factores positivos como negativos.

CUADRO 5. MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

SIMBOLOGIA		OPERACION									
		Ingreso de los residuos sólidos	Fija de espara	Preparación para descharge	Descarga de residuos	Movimiento de maquinaria	Salida de vehículos	Separación de subproductos	Venta de subproductos	Acumulación de residuos sólidos	Cubierta asfáltica
1 CUERPOS DE AGUA											
	1.1 - Calidad de agua superficial			a	a					A	a
	1.2 - Calidad de agua subterránea				a						a
2 CALIDAD DEL AIRE											
	2.1 - Partículas suspendidas	a	a	a	a	a	a				
	2.2 - Partículas viables			a	a	a	a				a
	2.3 - Olores			a	a	a					a
	2.4 - Fondo sonoro			a	a	a					a
	2.5 - Oseas contaminantes	a	a	a	a	a					a
3 SUELO											
	3.1 - Uso actual										A
	3.2 - Uso potencial										A, P
	3.3 - Usos adyacentes							a			A
	3.4 - Estabilidad										P
	3.5 - Relieve					a					a
4 VEGETACION											
	4.1 - Diversidad de especies		a	a	a	a					A
	- Cobertura		a	a	a	a					A
	- Esp. amen., endem. o en peligro	X									
5 FAUNA											
	- Esp. amen., endem. o en peligro										X
	- Especies migratorias										X
	- Fauna nociva										A
6 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS											
	6.1 Empleo										D
	6.2 Salud laboral							A			a
	- Salud pública										A
	6.3 Recreación	X									
	6.4 Economía local								D		
	6.5 Paisaje				a						a
	6.6 Condiciones de vida										a, b



CUADRO 6 MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL TIRADERO DE RESIDUOS SOLIDOS BORDO PONIENTE													
IMPACTOS	EFECTOS A CORTO PLAZO		EFECTOS A MEDIANO PLAZO		EFECTOS A LARGO PLAZO		EFECTOS SOCIALES		EFECTOS ECONOMICOS		EFECTOS AMBIENTALES		
	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	PLAZO	
1 CALIDAD DEL AGUA													
1.1 - ALTERACION DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	0	-1	-3	-2	0	-1	-2	-2	-2	-4	-17	0.6	-10.3
1.2 - ALTERACION EN LA CALIDAD	0	-1	-3	-2	-1	-1	-2	-4	-3	-3	-19	1	-19
2 AIRE													
2.1 - INCREMENTO DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES	-1	-2	0	-2	0	-1	-1	-1	-1	-1	-13	0.6	-6.6
2.2 - INCREMENTO DE PARTICULAS "RESPIRABLES"	-1	-2	0	-1	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-13	0.4	-6
2.3 - OBRERACION DE MALOS OLORES	0	-2	0	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-10	0.6	-6
2.4 - INCREMENTO DE RUIDO	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	-1	-2	-7	0.2	-4.6
2.5 - INCREMENTO EN GASES CONTAMINANTES	0	-1	-2	-1	-3	-1	-2	-1	-2	-3	-16	0.3	-6.6
3 SUELO Y MORFOLOGIA													
3.1 EFECTO USO ACTUAL DE SUELO	-1	-2	0	-2	0	-2	-1	-3	-2	-2	-10	0.2	-4.3
3.2 MODIFICACION USO POTENCIAL DEL SUELO	-2	-2	-1	-1	0	-1	-3	-2	-2	-1	-16	0.7	-11.3
3.3 MODIFICACION USOS ADYACENTES	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-2	-12	0.2	-7.2
3.4 MODIFICACION EN LA ESTABILIDAD	0	-1	-1	0	-2	-2	-2	-3	-1	-4	-16	0.3	-6
3.5 MODIFICACION AL ALIVIE DEL SITIO	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-4	0.2	-1.8
4 VEGETACION													
4.1 ALTERACION DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES	-1	-2	-1	-1	0	0	-1	-1	-2	-2	-10	0.2	-3
4.2 ALTERACION DE LA COBERTURA	-1	-3	-1	-1	0	0	-2	-2	-1	-1	-13	0.6	-7.6
4.3 AFECTACION A LAS ESPECIES ENDemicas O EN PELIGRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0
5 FAUNA													
5.1 AFECTACION A LAS ESPECIES ENDemicas O EN PELIGRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0
5.2 ALTERACION DE SU MORFOLOGIA	0	-2	-1	0	-1	0	-1	-1	-2	-2	-10	0.3	-3
5.3 PROLIFERACION DE FAUNA NOCIVA	0	-1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-6	0.3	-3
6 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS													
6.1 INCREMENTOS EN EL EMPLEO	0	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-11	0.3	-3.3
6.2 AFECTACION A LA SALUD LABORAL	-1	-2	0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-13	0.6	-10.6
6.3 AFECTACION A LA SALUD PUBLICA	-1	-2	0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-13	0.6	-11
6.4 OPORTUNIDADES DE EDUCACION	-2	-2	-1	-1	0	0	2	-1	-1	-1	-11	0.7	-9.3
6.5 MODIFICACION A LA ECONOMIA LOCAL	0	2	0	1	1	0	1	-	1	2	9	0.3	2.7
6.6 MODIFICACION EN EL PAISAJE	-1	-2	2	-1	-1	0	1	2	2	3	6	0.4	2.4
6.7 MODIFICACION A LA CONDICIONES DE VIDA	-1	-3	2	0	0	0	-2	0	2	-1	-3	1	-1
TOTAL												-110.6	

9. MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACION DE IMPACTOS IDENTIFICADOS.

A pesar de que algunos impactos presentados por la incontrolada acumulación de residuos sólidos en el Tiradero de Bordo Xochiaca, se identificaron como irreversibles, muchos de ellos pueden ser controlados y/o mitigados en la medida que se presente un adecuado cierre sanitario del sitio.

De esta forma, las actividades de cierre del tiradero representan un importante forma de control de impactos. El proyecto de cierre debe considerar en forma general, la realización de obras de ingeniería para reintegrar al espacio urbano el predio utilizado, e implementar las medidas de control de afectación del entorno, complementándolas con un programa de monitoreo ambiental que permita la evaluación de las emisiones de contaminantes.

La principal problemática en el cierre de un tiradero, es la coordinación entre las diferentes partes involucradas en la operación actual, la planeación operativa para dejar de recibir los residuos sólidos y su orientación hacia un nuevo sitio, los costos que implica el evaluar los problemas geohidrológicos, geológicos y ambientales, las organizaciones o instituciones interesadas en el uso posterior del terreno.

Sin embargo, de no realizarse un adecuado cierre tiradero de Bordo Xochiaca, muchos de los impactos ocasionados durante la operación no podrán ser mitigados ocasionándose problemas adicionales. Por lo tanto las medidas de mitigación se orientan hacia un adecuado cierre sanitario del sitio.

Las actividades que se proponen para el cierre del sitio son:

9.1 Definición del volumen de ingreso.- Estimar de acuerdo al número de viajes y el tipo de vehículo recolector, las toneladas que ingresan diariamente al sitio, además de estimar retrospectivamente, el ingreso de residuos al mismo.

9.2 Infraestructura Instalada.- Definir condiciones y operatividad de la infraestructura del sitio; caseta de vigilancia, oficina de control de personal, condiciones y número de vivienda en el sitio.

9.3 Volúmenes del material de cubierta .- Se estimará el volumen de material de cubierta que será necesario utilizar para colocar no sólo la cubierta diaria, sino también la cubierta final.

9.4 Diseño de los pozos de venteo de biogas.- Dada las características de la degradación de la materia orgánica y la producción de biogas, se deberán diseñar los pozos de venteo, además de especificar el número necesario y ubicación, de tal forma que cubran la generación de biogas que se presente en toda la zona del proyecto.

Un sistema perimetral de captación y venteo de biogas, evitará la migración de biogas a zonas aledañas y posibles riesgos de incendio. Los sistemas de este tipo, tienen los pozos muy cerca, y permiten mayor entrada de aire dentro del relleno a través de la superficie final, para asegurar que están sacando todo el biogas e impedir la migración de fuera del sitio.

9.5 Topografía Final.- Es importante que dentro del diseño, se detalle la topografía del sitio, una vez colocada la cubierta final. Con ello, se podrá establecer la pendiente que tendrá la superficie del sitio, los escurrimientos y evitar las posibles zonas de encharcamiento.

9.6 Obras de Desvío y Captación de aguas pluviales.- En el cierre final del relleno, las obras de desvío y captación de aguas superficiales, tendrá como finalidad:

Reducir en lo posible la cantidad de agua que llegue al sello final, evitando con esto la erosión y la pérdida del material de cobertura, además de disminuir la posibilidad de infiltración de líquidos con el consecuente incremento en el volumen de generación de lixiviados.

Se debe captar y desviar las aguas cuyo escurrimiento hacia la zona sea inevitable.

Conducir las aguas fuera del sitio, evitando por un lado que el agua circule en cantidades excesivas destruyendo el material de cubierta final.

Evitar derrumbes y deslizamientos por la saturación excesiva de agua.

9.7 Programa para el control de fauna nociva.- Se deberá plantear un programa de monitoreo, en el cual se estipule la frecuencia de supervisión de la zona con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva.

Con respecto a las especies silvestres, es importante mencionar que de acuerdo al Calendario Cinegético 93-94, la zona del Vaso del Lago de Texcoco, se tiene

considerada como área vedada a la cacería. Por lo cual, se considera necesario la colocación de una malla que limite el acceso a la zona federal.

9.8 Identificación de zonas de trabajo actuales.- Como parte de la planeación de un cierre, se deben tener perfectamente establecidas las zonas de trabajo actuales, de tal forma que se puedan identificar las diferentes áreas de depósito que existen en el sitio; con lo cual se podrá establecer cual área del tiradero demandará mayor atención. Por ejemplo zonas cuyo depósito de materia orgánica haya sido mayor, seguramente demandará mayor cantidad de pozos de biogas, o zonas cuya profundidad y volumen de residuos sea mayor, demandará más atención en la estabilidad de taludes finales.

9.9 Ubicación de áreas de colección de lixiviados.- Tomando en cuenta la topografía, pendientes, tipo de material depositado, edad de los residuos, deberá de definir las zonas más favorables para la colecta de lixiviados.

9.10 Caracterización de los lixiviados.- La realización de la caracterización de los lixiviados, permitirá establecer contaminantes presentes en estos líquidos y las concentraciones de los mismos, lo cual podrá ayudar al establecimiento del tipo de tratamiento que sea necesario.

9.11 Tratamiento de los lixiviados.- Con las características de los lixiviados, y el apoyo de un modelo (como el HELP) para el cálculo del volumen que se genera de estos líquidos, se podrá establecer el tratamiento más adecuado que se les deberá brindar.

Alternativas para el tratamiento de los lixiviados, podrían ser:

La captación de los lixiviados y su traslado a la planta de tratamientos de lixiviados que se proyecta operar en el tiradero de Bordo Poniente.

La recirculación de los mismos dentro de las "celdas" de residuos, de tal forma que se fuera dando una depuración natural de contaminantes.

9.12 Estudio de Mecánica de suelos.- La aplicación de una fuerza en una superficie determinada implica una resistencia al cambio, cuando la presión es superior a la resistencia, se producen deformaciones que van de acuerdo al tipo de material. El estudio de mecánica de suelos definirá, entre otras cosas, la capacidad de carga, que la superficie del tiradero podrá soportar sin que se presenten deformaciones importantes. Dicho estudio será de mucha importancia al definir las construcciones que se pretendan desarrollar posterior al cierre, así como el cálculo de las dimensiones de las celdas.

Las perforaciones en la zona, permitirán establecer la permeabilidad del sustrato a diferentes profundidades y el tipo de material que se encuentra en la zona de proyecto.

9.13 Estudio Geológico y Geohidrológico.- *Permitirá conocer la conformación de materiales en la zona, espesores y posibles fracturas. También se deberá establecer la profundidad del manto freático del sitio.*

9.14 Evaluación del material de sello.- *La colocación de un sello, tiene por objeto el impedir, en la medida de lo posible, la infiltración de agua de lluvia a las capas de residuos, proporcionar un medio para el desarrollo de vegetación en la zona; por lo tanto, se recomienda que la cubierta final del sitio se realice con 30 cm de arcilla compactada y 30 cm de tierra vegetal, sin embargo, estos espesores, se deberán definir en el proyecto de diseño contemplando la pendiente de las celdas.*

En caso necesario, se deberá especificar el banco de material del cual se extrairá la tierra necesaria para la cobertura final.

9.15 Programa de reubicación de los pepenadores.- *Se deberá desarrollar, un programa para la reubicación de los pepenadores, de tal forma que las familias que viven en el sitio, tengan una alternativa de vivienda y empleo.*

9.16 Programa de monitoreo.- *Dentro del diseño del cierre del tiradero, se deberá definir un programa de monitoreo en la zona, en el cual se estipule la frecuencia de monitoreo de biogas, lixiviados, fauna nociva y estabilidad de los taludes. También se podrá incluir en dicho programa, el método de evaluación y el responsable de realizarlo.*

10. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS POR LAS CONDICIONES REALES DEL CIERRE.

Durante los recorridos a la zona de proyecto, se han podido establecer las condiciones y las actividades que se realizar en el cierre. Algunas de estas acciones están orientadas dentro de las que se presentan en el capítulo anterior, y que de alguna forma mitigan los impactos presentados durante la operación; sin embargo, la carencia en la realización de otras actividades implican la permanencia de impactos.

Dentro de las actividades de cierre que mitigan los impactos presentados, se encuentra: La conformación de taludes, la colocación de un sello y una capa de material vegetal para el sosten de vegetación, la colocación de caneletas para la captación de aguas pluviales, la construcción de vialidades y la orientación del sitio para uso recreacional.

Sin embargo, existen otras actividades que se deberían realizar dentro del cierre y que actualmente no se presentan como obras en desarrollo. Las implicaciones de la descripción de dichas actividades, se especifican a continuación:

10.1 HIDROLOGIA

Calidad de agua superficial

Etapas de clausura: La alteración de la calidad de agua superficial, se presentó durante la operación del sitio, de esta forma las actividades de clausura no representaran impacto a este atributo ambiental.

Etapas de pos-clausura: De no presentarse el mantenimiento necesario después del cierre, para permitir que la conformación de los residuos se mantenga con taludes de 3:1 y pendiente mínima del 2%, la degradación de la materia orgánica provocará que se formen depresiones en las celdas lo que ocasionará la acumulación de agua en la superficie de las mismas y su posterior infiltración.

El área de estudio se encuentra registrada en algunas publicaciones (Huerta, 1983) como zona de tular, el suelo, formado típicamente por arcillas (Murillo, 1978), propicia la formación de zonas de encharcamientos, y en muchas ocasiones se utilizaron dichos terrenos para la regulación de descargas de aguas. Aunque generalmente, las arcillas por su baja permeabilidad, forman un factor importante para la elección de un sitio para ser destinado a relleno sanitario, definitivamente las medidas de control que

se aplique a cada proyecto son determinantes. Bordo Xochilaca, al no contar con medidas de control, los encharcamientos que pueden formarse, podrían entrar en contacto con los residuos sólidos lo que ocasiona serios problemas de contaminación, entre otros, la generación de malos olores, proliferación de moscas y mosquitos vectores de enfermedades.

Debido a la falta de una planeación adecuada para llevar a cabo, no sólo el cierre, sino también el saneamiento del tiradero de Bordo Xochilaca, algunos de los impactos identificados durante la vida útil del sitio, permanecerán por mucho tiempo, en su mayoría resultando irreversibles o poco controlables.

Actualmente, el diseño de cierre del sitio, no considera la colocación de drenes perimetrales, colectores internos o cárcamos de extracción y bombeo, lo que ocasionará la paulatina acumulación del líquido en la superficie y su posterior infiltración.

Al presentarse altos niveles de lixiviados en el sitio, y no prever sistemas de captación y control de lixiviados, se podría producir un flujo lateral, escapando los lixiviados y provocando contaminación de suelos aledaños, aire y la presencia de fauna nociva.

A consecuencia de la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos depositados. Como resultado de dichos asentamientos existirán depresiones topográficas, primeramente en la parte central del sitio de disposición y posteriormente se manifestarán a nivel de toda la zona del proyecto, lo cual favorecerá la acumulación de agua de lluvia en la superficie y su consecuente infiltración a través de las capas de basura. Dicho impacto es adverso significativo irreversible; sin embargo podría ser controlable.

Se identificó un impacto adverso significativo con respecto a la calidad del agua superficial, ocasionado durante la operación del sitio, dicho impacto se identificó como directo, acumulativo, irreversible, no controlable, y se estima que su extensión podría ser superior al área del proyecto y permanente.

Calidad de agua subterránea

Etapas de Cierre: *No se identificaron impactos ocasionados directamente por las actividades de cierre, que no hayan sido iniciados en la operación misma del sitio. En el cierre se identificaron como medidas preventivas, la conformación de taludes,*

construcción de cunetas, rellenos y compactaciones.

Etapas Pos-clausura: No se identificaron impactos originados en esta etapa y que pudieran afectar los cuerpos de agua subterráneos. La evaluación de las alteraciones indica que el impacto hacia la calidad del agua subterránea inició en la etapa de operación, es directamente ocasionado por la acumulación incontrolada de los residuos sólidos y puede tener consecuencias secundarias tardías o alejadas del sitio de su generación. Se considera un impacto irreversible, debido a que aún después de clausurado del sitio, no se eliminará el peligro de contaminación al manto; resulta importante mencionar que el impacto pudiera ser controlable, sin embargo el costo y la tecnología que ello implica, no están considerados dentro del proyecto de cierre. La extensión del impacto será no sólo en la zona de proyecto, sino que puede presentarse dentro y fuera de la zona de estudio, el efecto permanecerá aún después de terminada la vida útil del sitio.

10.2 AIRE

Partículas Suspendidas Totales

Etapas de Cierre: Se identificó un impacto adverso poco significativo en el incremento de la proliferación de partículas suspendidas, ocasionado por: el traslado de material de cubierta, movimiento de maquinaria y equipo, la conformación de taludes así como el relleno y nivelaciones. De esta forma, se identificaron también como acciones preventivas para la mitigación de impactos, la colocación de pasto y el sembrado de árboles.

Etapas pos-cierre: No se identificaron incrementos en la proliferación de PST, ocasionadas por las actividades que se pretenden realizar después de la clausura del sitio.

Partículas Viables

Etapas de Cierre: Solamente la conformación de taludes, podría ocasionar la proliferación de partículas viables, dado que para ello es necesario el movimiento del material dispuesto; sin embargo, esta actividad será muy puntual y se desarrollará en corto tiempo. Por otro lado, se identificaron como actividades preventivas, la colocación de material de sellado y la colocación de material de cubierta vegetal.

Etapas de pos-clausura: En esta etapa, no se identificarán actividades que pudieran conllevar a un incremento en la generación de partículas viables.

Generación de Gases Contaminantes

Etapa de Cierre: Se presentarán las emisiones a la atmósfera de gases de combustión, por el uso de maquinaria y equipo. Sin embargo en esta parte el efecto es poco significativo, debido a que es muy puntual y temporal.

Efectos Pos-clausura: Los impactos a la calidad del aire pos-clausura del sitio, permanecerán por efecto de la generación de biogás. Dicho efecto le asigna el carácter de permanente a la presencia de dicho impactante, ya que la curva de generación de biogás presenta sus niveles picos después de 5 años de haber iniciado la disposición, sin embargo, este factor depende de las características tanto de la basura como del sitio.

La emisión de contaminantes atmosféricos por efecto de la operación del tiradero de Bordo Xochiaca, se presentó desde el inicio de la vida útil del sitio, disminuyendo en la etapa de clausura, pero manteniéndose aún después del cierre del sitio, se trata de un efecto directo, en cierta forma controlable, cuya afectación se prevé dentro de la zona de estudio y con una duración permanente, por el efecto del biogás.

Generación de Ruido.

Etapa de Cierre: Las actividades que podrían ocasionar incrementos considerables en los niveles de ruido, sería la explotación de los bancos de material para la extracción de material de cubierta y el traslado del mismo al tiradero, ya que a pesar de que no se conoce el sitio de explotación, dichas actividades, podrían ocasionar aumento en los niveles de ruido, sin embargo, estos serían temporales y en ocasiones se mezclarían con el ruido de fondo.

Etapa de Pos-clausura:

Después de terminadas la clausura del sitio, las actividades recreativas que se pretenden desarrollar no representan fuentes importantes de generación de ruido, dado lo cual no se identificaron impactos adversos en esta actividad y por este parámetro.

La evaluación global de este parámetro, indica que el mayor impacto por generación de ruido, se presentó en la etapa de operación disminuyendo en la etapa de cierre y

desapareciendo en la etapa pos-clausura del sitio, es un efecto directo, es un impacto controlable, que sólo se presenta dentro de la zona de proyecto, de manera temporal.

Generación de malos olores.

Etapa de Cierre: *Únicamente la conformación de taludes, por el movimiento de residuos, podría ocasionar la generación de malos olores, sin embargo este impacto es poco significativo, debido a que la conformación de taludes, es una actividad temporal y a pesar de que se realiza el movimiento de residuos, se coloca inmediatamente la cubierta de tierra como sello final.*

Etapa Pos-cierre: *Una vez colocada la capa final de tierra, la generación de malos olores disminuirá significativamente. Sin embargo, no se frenará la degradación paulatina de la materia orgánica y los gases producto de dicho proceso seguirán liberándose.*

La evaluación de dicho impacto indica que el efecto se presentó mayoritariamente en la etapa de operación, disminuyendo significativamente en la etapa de clausura y percibiéndose de manera permanente después de ésta. Es un efecto indirecto, pero controlable.

10.3 SUELO

Uso Actual

Etapa de Cierre: *La alteración en el uso de suelo que se presentó durante la etapa de operación, permanece durante ésta etapa; por lo cual, dentro de las actividades de cierre, no se prevén cambios en el uso de suelo que no hayan sido identificados en la etapa de operación.*

Etapa de Pos-cierre: *Dentro de las actividades que se desarrollarán en después del cierre del sitio de proyecto, se estima que la adecuación del sitio para realizar actividades recreativas y deportivas, lo cual brindará un cambio favorable para la utilización del uso de suelo en la zona, dichas actividades se identificaron con benéficas.*

La evaluación global con respecto al uso de suelo, indica un impacto negativo a éste parámetro en la etapa de operación del proyecto, dicha afectación disminuye en la etapa de cierre. Finalmente con el uso recreativo que se le dará al sitio, una vez terminado el cierre, se evaluó un impacto benéfico, indirecto debido a que el beneficio

no se presenta por la operación del tiradero sino por su saneamiento y su adecuación como zona deportiva.

Es una alteración que se manifestó como reversible, partiendo de que originalmente, el sitio no contaba con un uso de suelo definido y su utilización se definirá como área recreativa, cuya duración se reporta mayor a la vida útil del proyecto.

Uso Potencial

Etapa de Cierre: Se identificó como impacto benéfico para el uso potencial del sitio, la construcción de caminos, la instalación de infraestructura como alumbrado y vialidades internas, así como la colocación de la cubierta final. Lo cual debido a que la realización de dichas actividades beneficiarán el cambio de uso de suelo a una zona recreativa.

Etapa de Pos-cierre: El cambio de uso de suelo que se tendrá al realizar el cierre del tiradero, se identificó como un impacto benéfico.

La evaluación global de este parámetro, indica su alteración en la etapa de operación, disminuyendo en la etapa de cierre, resultando con efectos indirectos acumulativos, parcialmente reversibles y controlables y con duración mayor a la vida útil del proyecto.

Usos Adyacentes.

Etapa de Cierre: Se identificaron como impactos benéficos sobre el uso de suelo de las zonas adyacentes, las actividades realizadas en el cierre, como son la instalación de infraestructura y la colocación de vegetación y espacios para la realización de actividades deportivas, este impacto será poco significativo, debido a que se crearán los espacios, pero no se aprovecharán hasta la siguiente etapa.

Etapa de Pos-clausura: Se identificó como benéfico significativo, para las zonas adyacentes la operación de las áreas recreativas con la clausura del tiradero. De esta forma se disminuirá el impacto que actualmente se presenta en las áreas aledañas como el Centro de Salud ubicado en la parte este, cercana al sitio.

Estabilidad

Etapa de Cierre: Uno de los impactos adversos significativos que se podrían presentar en la etapa de cierre, podría ser con la construcción de un gimnasio planeado en la zona central del área del proyecto, ya que de no realizarse un cálculo adecuado no sólo de la carga de los residuos, sino también de la carga de la estructura del gimnasio, podría ocasionarse una desestabilización del terreno de acuerdo como lo reporta Murillo, 1978.

Etapa de Pos-Clausura: Para efectos de la estabilidad de terreno, después de las obras de clausura, no se identificaron actividades que pudieran afectar este atributo, sin embargo, podría ser la etapa en la que se presentarían los efectos de las obras de cierre.

La inestabilidad del terreno, podría presentar los siguientes efectos que reporta Murillo (1991) para la zona del Ex-Lago de Texcoco.

Al presentarse cargas de 5 a 10 Ton/m², se puede provocar: Fallas del terreno natural y rellenos que afecte desde la superficie hasta los 55 o 60 m de profundidad, lo que producirá la pérdida del confinamiento de los residuos y su consecuente exposición.

El sitio de estudio forma parte de una zona lacustre, en esa región, se presentan asentamientos inducidos por dos causas: el hundimiento regional que se produce en las formaciones arcillosas debido a la extracción de agua subterránea y los asentamientos provocados por el propio peso de la basura que ocasionan la consolidación de las arcillas de manera general en la zona de proyecto.

De acuerdo a Murillo (1991), al presentarse los asentamientos más fuertes en la parte central de la zona lacustre y menores valores en la parte norte, paulatinamente se produce una contrapendiente topográfica que reduce la capacidad de conducción del Dren General.

Incrementándose estos asentamientos por la localización del tiradero de Bordo Xochiaca que se encuentra en el límite sur de la Zona Federal. Esta situación limitaría la capacidad de flujo del sistema hidráulico del ex-lago al producir una disminución progresiva de la pendiente hidráulica y en consecuencia, de la eficiencia del drenaje de una parte importante de la Ciudad.

Al reducirse la eficiencia de desfogue de la Zona Federal, se pueden presentar remanso hidráulico e inundaciones en las zonas bajas sobre todo en época de lluvia. Esta

situación puede provocar que las aguas residuales y pluviales se introduzcan en el sitio de tiro mezclándose con los residuos incrementando la cantidad de lixiviados del sitio.

Murillo (1991), refiere, que se pueden producir deterioro estructural por deformaciones tangenciales del suelo después de 2 a 5 años de colocada la carga, y en lugar de aumentar la consolidación del suelo, puede disminuir.

Se estima que los asentamientos del terreno por peso de los residuos pueden alcanzar magnitudes de 3.5 m en la zona de los rellenos de Bordo Poniente (TGC, 1991), lo que modifica las condiciones de flujo superficial. En la zona del tiradero de Bordo Xochiaca, los residuos han sido acumulados por más de 15 años, alcanzando profundidades de aproximadamente 5 m, por lo que los hundimientos en esta zona de presentarán paulatinamente, aún después de haber concluido la vida útil del tiradero.

Modificación del Relieve Natural

Etapa de Cierre: La conformación de taludes para el confinamiento de los residuos, delimitó la topografía final del sitio. Resultando una alteración al relieve original del sitio, de carácter permanente.

Etapa de Pos-Cierre: Las modificaciones en el relieve natural del sitio, se iniciaron en la operación y finalizaron con las actividades de cierre; por lo cual no se identificaron alteraciones en la etapa pos-cierre.

La evaluación global de dicho impacto, indica que es una alteración directa por la disposición de residuos, acumulativa desde el inicio de operaciones, irreversible, no controlable, con extensión menor a la zona de proyecto, pero de carácter permanente.

10.4 VEGETACION

Diversidad y Cobertura de especies

Etapa de Cierre: Con la operación del tiradero, la vegetación original del sitio ha desaparecido, sin embargo, iniciaron la colonización de la zona nuevas especies, en su mayoría de tipo secundario que resisitlan las condiciones adversas que presentaba el sitio. También durante la operación, se desarrollaron estudios sobre la introducción de especies resistentes en la zona; sin embargo todo esfuerzo se vió repentinamente afectado por el apresurado cierre.

Al realizarse el cierre, con el movimiento de maquinaria y la conformación de taludes se afectó adversamente la vegetación secundaria existente, la importancia de dichas especies radicaba en la posibilidad de colonizar los grandes terrenos que quedan después del uso de un sitio como tiradero, con especies que no requieran elevados costos de mantenimiento y sobretodo que permitan una recuperación real de la zona.

Etapa de Pos-Cierre: *Contrario a los impactos que se presentaron a la vegetación durante la etapa de operación y cierre, después de las actividades de clausura y con la colocación de una cubierta vegetal y los planes de mantenimiento para uso recreativo de la zona, se estimó un impacto benéfico poco significativo a la vegetación por efecto de la introducción de nuevas especies.*

La evaluación global de éste parámetro, indica su alteración en etapa de operación del sitio, resultando un efecto directamente ocasionada por la ocupación del sitio como tiradero de residuos, considerándose un efecto acumulativo, irreversible, cuya extensión es la zona de proyecto.

Especies Amenazadas, endémicas y en peligro de extinción.

Etapa de Cierre: *No se estimó impacto, dado que ésta etapa, la vegetación que permanece es de tipo secundario y no queda incluida en ningún tipo de protección especial.*

Etapa de Pos-Cierre: *No se identificó impacto a las especies, raras, amenazadas, endémicas o en peligro de extinción en esta etapa de la evaluación.*

La evaluación de éste impacto, indica una posible alteración en la etapa de operación, dado los reportes de especies en estatus especial en las zonas aledañas, sin embargo, estrictamente en la zona de estudio, no se cuenta con reportes de la existencia de estas especies. Sólo se identificó un posible efecto indirecto.

10.5 FAUNA

Diversidad de especies.

Etapa de Cierre: *Se plantea la colocación de una cubierta final de tierra, lo cual se identificó como un impacto benéfico poco significativo, dado que permitirá la introducción de vegetación y por ende el paulatino desarrollo de nuevas especies en la zona de proyecto.*

Etapa Pos-Cierre: El mantenimiento que se plantea realizar a la zona de proyecto, una vez que sea utilizada como zona deportiva, se identificó como benéfica poco significativa, ya que de alguna manera se permitirá la permanencia de la vegetación que brindará un hábitat para muchas especies.

Especies amenazadas, endémicas y en peligro de extinción.

Etapa de Cierre: No se identificó impacto en este rubro.

Etapa Pos-Cierre: No se identificarán impactos en este rubro.

Fauna Nociva

Etapa de Cierre: La compactación y la colocación de la cubierta final, se identificó como un impacto benéfico, dado que se eliminaría el foco de proliferación de fauna nociva.

Etapa Pos-Cierre: No se identificó impacto en éste rubro.

10.6 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

Empleo

Etapa de Cierre: La generación de empleo se identificó un impacto benéfico, dado la necesidad de utilizar mano de obra para realizar el traslado de material, el movimiento de maquinaria y equipo, la colocación del material de cubierta, la construcción del gimnasio, la instalación de alumbrado y la construcción de áreas deportivas.

Etapa Pos-cierre: Al utilizar la zona como una área recreativa, no se prevé un impacto en la generación de empleos.

Salud

Etapa de Cierre: La colocación de la cubierta final minimizará la posibilidad de la proliferación de fauna nociva y microorganismos patógenos, por lo cual no se identificaron impactos para el presente parámetro.

Etapa Pos-cierre:

Recreación.

Etapa de Cierre: No se identificaron impactos en el presente rubro

Etapa Pos-cierre: La utilización del sitio como área verde, y espacio deportivo y recreativo, beneficiará significativamente a la población aledaña, dado que brindará una oportunidad de recreación.

En el Cuadro 7 se presenta la matriz de identificación de los impactos en cierre.

CONCLUSIONES

La identificación y evaluación de impactos realizada para el tiradero Bordo Xochiaca, indicó que los principales impactos son:

- *La afectación a los cuerpos de agua superficiales dado que se ubicó en una zona lacustre con vegetación y fauna representativa de estos ambientes, los cuales se vieron irreversiblemente afectados.*
- *Afectación potencial a los acuíferos profundos, dado que si bien, de acuerdo con el modelo de balance de aguas aplicado en el presente documento, los lixiviados tardarían aproximadamente 36 mil años en llegar a los acuíferos profundos, es importante mencionar que el modelo no considera, un estrato heterogéneo con la posible presencia de lentes permeables, la posibilidad de la percolación inmediata por la presencia de fracturas o pozos de abastecimiento de agua potable y que hayan sido operados inadecuadamente. Por lo cual el impacto adverso, aunque de manera poco significativa, permanecerá en el sitio, mientras exista la posibilidad de infiltración.*
- *Las condiciones de inestabilidad que se ocasionarían al colocarse cargas mayores a 5 Ton/m² que son las reportadas por Murillo (1991), o de las que indique un estudio específico de mecánica de suelos para la zona de proyecto.*
- *La generación de partículas viables durante toda la vida útil del sitio, se identificó como un impacto adverso significativo, sobre todo a los habitantes del tiradero, dicho impacto se elimina con la colocación de la cubierta final y la reubicación de los habitantes del mismo.*
- *La afectación al paisaje de la zona de proyecto.*

Como medida de mitigación importante, se encuentra el realizar un cierre sanitario del sitio, para lo cual será importante contemplar:

- *Colocación de cárcamos de almacenamiento temporal y extracción de lixiviados.*
- *La perforación de pozos de venteo desde la base del relleno, cuyo diseño no permitiera su saturación con agua, y se lograra expulsar los gases producto de la degradación de la basura.*

- Colocación de pozos de monitoreo a la periferia del sitio, con el efecto de poder establecer la posible migración del biogas y con ello poder atender las zonas que durante el monitoreo indiquen concentraciones de metano superiores al 5%, que es la concentración a partir de la cual este gas puede explotar.

- Aplicación de un programa de mantenimiento aún después de terminadas las obras de clausura. Dicho programa, debe incluir:

- La supervisión de las pendientes en la cubierta final, y en su caso, nivelación de las mismas.
- Control de fauna nociva
- Limpieza de las canaletas de conducción de los escurrimientos superficiales.
- Monitoreo de gas y vigilancia para evitar encender fuego dentro de los terrenos del tiradero.
- Supervisión y peritaje de las condiciones de estabilidad del gimnasio.

Comentarios Finales.

El tiradero Bordo Xochiaca, inició actividades cuando aún no se contaba con criterios y mucho menos reglamentación en materia del manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales; sin embargo, hoy en día en el momento de iniciar su cierre, si bien no se establecen reglamentos o normas específicos al respecto, si se cuenta con normatividad que estipula la necesidad de realizar Manifestaciones de Impacto Ambiental, de cada proyecto de obra que se considera, pueda ocasionar desequilibrios al medio. Por lo cual, los responsables del cierre del sitio, con el efecto de apegar a la normatividad vigente (LGEEPA y reglamentos en materia de Impacto Ambiental) deberían, realizar la presentación de un Diseño de Obra completo con planes de mantenimiento pos-clausura del sitio.

Antes de realizar el cierre del tiradero en cuestión, se deberá de buscar un sitio alternativo para la disposición de residuos sólidos, el cual deberá tomar en cuenta los criterios para la ubicación de rellenos sanitarios que se manifestaron en el presente documento, por lo que es de suma importancia realizar una serie de estudios y proyectos dentro del marco de una metodología específica, que fundamente la selección de un determinado sitio.

Los problemas ambientales que ha ocasionado el tiradero de Bordo Xochiaca, no solo son debidos a una mala ubicación del sitio, sino también a una ineficiente operación

y control de la operación.

Los estudios universitarios que se han desarrollado en la zona, deberían ser tomados en cuenta para la propuesta de cierre del sitio. Las investigaciones realizadas por Rivas (1991) y Taboada (1992) plantean cuestiones prácticas como es el tipo de vegetación que se recomienda introducir en el sitio por ser especies resistentes a las condiciones del sustrato y por no requerir un elevado mantenimiento.

De acuerdo a información proporcionada por trabajadores de la zona, se estima que los residuos en la zona tienen en promedio 5 m de altura, considerando además una densidad de los residuos en 800 kg/m² como promedio se tendría 4 ton/m². De acuerdo a lo que establece Murillo, (1990), se han producido colapsos en la Zona Federal con cargas de 5 a 8 ton/m² para carga rápida y en caso de sismo. De tal forma, posiblemente se podría esperar un cierto control en la zona de acumulación, sin embargo, debemos recordar que en la zona no existió un confinamiento adecuado de los residuos, y por otro lado, dentro de las construcciones que se llevan a cabo durante su clausura se encuentra un gimnasio de grandes estructuras, es posible que pudiera tener consecuencias en la estabilidad del terreno.

Se sabe, que uno de los principales problemas con los que se enfrentan las instituciones gubernamentales es la falta de presupuesto tanto para contratar al suficiente personal calificado como para dar un adecuado seguimiento a los estudios de impacto ambiental, por lo que se debería contar con una partida presupuestal obtenida de los constructores que cubriera el salario de un profesionalista que por parte de la Secretaría de Ecología del Estado de México diera un seguimiento al estudio en desarrollo.

Como se ha establecido a lo largo del documento, el tiradero Bordo Xochiaca, en el afán de brindar un servicio a la comunidad, durante su vida útil ha ocasionado una serie de impactos ambientales adversos, algunos de los cuales se mitigarán al momento de realizar su cierre; sin embargo, algunos otros permanecerán y podrían controlarse aplicando las medidas de mitigación que se plantean en el presente documento.

BIBLIOGRAFIA

Aguayo, E., Marín, S., Sánchez, F. 1989. "Evolución geológica de la cuenca de México, Tópicos Geológicos de la cuenca del Valle de México". Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Andrade, S. y Vadillo, S., 1990. "Evaluación de Impacto Ambiental: Situación Actual y Perspectivas. Seminario. Fundación Friedrich Ebert México, D.F.

Arteaga, M., 1987, "Determinación de la microflora del socioecosistema impactado por acumulación de desechos urbanos en el Bordo Xochiaca, Edo. de México, para la obtención de la proteína microbiana". Tesis. ENEP- Zaragoza. UNAM.

Banco Interamericano de Desarrollo, 1990. " Procedimientos para clasificar y evaluar Impactos Ambientales en las Operaciones del Banco ". Washington, D.C.

Banco Mundial, 1992. "Libro de Consulta para Evaluación Ambiental". Lineamientos Sectoriales. Departamento de Medio Ambiente. Trabajo Técnico Número 140

Banco Mundial, 1994. "Situación actual del sector de los residuos sólidos. Segundo Proyecto de Residuos Sólidos en México". Documento inédito realizado por ABC Estudios y Proyectos para Banco Mundial.

Barlett, V.R., 1988. "Policy and Impact Assessment Simposium Policy Studies Review Impact Assessment Bulletin. Volumen 5 No.3-4.

Berry, Horton, 1974. " Urban Environmental Management, planning for Pollution control". Ed. Prentice-Hall, New Jersey.

Borjorquez, T., 1988. "Las Evaluaciones de Impacto Ambiental: Conceptos y metodologías". Publicado por el Centro de Investigación Biológica de Baja California Sur, A.C.

Boutin, P. et al, 1987. "Bacterial Atmospheric Contamination in Wastewater Treatment Plants. En: Advances in Aerobiology". Birkhauset Verlag Basel: 365-307)

Calderón B., 1991. Impacto Ambiental de la Obra pública en México. Ponencia presentada en la primera mesa redonda: La Ingeniería civil y el impacto ambiental. Marco Legal y reglamentario. México 9, 19-25, 93-145.

Canter, L.W, 1977. "Environmental Impact Assessment". Mc Graw - Hill Co. New York.

Ceballos, G.G. y Galindo L. C., 1984. "Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México. 299 pp.

Cervantes R. F., 1987. " Population and community responses of grassland small mammals to variation of vegetative cover in central Mexico. Tesis Doctoral. Universidad de Kansas, E.U.A. 90p.

CNA Texcoco, 1992. "Gerencia del Proyecto Texcoco". Documentos Internos de la Comisión Nacional del Agua.

Coordinación General de Comunicación Social. "Ley de Protección al Ambiente. Estado de México"

Cruickshank, V.M., 1981. "Contribución al conocimiento de la composición florística del ex-lago de Texcoco. Tesina UAM-Iztapalapa. México. 40p.

Chávez, C., y Huerta, L., 1984 (a). "Estudio ecológico de la comunidad de anátidos migratorios invernantes en el Ex-Lago de Texcoco y alternativas para su manejo. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM.

Chávez, C., y Huerta, L., 1984(b). "Estudios Ecológicos previos a la creación de un refugio de vida silvestre en el Ex-Lago de Texcoco." Memoria IV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 641-677 p.

Chávez, C., Huerta, L., y Valles R., 1985. "Evaluación Ecológica del estado actual de la comunidad de aves acuáticas del Ex-Lago de Texcoco y alternativas para su manejo. Memoria I Simposio Internacional de Fauna Silvestre. 888-903 pp.

Cheremisinoff and Morresi, 1977. "Environmental Assessment & Impact Statment Handbook. Ed. Ann Arbor Science. Michigar. U.S.A.

D.D.F., D.G.S.U., D.T.D.S., 1978. "Estudio de Relleno Sanitario en Bordo Poniente". Estudio realizado por YTIC. México.

D.D.F., 1988, "Manejo de los residuos sólidos, el caso del Distrito Federal". Gaceta Mexicana de Administración Pública Estatal y Municipal. México.

D.D.F.- Colegio de México, 1988. "Atlas de la Ciudad de México", Capítulo 7. Organización especial del área urbana de la Ciudad de México. Municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México.

D.D.F., D.G.S.U., D.T.D.S., 1992. "Estudio de Funcionalidad Operatividad y Levantamiento Topográfico y Físico de la Estación de Transferencia, G.A. Madero". Estudio realizado por ABC Estudios y Proyectos S.A. de C.V. para la D.T.D.S.

D.D.F., D.G.S.U., D.T.D.S. 1993. "Estudio de impacto ambiental del sistema integral de manejo de desechos sólidos, Bardo Poniente". Estudio realizado por ABC Estudios y Proyectos S.A de C.V.. México, D.F.

Diario Oficial de la Federación, 1988, "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente". México D.F. Enero de 1988.

Estevan, B., 1977. "Las evaluaciones de Impacto Ambiental". CIFCA, Cuaderno Núm. 3. Madrid.

Estevan, B., 1984. "Evaluación de Impacto Ambiental". Fundación MAPFRE. Madrid, España.

Estrada, O., 1991, Marco Jurídico y Normativo de la Gestión Ambiental ponencia presentada en la primera mesa redonda: La ingeniería civil y el impacto ambiental. México Pp 19- 21

Estudios y Proyectos Moro, 1992 "Estudio Geológico-Hidrogeológico de detalle para la localización de rellenos sanitarios en el sitio de Nezahualcoyotl, Estado de México". Trabajo realizado para el D.D.F.

FitzPatrick, 1984. "Suelos, su formación, clasificación y distribución", Editorial CECSA. México

García E., 1988. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4ta. edición. México D.F.

Environmental Protection Agency. 1975 "EPA Boletín SW- 168, Use of the Water Balance Method for Predicting Leachate Generation from Solid Waste Disposal Sites".

Gobierno del Estado de México, 1991. "Legislación y Acuerdos sobre Protección Ambiental en el Estado de México". Gaceta del Estado de México, promulgada el 11 de noviembre de 1991.

Gobierno del Estado de México, 1992. "Perfil Socioeconómico del Estado de México". México.

Gobierno del Estado de México, 1990. "Plan Estatal de Desarrollo 1990 - 1993"

Halfter, G. y Reyes, C.P., 1976. "Fauna de la Cuenca de México". Memorias del drenaje profundo del Distrito Federal. Tomo I. D.D.F. México.

Hedahl, T., 1973. "Solid Waste, Transfer Station". A state of the art report on systems incorporating highway transportation. Environmental Protection Agency. U.S.A.

Hernán, S.M., 1979. "Ecología Humana y Salud, el hombre y su ambiente". 2da. Edición, Ed. Prensa Medico Mexicana, S.A., México, D.F.

Hesketh, Cross, 1989. "Odor Control Including Hazardous Toxic Odors". Ed. Technomic. Publishing Company U.S.A.

Hiriart y Graue, 1969. "Subsuelo del Lago de Texcoco. Volumen Nabor Carrillo".

Huerta, L.A. y Chávez, C.M.T., 1986. "Composición y abundancia de pequeños mamíferos en el Ex-Lago de Texcoco". Reporte Seminario de Investigación en Mastozoología. Maestría en Ciencias de la Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Huerta, L. y Arreola, N.H., 1983 "Estudio Florístico del Ex-Lago de Texcoco", Estado de México. Documento Inédito.

Huerta, L., Chávez, C., y Chávez C.J., 1985. "Plan de manejo de desarrollo para la conservación y uso público de la comunidad de aves acuáticas del Ex-Lago del Texcoco. Memoria I Simposio Internacional de Fauna Silvestre. 678-710.

INEGI, 1990. "XI Censo General de Población y Vivienda". México.

INEGI, 1991. "Resultados del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990, Estado de México". Tabuladores básicos. Tomo I. México.

- Inside*, 1977. "Calidad de Vida y Medio Ambiente". Ediciones Deusto S.A. España.
- International Association for Impact Assessment*, 1990. "Impact Assessment Bulletin", Vol.6, Núm. 3 y 4; Vol. 7, Núm. 1; y Vol. 8, Núm. 1 y 2. Editorial Staff. U.S.A.
- Jain, R.K., Urban, Stacey., 1981. "Environmental impact analysis a new dimension in decision making". Second Edition. Ed. Van Nostrand Reinhold Company, U.S.A
- Jaramillo, J., 1991. "Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales". Organización Panamericana de la Salud. OMS. Washington, D.C.
- Juárez, 1959. "Teorías de Grietas de Tensión". Primer Congreso Panamericano sobre Estudios de Mecánica de Suelos, México.
- Keyes, D., 1976. "Land Development and the Natural Environmental. Estimating Impacts". Publications Office The Urban Institute. Washington D.C.
- Laboratorios Tlalli, S.A., 1983. Informe de mecánica de suelos para el relleno sanitario del "Bordo Poniente". México.
- Leopold, L.B., et al., 1971. "A procedure for evaluating environmental impact". Geological Survey Circular 645. U.S. Dept. Interior. Washington, D.C.
- Lesser, J.M. 1989. "Resistividades en el Ex-Lago de Texcoco. Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- Ley Federal de Caza, Capítulo X, Artículo 43.
- Lizárraga, J. 1981. "Evaluación de Impacto Ambiental. Método de Indicadores Característicos". Instituto de Ingeniería de la UNAM., México.
- López, J.R., Galván, A, Taboada, S., 1987, "Desarrollo de la vegetación sobre las áreas de acumulación de desechos sólidos urbanos. Efecto del sustrato sobre el crecimiento de *Lycopersicon esculentum*. X: Congreso de Botánica. 1987. Guadalajara Jalisco.
- Lora, S., Miro, Juan., 2978, Técnicas de Defensa del Medio Ambiente, Editorial Labor. Barcelona.

Maurice, L. et al., 1974 "An Assessment Methodology for the Environmental Impact of Watwr resource projects".

Menendez M., 1991. "Aspectos Metodológicos". Ponencia presentada en la primera mesa redonda: La ingeniería civil y el impacto ambiental. México. Pp 39-44.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Medio Ambiente, 1989. " Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental". Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente del M.O.P.U.

Environmental Protection Agency, 1991. "Federal Register. 40 CFR Parts and 258. Solid Wastw disposal facility criteria, final rule".

Murillo, F., 1978. Ex- Lago de Texcoco. Simposio, El subsuelo y la Ingeniería de cimentaciones en el área urbana del Valle de México Marzo de 1978. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Murillo F. , 1984, Aspectos Geotécnicos de una planta de tratamiento en el Lago de Texcoco . Memorias del IV Congreso Nacional de Ingeniería sanitaria y ambiental. SMISSAAC

Murillo, F. 1990, Sobreexplotación del acuífero de la Cuenca del Valle de México: Efectos y alternativas. El subsuelo de la Cuenca del Valle de México y su relación con la Ingeniería de cimentaciones. SMMS.

Murillo, F., Morales R. 1991, "El subsuelo del Ex- Lago de Texcoco". IX Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos. Viña del Mar.

Murillo, F., 1991. "Reflexiones sobre un relleno sanitario en el Ex-Lago de Texcoco, México". IX Congreso Panamericano de mecánica de suelos e ingeniería de fundaciones. Viña del mar Chile.

Nichols, R., and Hyman, E., 1980. A review and analysis of fifteen methodologies for environmental assessment. Water Research & Technology Report. U.S Dept. Interior. Washington D.C.

Norbert Dee, Janet, K., Baker, Neil, L. et al, 1972. "Environmental evaluation system for watwr resource planning Bettelle Columbus Laboratories". Columbus Ohio. U.S.A.

Ortiz., 1991, *Marco Jurídico y Normativo de la Gestión Ambiental ponencia presentada en la primera mesa redonda: La ingeniería civil y el impacto ambiental.* México Pp 19-21

OPS-México, 1992. "Gua de Prácticas Recomendadas para Rellenos Sanitarios"

Padilla, 1993. "Primer Congreso y Exposición de la Industria y el Medio Ambiente México- E.U. Industrial Environmental Association.

Rapoport, H., 1983. "Aspectos de la Ecología Urbana en la Ciudad de México" *Flora de calles y baldíos.* Editorial Limusa. México D.F.

Rico M., *Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria, 1992, Memorias del Séptimo Congreso del SMISA, " Análisis de la emisión de polvos de la ciudad de México en la zona Federal del Ex-Lago de Texcoco.* Septiembre de 1990.

Riosvelasco, F., 1989, *Residuos Sólidos en la Ciudad de México. Disposición Final, ponencia en la Memorias de la Primera Reunión de salud y ambiente en la ciudad de México.* México Pp 139-140.

Rivas O., 1991. "Estudio de la Vegetación y su Interacción con el sustrato en la zona de acumulación de desechos sólidos del Bordo Xochiaca, en el municipio de Nezahualcoyotl, Estado de México." *Tesis. Laboratorio de Contaminación de la ENEP-Zaragoza, UNAM, México, 1991.*

Robert, 1982. "Evaluación de los métodos de manifestación de impacto ambiental". *Journal Vol. 10B No. WR1, Marzo de 1982 de la ASCE.*

Rudolph, Herrera, Yates. 1989. "Groundwater flow and solute transport in the industrial well fields of the Texcoco saline aquifer system near Mexico City. *Geofísica Internacional. Vol. 28-2.*

Rzedowski, J., 1957. "Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del lago de Texcoco. *Bol. Soc. Bot. Mex. 21:19-23.*

Rzedowski, J., 1976. "Flora de la cuenca del Valle de México". *En: Memorias del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal, Tomo I. Departamento del Distrito Federal. México.*

Rzedowski, J. 1978. "Vegetación de México". *Limusa. México. 432 p*

Salinas, C. 1991, *Aislamiento de Aerobacterias en una Estación de Transferencia de Desechos Sólidos de la Ciudad de México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias.

Sanchez Gómez, 1991, *Evaluación y Selección de sitios para la ubicación de estaciones de transferencia en zonas urbanas, con base en el Impacto al entorno urbano que pueden generar*. Asociación Mexicana para el control de los residuos sólidos y peligrosos, asociación civil. 1er. Congreso Nacional "Los residuos sólidos y peligrosos, Recurso o Desperdicio?". México. Pp. 32.

Sanchez 1991, *Evaluación y selección de sitios para la ubicación de Estaciones de transferencia en zonas urbanas, con base en el impacto al entorno urbano que pueden generar*.

Sánchez, J., 1992. "Lineamientos técnicos para el diseño racional y confiable de rellenos sanitarios". VIII Congreso Nacional. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. México D.F.

SARH, 1982. "Manual de Factores Ambientales". Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. México, D.F. 706 pp.

SARH, 1983, "Proyecto Texcoco", Comisión del Lago de Texcoco, Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos.

SARH, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica, 1981 "Manual del Curso sobre Impacto Ambiental". México.

Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado de México, 1984, "Los municipios del Estado de México" Colección: Enciclopedia de los Municipios de México.

Secretaría de Ecología del Estado de México, 1986. "Programa Estatal de Desarrollo Urbano".

SEDESOL, 1991 - 1992 *Calendario Cinagético*.

SEDESOL, 1993. "Calendario Cinagético". Agosto de 1993 - Abril de 1994.

SEDESOL, INE., 1992. "Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991 - 1992". México D.F.

SEDUE, 1989, Instructivo para la formulación del Informe Preventivo en Materia de Impacto Ambiental. Gaceta Ecológica Num. 2. México.D.F.

SEDUE, 1989, Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Intermedia en materia de Impacto Ambiental. Gaceta Ecológica Num. 4. México D.F.

SEDUE, 1989. "Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido". Serie: Normatividad Ecológica Núm. 3. México D.F.

SEDUE, 1990. "Sistema para el Establecimiento de una tarifa de cobro por el manejo de los residuos sólidos". Estudio realizado por Sistemas de Ingeniería Sanitaria S.A. para SEDUE. México D.F.

SEDUE, 1989, Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Específica en materia de Impacto Ambiental.

SEDUE, 1989, Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad General en materia de Impacto Ambiental.

SEDUE. 1988. "Manual de Rellenos Sanitarios", México.

SHCP, Nacional Financiera, 1969. "Proyecto Texcoco". Publicación de la Comisión del Lago de Texcoco.

SHR, 1972. "Estudio sobre Aguas Subterráneas de la Zona de Texcoco". México.

Sorensen, J.C., 1972. "Some procedures and programs for environmental impact Analysis: Philosophy and Methods". Univ. Wisconsin Sea Grant Program, Madison, Wisc.

Sterling, P., 1991. "Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de Construcción de la Presa y Zona de Riego Llano de Mixquiapan Hgo." Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Taboada, A., 1992, "Estudio Florístico y edafológico del enterramiento controlado Bordo Xochiaca". Tesis. ENEP-Zaragoza, UNAM, México D.F.

Tecnología de Control de Desperdicios S.A. de C.V., 1983, Hidrología de la cuenca del Valle de México.

Vadillo, S., Rentería, R. et al, 1987. "Curso, Manejo, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos". Servicios Interdisciplinarios de Consultoría y Tecnología S.C. México

Vázquez, E., Jaimes, L., 1990. "Geología de la Cuenca de México. Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México". Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Vidales, A., 1984. "Control de olor producido por la basura en un relleno sanitario". IV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. SMISA, A.C.

Villamar, L., 1984. "El Proceso de Impacto Ambiental en la SARH". IV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. SMISA, A.C.

Waller, R. 1975. "Assesing the impact of technology on the environment". Atkins Research & development. U.S.A.

Warner, L.M. and Preston, E., 1973. "Una revisión de la metodologías de evaluación de impacto ambiental". Instituto Battelle Memorial de Columbus, Ohio.

Wiby, J., 1985. "Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning". Wactor E. Westman. USA.

World Bank, 1991. "Environmental Assessment Sourcebook", Vol.III, Policies, Procedures, and Cross-Sectoral Issues. Environment Department. Washington, D.C.

ANEXO B. CALCULO DE LA GENERACION DE LIXIVIADOS

Para realizar el cálculo de la generación de lixiviados se utiliza un modelo el cual considera que los lixiviados que se presentan en un sitio de disposición final de residuos sólidos, pueden tener las siguientes fuentes:

- La lluvia que se infiltra al subsuelo y a la basura a través de la cobertura.
- El agua contenida tanto dentro del suelo como en la basura, y que se expulsa cuando se compactan.

Por lo tanto se requiere del análisis para estimar la cantidad de agua captada por el sistema de recolección de lixiviados. La infiltración de lluvia se puede calcular usando un balance de agua, de esta forma, se calcula la magnitud de asentamiento del suelo y de la basura, y así se obtiene el cambio de volumen debido a la eliminación de espacios vacíos en los materiales y a la cantidad de agua expulsada. Se incluye en esta sección un resumen del análisis de balance de agua.

Es importante mencionar, que debido a la poca profundidad del relleno y de acuerdo con esto, la poca magnitud de asentamientos de los residuos después de su compactación inicial, no considera un análisis de producción de lixiviados por asentamiento.

2.1 Cálculo de balance de agua.

El cálculo de balance de agua, está basado en el balance de masas principal. El contacto con el agua del subsuelo puede ser:

- Superficie de escurrimiento superficial
- Evaporación
- Evotranspiración
- Percolación dentro del suelo

Se calcula el volumen de agua que se infiltra basándose en los siguientes parámetros:

- Estimación total de la cantidad de lluvia total
- Estimación de la cantidad de agua de escurrimiento
- Estimación de la cantidad de agua que se evapora o se transpira
- Estimación de agua que se infiltra al subsuelo, que es la diferencia entre el volumen total de lluvia y los otros dos parámetros destacados.

Existen lugares, en los cuales la cantidad de lluvia es tan escasa y la cantidad de evaporación tan elevada, que al hacerse los cálculos, ellos indican que no existe infiltración en un mes promedio. En la mayoría de los casos si el agua que se infiltra al subsuelo no se capta por medio de un sistema de recolección de lixiviados u otro sistema, esta continuará infiltrándose a mayor

profundidad.

Los cálculos de balance de agua fueron realizados usando el Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP), Modelo (versión 2.05) desarrollado por Paul Schroeder of the United States Agricultural Engineering (USAE) Waterways Experiment Station. Ese cálculo donde se usa el Método de Balance de Agua. Lo desarrollaron Thornthwaite and Mather y lo modificó la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency) y se encuentra publicado en EPA Boletín SW- 168, 1975, "Use of the Water Balance Method for Predicting Leachate Generation from Solid Waste Disposal Sites".

2.2 Calculo del HELP

Los datos hidrógicos para aplicar Modelo HELP son:

- Promedio mensual de precipitación
- Promedio mensual de Temperatura
- Latitud
- Tipo de cubierta y,
- Estación de crecimiento vegetacional
- Número de estratos
- Tipo de estratos (barreras, percolación vertical, drenaje lateral.
- Consistencia de los estratos (grava, arena)
- Porosidad del estrato
- Grosor
- Permeabilidad de capa
- Capacidad de Campo y punto de marchitamiento
- Humedad inicial del estrato
- Pendientes longitudes de drenaje lateral
- Fracción de fuga de utilizarse membrana sintetica

El perfil estatigráfico estimado para la zona de estudio se presenta en la F a. del presente anexo. Las características de dicho perfil, se encuentran numeradas y se especifican a continuación:

- 1.- Capa superficial, formada por limos arcillosos ligeramente plásticos y con permeabilidad de 5×10^{-9}
- 2.- Arenas limosas con permeabilidad de 5×10^{-5}
- 3.- Arcilla altamente plástica, las arcillas que la componen son de origen volcánico lacustre, con intercalaciones y lentes de arena, limo y vidrio volcánico, con permeabilidad de 5×10^{-9}
- 4.- Material areno limoso con permeabilidad de 5.0×10^{-5}
- 5.- Arcillas altamente plásticas, presentan horizontes intercalados de arena y limo así como vidrio volcánico. Con permeabilidad de 5×10^{-9}
- 6.- Acuífero profundo

TABLA 1 LISTADO FLORISTICO REPORTADO PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL			
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	IVIAS 91	TABADA 92
FAMILIA URTICACEAE <i>Urtica dioica</i> Willd.	Ortiga, Mala Mujer		
FAMILIA POLYGONACEAE <i>Polygonum acre</i> H.B.K. <i>Polygonum aviculare</i> L. <i>Polygonum punctatum</i> Eliot. <i>Rumex crispus</i> L. <i>Rumex flexuosus</i> <i>Rumex mexicanus</i> Moish.	Chililo Chililo Chililo Lengua de vaca Lengua de vaca		•
FAMILIA CHENOPODIACEAE <i>Atriplex canescens</i> <i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt. <i>Atriplex muricata</i> H.B.K. <i>Atriplex mammillaria</i> Lindl. <i>Atriplex patula</i> L. <i>Atriplex semibaccata</i> R. Br. <i>Atriplex subsericea</i> Veerdooorn. <i>Beta vulgaris</i> L. <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. <i>Chenopodium mexicanum</i> K. moq. <i>Chenopodium murale</i> Linn. <i>Chenopodium macrocarpum</i> Hook. <i>Kochia escoparia</i> (L.) Roth. <i>Suaeda torreyana</i> S. Wats.	Romerito Romerillo Betabel Epazote Quelite cenizo Quelite cenizo Romerito		
FAMILIA AMARANTHACEA <i>Amaranthus hybridus</i> L. <i>Amaranthus paniculatus</i> var. <i>leucocarpus</i> Saff	Bledo, Quelite Alegria	•	•
FAMILIA NYCTAGYNACEAE <i>Mirabilis jalapa</i> Linn.	Maravilla, Diego de noche		
FAMILIA AIZOACEAE <i>Sesuvium portulacastrum</i> L. <i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Cenicilla, Ceniciente		•
FAMILIA RANUNCULACEAE <i>Ranunculus dichotomus</i> Moc. et Sessé	Pata de León		
FAMILIA PAPAVERACEAE <i>Argemone ochroleuca</i> Sweet.	Chicolote, Amapola amarilla		•
FAMILIA CRUCIFERAE <i>Brassica campestris</i> L. <i>Brassica nigra</i> (L.) Koch <i>Brassica sativa</i> Linn. <i>Lepidium virginicum</i> L. <i>Nasturtium officinale</i> R. Br. <i>Raphanus raphanistrum</i> L. <i>Rorippa plantula</i> Moc y Sessé Rollins. <i>Sisymbrium irio</i> Linn.	Flor de pájaro Cruz de pasto Berro Cresón Flor de nabo, Nabo cimarrón	• • • • •	• • • • •

TABLA 1 LISTADO FLORÍSTICO REPORTADO PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE
TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL			
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IVAS 91	TABOADA 92
FAMILIA TANARUCACEAE <i>Tamarix juniperina</i> Bunge.			
FAMILIA ROSADACEAE <i>Rosa laevigata</i> L.			
FAMILIA LEGUMINOSAE <i>Cassia tomentosa</i> L. <i>Cratichneum pumila</i> Ort. <i>Melilotus indicus</i> (L.) All. <i>Medicago demissa</i> Willd. <i>Medicago polymorpha</i> L.	Reterna de tierra caliente Tronadora, Cascabel Trebol, Alfombrilla Carretila	.	.
FAMILIA MYRTACEAE <i>Eucalyptus camaldulensis</i> .	Eucalipto		
FAMILIA GERANIACEAE <i>Erodium cicutarium</i> (L.)	Ajiflorillo, Peine de bruja		
FAMILIA EUPHORBIACEAE <i>Euphorbia</i> sp.			
FAMILIA ANACARDIACEAE <i>Schinus molle</i> L.	Pirul		
FAMILIA MALVACEAE <i>Anoda cristata</i> (L.) Schl. <i>Malva parviflora</i> L. <i>Malva neglecta</i> (L.) <i>Malvastrum lacinum</i> (ait) Standl. <i>Sida</i> sp. <i>Sphaeralcea angustifolia</i> St. Hill.	Amapolita morada, Alta Malva, Malva de quesitos Malva, Malva de quesitos	.	.
FAMILIA CACTACEAE <i>Opuntia streptacantha</i> Lemair.	Tuna cardona	.	.
FAMILIA ONAGRACEAE <i>Justicia repens</i> Linn. <i>Oenothera biennis</i> . <i>Oenothera laevigata</i> <i>Oenothera rosea</i> Ait. <i>Lepriea racemosa</i> Cav.	Verdolega de agua Agua de azahar Perilla		
FAMILIA UMBELLIFERAE <i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell. <i>Hydrocotyle rumicoides</i> L. <i>Limonium schaffneriana</i> (Scribn.) Coult. et Rose	Apio Ombeligo de Venus		
FAMILIA PRIMULACEAE <i>Anagallis arvensis</i> L.			

TABLA 1 LISTADO FLORISTICO REPORTADO PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL			
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	RIVAS 91	TABOADA 92
FAMILIA LOGANIACEAE			
<i>Ruellia carinata</i> H.B.K.	Tepezán, Tepezán blanco		
<i>Ruellia parviflora</i> H.B.K.			
<i>Ruellia saxiflora</i> H.B.K.	Langue de vaca		
FAMILIA ASCLEPIADACEAE			
<i>Asclepias mexicana</i>			
FAMILIA CONVULVULACEAE			
<i>Ipomea purpurea</i> Lam.	Manto de virgen		*
<i>Ipomea hederifolia</i> L.			
FAMILIA BORAGINACEAE			
<i>Heliotropium curassavicum</i> Linn.	Rebo de mico		*
FAMILIA VERBENACEAE			
<i>Verbena carolina</i> L.			
<i>Verbena menthaefolia</i> Benth			
<i>Verbena tenuifolia</i> Mart et Gal.			
FAMILIA LABIATAE			
<i>Marrubium vulgare</i> Linn.	Marrubio		
<i>Salvia reflexa</i> Hornem.			
FAMILIA SOLANACEAE			
<i>Datura stramonium</i> Ort.	Toloache		*
<i>Datura stramonium</i> L.			
<i>Lycium carolinianum</i>	Tabaquito	*	*
<i>Nicotiana glauca</i> Graham			
<i>Physalis peruviana</i> Juss.	Guañtomate, tomatillo		
<i>Physalis acuminata</i> Greenm.	Tomate		
<i>Physalis peruviana</i> Jacq.	Duraznillo	*	*
<i>Solanum rostratum</i> Dun.	Hierba mala		
<i>Solanum nigricum</i> L.			
FAMILIA PLANTAGINACEAE			
<i>Plantago major</i> Linn.	Plantago, Lentén		*
FAMILIA COMPOSITAE			
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Amargosa, Altamisa		*
<i>Aster tubulatus</i> Mich.		*	*
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.	Hierba de carbonero		
<i>Bidens pilosa</i> L. var. bimucronata (Turk).	Té de milpa		
<i>Brikkelia veronicaefolia</i> (H.B.K.) Gray	Gobernadora		
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Girasol morado		
<i>Cirsium jordanii</i> (H.B.K.) Spreng.	Cardo		
<i>Conyza sophiaefolia</i> H.B.K.			
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.			
<i>Dysodia paposa</i>			
<i>Dysodia</i> sp.			
<i>Excilia mexicana</i> Mart.	Pegarropa, Acahual		
<i>Erigeron</i> sp.			
<i>Euphorbia parthenifolia</i> D.C.			
<i>Eupatorium</i> sp.			
<i>Flaveria trinervis</i> (Spreng)			

TABLA 1 LISTADO FLORISTICO REPORTADO PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL			
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	RIVAS 91	TABOADA 92
FAMILIA COMPOSITAE			
<i>Gnaphalium stramineum</i> H.B.K.	Gordolobo		
<i>Gnaphalium glutinosum</i> Less.			
<i>Heterosperma planatum</i> Cav.	Janile		
<i>Helenium mexicanum</i> H.B.K.	Arrica del país		
<i>Haplosporus venenosus</i> (H.B.K.) Blake			
<i>Melanopodium</i> sp.			
<i>Picris echinoides</i> L.			
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Cicutilla		
<i>Scaevola procumbens</i> Lam.	Ojo de gallo		
<i>Schizanthus virgatus</i> D.C.	Arriño		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechugilla		
<i>Taraxacum tenuiflorum</i> Cav.	Santa María, Compezuquí		
<i>Taraxacum officinale</i> L. Weber	Diente de León		
<i>Thlaspis tuberosiformis</i> (Jacq.) Cas.	Acahuatl, Gigatón		
<i>Xanthium canadense</i> Mill	Abrojo		
<i>Xanthoxylum humile</i> B. y H.			

TABLA 2 LISTADO DE LA ORNITOFAUNA REPORTADA PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO

ZONA FEDERAL	
Nombre Científico	Nombre común
FAMILIA ANATIDAS	
Especie: "Patos de superficie"	
<i>Anas cyaea</i> Linnaeus.	Pato golondrino
<i>Anas cyropaia</i> Linnaeus.	Cerceta de alas azules
<i>Anas crecca</i> Linnaeus.	Cerceta de alas verdes
<i>Anas cyanoptera</i> Vieillot.	Cerceta café
<i>Anas americana</i> Gmelin.	Chaclán
<i>Anas strepera</i> Linnaeus.	Pato pinto
<i>Anas platyrhynchos</i> Lazz.	Pato mexicano
Especie: "Patos bucaadores"	
<i>Aythya affinis</i> (Eyton).	Pato boludo chico
<i>Aythya americana</i> (Eyton).	Pato cabeza roja
<i>Aythya valisineria</i> (Wilson).	Pato coacoxtle
<i>Aythya collaris</i> (Donovan).	Pato boludo grande
Especie: "Pato de cola tiesa"	
<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin).	Pato tepalcate
ORDEN CHARADRIIFORMES	
FAMILIA CHARADRIIDAE	
<i>Pluvialis squatarola</i> Linnaeus.	Chichicuilote tecolote
<i>Pluvialis dominica</i> (Muller).	Chichicuilote tecolote
<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus.	Chichicuilote coralón
<i>Charadrius wilsonia</i> Ord.	
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte	
<i>Charadrius vociferus</i> Linnaeus.	Tidío
FAMILIA RECURVIROSTRIDAE	
<i>Himantopus mexicanus</i> (Muller).	Monjita
<i>Recurvirostra americana</i> Gmelin.	Avoceta
FAMILIA SCOLOPACIDAE	
<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin).	Chichicuilote patas de carrizo
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin).	Chichicuilote patas amarillas
<i>Tringa solitaria</i> Wilson.	Chichicuilote solitario
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i> (Gmelin).	Chichicuilote coateón
<i>Actitis macularia</i> (Linnaeus).	Atzacolta
<i>Numenius phaeopus</i> (Linnaeus).	Colverjón
<i>Numenius americanus</i> Bechstein.	Colverjón
<i>Limosa haemastria</i> (Linnaeus).	Zarapito o Zarapico
<i>Limosa frola</i> (Linnaeus).	Zarapito o Zarapico
<i>Arrearia interpres</i> (Linnaeus).	Chalchito, Dingus
<i>Calidris minutilla</i> (Vieillot).	Chalchito
<i>Calidris bairdii</i> (Coues).	Chalchito ronquilo
<i>Calidris melanotos</i> (Vieillot).	
<i>Calidris himantopus</i> (Bonaparte).	
<i>Calidris alba</i> (Pallas).	
<i>Calidris mauri</i> (Cebanisi)	
<i>Limnodromus scolopaceus</i> (Say).	Chichicuilote picudo
<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus).	Agechona
<i>Phalaropus tricolor</i> (Vieillot).	Chichicuilote blanco

TABLA 2 LISTADO DE LA ORNITOFAUNA REPORTADA PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL	
Nombre Científico	Nombre común
<i>Phalaropus lobatus</i> (Linnaeus).	Chichicuilote blanco
<i>Phalaropus fulicarius</i> (Linnaeus).	Chichicuilote blanco
FAMILIA ARDEIDAE	
ORDEN CICONIIFORMES	
<i>Ardea herodias</i> (Linnaeus).	Garza estuz o garza morena
<i>Egretta Tricolor</i> (Muller).	
<i>Casmerodius albus</i> (Linnaeus).	Garza chapulinerá Petro de agua
<i>Egretta thula</i> (Molina)	
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus).	
<i>Egretta rufescens</i> (Gmelin).	
<i>Bubulcus Ibis</i> (Linnaeus).	
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus).	
<i>Butorides striatus</i> (Linnaeus).	
<i>Ixobrychis exilis</i> (Gmelin).	
<i>Botaurus lentiginosus</i>	
ORDEN PODICEPIDIFORMES	
FAMILIA PODICEPIDIFORMES	
<i>Podiceps nigricollis</i> Brahm.	Zambullidor
<i>Polylimbus podiceps</i> (Linnaeus).	Zambullidor
ORDEN PELECANIFORMES	
FAMILIA PHALACROCORACIDAE	
<i>Phalacrocorax ultracesus</i> (Humboldt).	Comarán
FAMILIA PELECANIDAE	
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> Gmelin.	Alcatraz, Pelicano
FAMILIA STERCORARIIDAE	
<i>Stercorarius sp.</i>	Canacuán
ORDEN CHARADRIIFORMES	
FAMILIA LARIDAE	
<i>Larus argentatus</i> Pontoppidan.	Gaviota plateada
<i>Larus delawarensis</i> Ord.	Gaviota
<i>Larus atricilla</i> Linnaeus.	Gaviota
<i>Larus pipixcan</i> Wagler.	Apizaca
<i>Sterna caspia</i> Pallas.	Golondrina de mar
<i>Sterna anaethetus</i> Scopoll.	Golondrina de mar
<i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus).	Golondrina de mar
FAMILIA RYNCHOPIDAE	
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus.	Rayador
ORDEN CICONIIFORMES	
FAMILIA THRESKIORNITIDAE	
<i>Plegadis chinl</i> (Vieillot).	

TABLA 2 LISTADO DE LA ORNITOFAUNA REPORTADA PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL	
Nombre Científico	Nombre común
ORDEN GRUIFORMES	
FAMILIA RALLIDAE	
<i>Fulica americana</i> Gmelin.	Gallina de agua
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus).	Gallareta
<i>Rallus limicola</i> Vieillot.	Pollita de agua
<i>Rallus elegans</i> Audubon.	Polla de agua
<i>Porzana carolina</i> (Linnaeus).	Polla de agua
ORDEN FALCONIFORMES	
FAMILIA ACCIPITRIDAE	
<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus).	Gavián ratonera
<i>Buteo jamaicensis</i> (Gmelin).	Gavián cola roja
<i>Buteo swainsoni</i> Bonaparte.	
<i>Buteo regalis</i> (Gray).	
<i>Buteo lagopus</i> (Pontoppidan).	
FAMILIA PANDIONIDAE	
<i>Pandion haliaetus</i> .	Aguila pescadora
FAMILIA CATHARTIDAE	
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus).	Aura
FAMILIA FALCONIDAE	
<i>Polyborus plancus</i> (Miller).	Quebrentahuesos
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus).	Cernícalo
<i>Falco mexicanus</i> Schlegel.	Halcón mexicano
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall.	Halcón peregrino
ORDEN STRINGIFORMES	
FAMILIA TYTONIDAE	
<i>Tyto alba</i> (Scopoli).	Lechuza de campanario
FAMILIA STRINGIDAE	
<i>Asio flammeus</i> (Pontoppidan).	
<i>Osus asio</i> (Linnaeus).	Lechuza llanera
ORDEN COLUMBIFORMES	
FAMILIA COLUMBIDAE	
<i>Zenaidia macroura</i> (Linnaeus).	Paloma de alas blancas
<i>Zenaidia macroura</i> (Linnaeus).	Huilota
<i>Columba inca</i> (Lesson).	Tortolita
ORDEN APODIFORMES	
FAMILIA TROCHILLIDAE	
<i>Selasphorus rufus</i> (Gmelin).	Colibrí

TABLA 2 LISTADO DE LA ORNITOFAUNA REPORTADA PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL	
Nombre Científico	Nombre común
ORDEN CORACIIFORMES	
FAMILIA ALCEDINIDAE <i>Ceryle alcyon.</i>	Martín pescador
ORDEN PASSERIFORMES	
FAMILIA TYRANNIDAE <i>Tyrannus vociferans</i> Swainson. <i>Tyrannus forficata</i> <i>Sayornis phoebe</i> (Latham). <i>Coccyzus virens</i> (Linnaeus). <i>Empidonax</i> spp. <i>Sayornis saya</i> (Bonaparte). <i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert).	Mosquero Mosquero Mosquero Mosquero Mosquero
FAMILIA ALAUDIDAE <i>Eremophila alpestris</i> Linnaeus.	Alondra cornuda
FAMILIA MOTACILLIDAE <i>Anthus spinoletta.</i>	
FAMILIA HIRUNDINIDAE <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus. <i>Tachycineta bicolor</i> (Vieillot).	Golondrina Golondrina
FAMILIA PARIDAE <i>Parus</i> sp.	
FAMILIA SITTIDAE <i>Sitta</i> sp.	
FAMILIA TROGLODYTIDAE <i>Troglodytes aedon</i> Vieillot. <i>Cisticorhorus palustris</i> (Wilson).	
FAMILIA MUSCICAPIDAE <i>Regulus calendula</i> (Linnaeus). <i>Regulus satrapa</i> Lichtenstein. <i>Polioptila caerulea</i> (Linnaeus). <i>Myadestes obscurus</i> Lafresnaye. <i>Catharus guttatus</i> (Pallas). <i>Turdus migratorius</i> Linnaeus.	
FAMILIA MIMIDAE <i>Mimus polyglottus</i> (Linnaeus).	
FAMILIA LANIIDAE <i>Lanius ludovicianus</i> Linnaeus.	
FAMILIA STURNIDAE <i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus.	

TABLA 2 LISTADO DE LA ORNITOFAUNA REPORTADA PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO (Continuación)

ZONA FEDERAL	
Nombre Científico	Nombre común
FAMILIA VIRIONIDAE <i>Vireo</i> sp.	
FAMILIA EMBERIZIDAE <i>Dendroica coronata</i> (Linnaeus). <i>Geothlypis trichas</i> (Linnaeus). <i>Angelia phaealceus</i> (Linnaeus). <i>Xanthocephalus xanthocephalus</i> (Bonaparte). <i>Molotrus ater</i> (Boddaert). <i>Molotrus ornatus</i> (Wagler). <i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin). <i>Sturnella magna</i> (Linnaeus). <i>Passerina ciris</i> (Linnaeus). <i>Pipilo fuscus</i> Swainson. <i>Chondestes grammacus</i> (Say). <i>Passerculus sandwichensis</i> (Gmelin). <i>Melospiza melodia</i> (Wilson).	Tordo de charreteras Tordo de cabeza amarilla Tordo burrero Tordo de ojos rojos Zanate Tortillean chilé Mariposa Gorrón Sabanero Gorrón melódico
FAMILIA FRINGILLIDAE <i>Carpodacus mexicanus</i> (Muller). <i>Carpodacus psaltria</i> (Say).	Gorrón mexicano Jilguero
FAMILIA PASSERIDAE <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus).	Gorrón doméstico

TABLA 3 LISTADO DE LOS MAMIFEROS REPORTADOS PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO.

ZONA FEDERAL	
Nombre científico	Nombre común
ORDEN INSECTIVORA	
FAMILIA SORICIDAE	
<i>Cryptotis parva soricina</i> (Merriam, 1895)	Musaraña
ORDEN CHIROPTERA	
FAMILIA MOLOSSIDAE	
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i> (Saussure, 1860)	Murcielago
ORDEN LAGOMORFA	
FAMILIA LEPORIDAE	
<i>Sylvilagus floridanus orizabas</i> (Merriam, 1893).	Conejo
<i>Lepus californicus festinus</i> (Nelson, 1904).	Liebre de cola negra
ORDEN RODENTIA	
FAMILIA SCICURIDAE	
<i>Spermophilus mexicanus mexicanus</i> (Erxleben, 1777).	Ardilla
FAMILIA GEOMYDAE	
<i>Pappogeomys tylosrhinus tylosrhinus</i> (Merriam, 1895).	Tuza
FAMILIA HETEROMYDAE	
<i>Dipodomys phillippsi</i> .	Rata canguro
FAMILIA CRICETIDAE	
<i>Reithrodontomys megalotis saturatus</i> J.A. Allen y Chapman, 1897.	Ratón
<i>Peromyscus maniculatus</i> .	Ratón
<i>Microtus mexicanus mexicanus</i> (Saussure, 1891)	Ratón
FAMILIA MURIDAE	
<i>Rattus norvegicus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769).	Rata parda

TABLA 3 LISTADO DE LOS MAMIFEROS REPORTADOS PARA LA ZONA DEL EX-LAGO DE TEXCOCO.

ZONA FEDERAL	
Nombre científico	Nombre común
ORDEN CARNIVORA	
FAMILIA MUSTELIDAE	
<i>Mustela frenata.</i>	Comadreja
FAMILIA HETEROMYDAE	
<i>Dipodomys phillipsii.</i>	Rata canguro
<i>Spermophilus mexicanus.</i>	Ardilla terrestre
<i>Sylvylagus floridanus.</i>	Conejo castellano
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra