

20

Lej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**CAMPUS ARAGÓN**

**“DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SOLIDOS  
MUNICIPALES”.**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO CIVIL**  
**P R E S E N T A :**

**JOSE ANGEL GONZÁLEZ JIMÉNEZ**

**ASESOR DE TESIS :  
ING. JESUS VICENTE MEJIA MIRAMON**

**MEXICO**

**1998**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

259192



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **DEDICO CON CARÍO EL PRESENTE TRABAJO:**

**A MI MAMA TOMASA JIMÉNEZ BRIZUELA POR QUE SIEMPRE ME A DADO TODO SIN PEDIR NADA A CAMBIO Y QUE CON SU ESFUERZO Y DEDICACIÓN SIEMPRE ME A GUIADO Y ACOMPAÑADO A LO LARGO DE MI VIDA.**

**A MI PAPA JUAN GONZÁLEZ GONZÁLEZ A SU RECUERDO, ESFUERZO Y EL CARÍO QUE ME BRINDO.**

**CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO Y POR EL APOYO QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO A MIS HERMANOS Y HERMANA:**

**JUAN MANUEL GONZÁLEZ JIMÉNEZ  
FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ JIMÉNEZ  
MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ JIMÉNEZ**

**A MIS ABUELOS MARGARITA BRIZUELA LOPEZ, MARÍA GONZÁLEZ, JOSÉ JIMÉNEZ GONZÁLEZ Y FRANCISCO GONZALEZ BARBA POR SUS ENSEÑANZAS.**

**AL PROFESOR JESÚS V. MEJIA MIRAMON POR LOS CONOCIMIENTOS COMPARTIDOS, APOYO PROFESIONAL Y SU AMISTAD.**

**A TODOS MIS AMIGOS Y LAS PERSONAS QUE A LO LARGO DE LA VIDA ME HAN BRINDADO SU APOYO Y AMISTAD SINCERA, QUE PARA MI REPRESENTAN UN ESTIMULO Y UN EJEMPLO A SEGUIR:**

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPITULO I ANTECEDENTES HISTORICOS.</b>	
1.1 EPOCA PREHISPANICA (¿ - 1521)	6
1.2 EPOCA COLONIAL (1521- 1810)	7
1.3 EPOCA INDEPENDIENTE (1810 -1911)	8
1.4 EPOCA CONTEMPORÁNEA (1911-1996)	9
<b>CAPITULO II CONCEPTOS BASICOS</b>	
<b>2.1.- CONCEPTOS Y CRITERIOS SOBRE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES POR MÉTODO DE RELLENO SANITARIO.</b>	13
2.1.1.-RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE.	
2.1.2.-ESTUDIOS DE CAMPO.	
2.1.3.-ESTUDIOS ESPECÍFICOS.	
2.1.4.-DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO.	
2.1.5.-DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.	
2.1.7.-GERENCIAMIENTO.	
<b>2.2.-CONCEPTOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.</b>	18
2.2.1.-MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.	
2.2.2.-TIPOLOGÍA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	
2.2.3.-VALORES CUALITATIVOS DEL IMPACTO AMBIENTAL.	
2.2.4.-PREVISIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO.	
2.2.5.-CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.	
2.2.6.-TIPOLOGÍA DE IMPACTOS.	
2.2.7.-MATRIZ CAUSA EFECTO (LEOPOLD).	
2.2.7.1.-IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS.	
2.2.7.2.-IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS.	
<b>CAPITULO III SISTEMAS DE MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES.</b>	
3.1.-CICLO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES.	35

<b>3.2.-CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.</b>	<b>39</b>
<b>3.3.-GENERACIÓN.</b>	<b>40</b>
<b>3.4.-ALMACENAMIENTO.</b>	<b>43</b>
3.4.1.-RECOLECCIÓN.	
3.4.2.-BARRIDO.	
<b>3.5.-ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.</b>	<b>45</b>
3.5.1.-TÉCNICAS DE TRANSBORDO.	
3.5.2.-INSTALACIONES FIJAS.	
3.5.3.-EQUIPO MOTRIZ.	
3.5.4.-PROBLEMAS EPIDEMIOLÓGICOS.	
<b>3.6.-DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.</b>	<b>50</b>
3.6.1.-RECUPERACIÓN Y/O RECICLAJE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES.	
3.6.2.-INCINERACIÓN.	
3.6.3.-QUEMA DE BASURA.	
3.6.4.-TIRADEROS A CIELO ABIERTO.	
3.6.5.-ENTERRAMIENTO CONTROLADO.	
3.6.6.-RELLENO SANITARIO.	

## **CAPITULO IV RELLENO SANITARIO (BORDO PONIENTE IV ETAPA).**

<b>4.1.-CRITERIOS DEL DISEÑO.</b>	<b>61</b>
<b>4.2.-ESTUDIO DE CAMPO.</b>	<b>62</b>
4.2.1.-MUESTREO DE GENERACIÓN, DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO (DSN) "IN-SITU" Y SELECCIÓN DE SUBPRODUCTOS.	
<b>4.3.-ESTUDIOS ESPECÍFICOS.</b>	<b>64</b>
4.3.1.-DATOS GEOLÓGICOS DE LA CUENCA.	
4.3.2.-ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.	
4.3.2.1.-ESTRATIGRAFÍA.	
4.3.2.2.-LITOLOGÍA DE LA ZONA.	
4.3.2.3.-EDAFOLOGÍA.	
4.3.3.-ESTUDIOS CLIMATOLÓGICOS Y PLUVIOGRÁFICOS.	
4.3.3.1.-CLIMA.	
4.3.3.2.-EVAPORACIÓN.	
4.3.3.3.-TEMPERATURA.	
4.3.3.4.-VIENTO.	
4.3.4.-ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.	
4.3.4.1.-HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.	
4.3.4.2.-HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.	
<b>4.4.-ESTUDIOS ESPECIALES.</b>	<b>69</b>
4.4.1.1.-ANTECEDENTES DEL SITIO.	

- 4.4.1.2.-UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO.
- 4.4.1.3.-USO ACTUAL DEL SUELO.
- 4.4.1.4.-TENENCIA DE LA TIERRA.
- 4.4.2.-DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.
- 4.4.3.-ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES.
- 4.4.3.1.-FASE DE OPERACIÓN.
- 4.4.4.-OBRA CIVIL REQUERIDA.
- 4.4.5.1.-ACTIVIDADES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.
- 4.4.5.2.-ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- 4.4.5.3.-PERSONAL PARA LA OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO.
- 4.4.6.-SUPERFICIE REQUERIDA.
- 4.4.7.-DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.
- 4.4.8.-CRITERIOS AMBIENTALES QUE JUSTIFICAN EL LUGAR.
- 4.4.9.-RESIDUOS GENERADOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS Y DISPOSICIÓN FINAL.
- 4.4.10.-SITIO ALTERNATIVO.
- 4.4.11.-IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES QUE CAUSARÁ LA OBRA.
- 4.4.12.-MEDIDAS DE MITIGACIÓN.
- 4.4.13.-FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS.
- 4.4.14.-ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTOS.
- 4.4.15.-MATRIZ REDUCIDA DE LEOPOLD.
- 4.4.16.-DATOS PARA LA MAJORA DEL PAISAJE.

#### **4.5.-OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

80

- 4.5.1.-PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAMINOS Y BORDO.
- 4.5.2.-BARDEADO.
- 4.5.3.-BASCULA.
- 4.5.4.-SERVICIOS.

#### **4.6.-CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO.**

82

- 4.6.1.-CALCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.
- 4.6.1.-CAPACIDAD DEL RELLENO Y VIDA UTIL.
- 4.6.3.-CALCULO DE LA CELDA DIARIA.
- 4.6.3.1.-POR LAS DIMENSIONES SE REALIZAN CELDAS MENSUALES.
- 4.6.3.2.-PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CELDA.
- 4.6.3.3.-FRANJAS.
- 4.6.3.4.-CAPAS.
- 4.6.4.-MATERIAL DE CUBIERTA.
- 4.6.5.-OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO.
- 4.6.6.-PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RELLENO SANITARIO.
- 4.6.6.1.-ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA MÉTODO DE TRINCHERA.
- 4.6.6.2.-ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA MÉTODO DE ÁREA.
- 4.6.7.-MAQUINARIA Y EQUIPO.
- 4.6.7.1.-ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO Y MAQUINARIA.
- 4.6.7.2.-CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO.
- 4.6.7.3.-CANTIDAD DE MAQUINARIA.

#### **4.7.-SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y CONTROL DE LIXIVIADOS.**

108

- 4.7.1.-PRODUCCIÓN DE LIXIVIADOS.
- 4.7.2.-MÉTODOS DE IMPERMEABILIZACIÓN.
- 4.7.3.-IMPERMEABILIZACIÓN.
- 4.7.4.-DEPURACIÓN DE LIXIVIADOS (PERCOLADO).

<b>4.8.-SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y CONTROL DE BIOGAS.</b>	<b>111</b>
4.8.1.-PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.	
4.8.2.-CONTROL DE BIOGÁS.	
4.8.3.-CAPTACIÓN DE BIOGÁS.	
4.9.-USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO.	
4.9.1.-AREAS DEPORTIVAS.	
4.9.2.-TIPO DE VEGETACIÓN A EMPLEAR PARA REFORESTAR.	
<b>4.9.-USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO</b>	<b>113</b>
<b>4.10.-MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.</b>	<b>115</b>
<b>PLANOS</b>	<b>116</b>
PLANO GEOHIDROLOGICO	
PLANO DE CELDAS Y POLIGONAL.	
PLANOS DE PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL.	
PLANOS DE CAMINOS.	
<b>CAPITULO V LEGISLACIÓN VIGENTE.</b>	
<b>5.1.-REGLAMENTO INTERIOR DE LA SEMARNAP.</b>	<b>135</b>
<b>5.2.-LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.</b>	<b>138</b>
<b>5.3.-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-ECOL-1994, NORMA QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LOS SITIOS DESTINADOS A RELLENO SANITARIO.</b>	<b>145</b>
<b>5.4.-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-084-ECOL-1994, NORMA QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO DEL UN RELLENO SANITARIO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.</b>	<b>149</b>
<b>5.5.-LEY ORGÁNICA DEL DISTRITO FEDERAL.</b>	<b>165</b>
<b>5.6.-REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE LIMPIA EN EL DISTRITO FEDERAL.</b>	<b>167</b>
<b>GLOSARIO.</b>	<b>179</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>187</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>192</b>

## INTRODUCCIÓN

La generación de Residuos Sólidos se ha presentado desde tiempos remotos, los desechos de animales y/o plantas tanto orgánica como inorgánicos. Relatos de los cronistas Fray Toribio de Benabente, Fray Juan de Torquemada y Francisco Javier de Clavijero narran que en el Imperio Azteca, la Ciudad de Tenochtitlan se encontraba muy limpia, no se podía compara fuera de los mercados, nadie comía en las calles, ni se tiraban basura en las calles y había más de mil personas recogiendo las calles recogiendo la basura entre los cuales se encontraban los calpixques, topiles y macehuales.

En la época colonial por más que se trato de mantener limpia la Ciudad no se logro encontrandose las calles repletas de lodos pestilentes y los basureros se encontraban en las puertas de la Ciudad. Entre las medidas tomadas se encuentran las del Marques de Croix que expide un bando que incluye multas para quienes tiren basura en las calles y no barran el frente de sus casas, el Virrey Revillagigedo nuevamente realizo reglamentaciones, el cual contaba con 14 artículos, en esta época se contaban con 14 tiraderos distribuidos al Norte, Sur, Este y Oeste, y con 15 carretas para el servicio de limpia.

Durante la Independencia esta situación no mejoro y en las puertas de la Ciudad se observaban montañas de desechos sólidos, por lo que el Coronel Melchor Musquis Jefe Superior político de la Provincia establece un nuevo reglamento e incremento los carros recolectores hasta 83 unidades, 43 pipas y 136 mulas, para finales de este periodo estos se incrementaron a 149 carros, 6 carros de ruedas, un carro recolector y 6 carretillas.

Durante la época contemporánea es donde se agudiza la producción de Desechos Sólidos de 375 Toneladas que se producian en los años veintes llegando a nuestros días hasta 9300 Toneladas por día. En los ochentas se continuaba con tiraderos al aire libre aunque relativamente retirados de la Ciudad entre estos el de Santa Cruz Meyehualco y Santa Fe. A principios de esta década se clausura el primero el cual dio origen a los tiraderos de Santa Catarina, San Lorenzo Tezonco, Tláhuac, Milpa Alta, Tlalpan y Bordo de Xochiaca, incrementándose el problema.

Durante este período por consecuencia de la producción de desechos sólidos el parque vehicular incremento de 59 camiones en los años veintes, a 720 unidades en los setentas.

En 1985 el Gobierno de la Ciudad de México clausura definitivamente los tiraderos a cielo abierto de Santa Catarina, Santa Fe, San Lorenzo Tezonco, Milpa Alta y Bordo Xochiaca y establece dos sitios para la construcción de Rellenos Sanitarios que son; Prados de la Montaña en la Delegación Alvaro Obregon y el Bordo Poniente en el estado de México. Años más tarde se crea un nuevo Relleno Sanitario en Santa Catarina y para 1996 se clausura el Relleno Prados de la Montaña, en la actualidad los Rellenos que se encuentran en funcionamiento son Bordo Poniente en su cuarta etapa y Santa Catarina.

La creación de los Rellenos cuadyubo a la construcción de estaciones de transferencia para el movimiento de los desechos Sólidos con más eficiencia y las unidades pequeñas no tuvieron que hacer grandes recorridos y realizar con mayor eficiencia el servicio de limpia.

Para la realización de un Relleno Sanitario se tiene que tomar en cuenta criterios que llevan consigo etapas y estudios como son, el diagnostico de la situación actual de producción de Residuos Sólidos, recopilación de información metereologica, Geohidrologica y Demografica, estudios de Campo de la generación, peso volumétrico y subproductos de los Desechos Sólidos, selección del sitio, sistemas de control de Biogás y Lixiviados. Además se realizarán Estudios específicos de Topografía, Geohidrología y Mecánica de Suelos de los sitios elegidos, de estos sitios se procede a realizar la valoración y valuación del Impacto Ambiental, el cual presente mejor opción para el emplazamiento "menor daño al medio ambiente y al ser humano" será el lugar ideal.

El Diseño del Relleno sanitario consta de las siguientes etapas Selección del Método, Diseño de Interfaces, Impermeabilización, Diseño de Capas y Celda Diaria , Vida Util y Uso Final del Lugar. Además de las Obras Complementarias como son el Drenaje, Caminos de Acceso,

Pozos de Monitoreo, Capa Final, Cercado, Báscula y Edificios.

El Relleno Sanitario bordo poniente consta de una fase de Operación dentro de la cual se Selecciona la maquinaria a emplear, personal empleado y un manual de operación el cual reglamenta las funciones del personal.

Dentro del Proyecto es importante la Valoración del Impacto Ambiental, existen varios métodos de valoración del Impacto Ambiental dentro de las cuales se encuentran los de la Universidad de Georgia, Hill- y Chechter, Fisher-Davis y Normas Técnicas Ecológicas los cuales son cualitativos pero también hay cuantitativas como el de Batelle-Columbus y la Matriz Causa Efecto de Leopold, la cual es la más empleada en la actualidad.

Conocer los sistemas de manejo de los desechos sólidos Municipales es importante para lograr un mejor manejo de estos por lo que es indispensable estudiar a detalle el ciclo de los Desechos Sólidos, dentro del cual esta contemplada las materias primas, Clasificación, Generación, Almacenamiento, Estaciones de Transferencia, Reciclaje y Disposición Final de los mismos.

Los desechos Sólidos por su origen pueden ser clasificados en Industriales los cuales en su mayoría son altamente tóxicos, Domésticos que representan el 43%, y de Servicios un 35%. De estos los que nos interesan son los dos últimos, los cuales son considerados como Municipales. Además los desechos sólidos también se clasifican en orgánicos e inorgánicos por su composición química.

En la Ciudad de México se generan alrededor de 9,300 Toneladas por día, las Delegaciones que depositan sus Residuos en el Bordo Poniente son Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Iztacalco y Venustiano Carranza, las cuales representan el 36% de la generación total.

De acuerdo a los estudios realizados cada habitante de la Ciudad genera 1.099 kilogramos de basura por día, de estos desechos su composición es de 53% orgánica, 15% cartón y papel, 8% vidrio, 5% plásticos, 6% fierro, 5% aluminio, 4% trapos y 4% otros. Lo cual indica que se puede realizar una recuperación de hasta un 50% de estos cuando solo se

alcanza una recuperación del 23%. Dentro del ciclo de los desechos sólidos en el almacenamiento es cuando se inicia el problema, todo lo que se adquirió ya no nos sirve y lo tiramos, dentro de esta se encuentra la recolección y el barrido que es donde se inicia la Fase Gubernamental, del total de basura generada se estima que solo se recolecta aproximadamente el 70% y el resto su destino son Lotes Baldíos y Barrancas.

Para el mejor aprovechamiento de las Unidades Recolectoras y evitar que realicen grandes recorridos en 1985 se construyó la primera Estación de Transferencia, en nuestros días ya se cuenta con 15 estaciones distribuidas estratégicamente, estas cuentan con instalaciones fijas y equipo motriz "Tractocamiones", dentro de las instalaciones fijas se debe tener cuidado con respecto a las instalaciones y estas deben ser cerradas para evitar molestias y daños epidemiológicos a la comunidad. Un estudio realizado por la U.N.A.M. a la estación de transferencia central de abastos II ubicada en la delegación Iztapalapa, que es de tipo abierta, demostró que instalaciones de este tipo son un peligro epidemiológico para la población de las zonas aledañas.

La disposición Final de los Desechos Sólidos es el mayor problema al que se enfrenta la ciudad de México por que ya no se cuenta con lugares apropiados para este fin. Dentro de los sistemas de Disposición Final que se pueden emplear son la producción de composta, la incineración de basura es una tecnología apropiada pero tiene algunos problemas como el Bajo Poder calorífico de la basura y al quemarla esta libera gases que contaminan la atmósfera. De los sistemas de disposición final los menos apropiados por que deterioran el suelo, el aire y agua son los tiraderos a cielo abierto los cuales producen Biogases y lixiviados sin control alguno.

El enterramiento controlado es un sistema mas apropiado el inconveniente es de que no hay control del lixiviado el cual si hay corrientes de agua superficiales o subterráneas o un acuífero estos pueden ser contaminados.

El sistema más apropiado para la disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales es el Relleno Sanitario llevándolo conforme marcan las Normas y Especificaciones

al respecto, es el sistema más económico y combinándola con la recuperación de desechos se alarga la vida del mismo, este también puede ser combinado con incineración y/o trituración antes del vaciado o en el momento del vaciado.

En el Bordo Poniente se cuenta con un adecuado manejo y disposición final de los desechos sólidos Municipales, además de los estudios de Campo, Específicos e Impacto Ambiental, y durante la construcción y Operación con Sistemas de Impermeabilización, Captación y Control de Biogás, Manual de Operaciones, Especificaciones de Maquinaria, Obras Complementarias, Señalamientos, Cercado, Caseta de Peaje y Báscula, faltando únicamente sistemas de Captación y depuración de lixiviados.

En cualquier Obra "Relleno Sanitario" debe fundamentarse en la Normatividad Vigente, en todas las Fases que la involucran como son la Planeación, Construcción-Operación y Uso Final. Así como tomar en cuenta el impacto ambiental que se produzca, para esto se tomarán en cuenta la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente por encontrarse en Zona Federal, La Norma Oficial Mexicana NOM-83-ECOL-1994 que establece las condiciones que debe reunir los sitios de Disposición final de Residuos Sólidos Municipales, NOM-084-ECOL-1994 que establece los requisitos para el Diseño de un Relleno Sanitario y Obras Complementarias, Ley orgánica del Distrito Federal y Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal.

# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

La generación de residuos se ha presentado desde tiempos remotos. Los desechos de animales y plantas tanto (orgánicos e inorgánicos), así como de la propia actividad humana. han estado presentes; sin embargo, el crecimiento de la población urbana y la transformación de la sociedad agudiza el problema de los residuos sólidos. Es por ello que para ubicar la situación actual es necesario señalar de manera general, la evolución histórica que ha tenido la ciudad en cuanto al manejo de estos residuos.

### **1.1.- ÉPOCA PREHISPÁNICA** **(?-1521)**

De acuerdo con escritos de Fray Toribio de Benevente (¿1490?-1569) en sus memoriales referidas a higiene urbana de la gran Tenochtitlan, fray Juan de Torquemada (¿1557?-1624) y Francisco Javier Clavijero (1731-1787) narran que en el Imperio Azteca, bajo el reinado de Moctezuma Xocoyotzin, no había en las ciudad una sola tienda de comercio, no se podía vender ni comprar fuera de los mercados, por lo tanto, nadie comía en las calles, ni se tiraban cascaras ni otros despojos y había más de mil personas que recorrían la ciudad recogiendo la basura.

Los escritos de estos cronistas dicen que los servicios urbanos de limpia y recolección de basura estaban mejor organizados que ahora y el pie desnudo no ensuciaba el suelo, además de que los habitantes estaban habituados a no tirar nada en la calle. Los encargados de la limpieza de la ciudad eran los calpixques, topiles y macehuales, los primeros formaban parte de las autoridades imperiales y tenían a su cargo la organización de los trabajos de limpieza de las calles. Los segundos formaban parte de un cuerpo especial de supervisión, teniendo a su cargo los grupos de macehuales que realizaban los trabajos de barrido y regado de calles. los terceros eran ciudadanos comunes de los barrios, empleados para desempeñar trabajos colectivos de limpieza, para esa época la basura no constituía un gran problema para la estupenda metrópoli que según se dice contaba con mas de 300 mil habitantes.

Las características más importantes era que los tiraderos se ubicaban en tierras pantanosas; la basura se incineraba para iluminar la ciudad en grandes braseros y la materia séptica se utilizaba como abono.

## **1.2.- ÉPOCA COLONIAL (1521-1810)**

En la Nueva España se encontraban las ciudades completamente sucias en especial la ciudad de México, repletas de basura y lodos pestilentes por lo que el marques de Croix expide un bando que incluye reglas para el aseo de las calles y aplicar medidas similares a la empleadas en Madrid para mantener la limpieza de la ciudad (multas, prohibiciones y recomendaciones sobre la utilización de ciertos equipos), pero esto no solucionó el problema de la basura en la Ciudad de México, las calles eran intransitables por el desaseo y la falta de limpieza; había basura y los caños estaban llenos de lodos; en casi todas las calles se veían muladares o basureros ya que la basura se arrojaba en la vía pública y no había quien la recogiera.

En consecuencia, el Virrey Revillagigedo hizo reglamentaciones municipales para barrer y regar las calles el cual contaba con 14 artículos, estableciendo que fuera recogida la basura por carros tirados por mulas, con lo cual se evitó que los basureros continuaran en las calles, años más tarde José Antonio Álzate propone un tipo de carro para la recolección de la basura, que permitían transportar más carga en menos tiempo, para 1792 se cuenta con 15 carros de este tipo para el servicio de limpieza y existían 14 tiraderos distribuidos hacia los cuatro puntos cardinales los cuales eran:

- Al Norte en los barrios de Puente de Clérigo y San Martín.
- En el Poniente; en los barrios de San Diego y Paseo Nuevo.
- Al Sur en Campo Florido, Salto del Agua, Niño Perdido y Caballete.
- Y al Oriente; San Lázaro y San Antonio Tomatlán.

Es importante establecer datos estadísticos esenciales para el estudio de los desechos sólidos en esta época, los cuales son muy pocos al no existir suficiente documentación respecto de cuanta basura se producía ver tabla 1.1.

Tabla 1.1

AÑO	CARRETAS	TIRAREDOS
1792	15	14

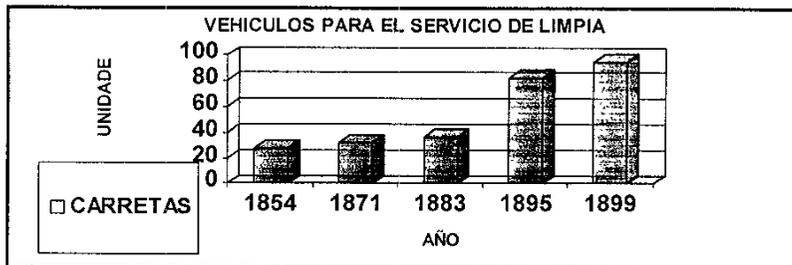
Fuente: La Sociedad de la basura, Caciquismo Urbano en la Ciudad de México, Instituto Investigaciones Sociales, UNAM, 1993.

### 1.3.- ÉPOCA INDEPENDIENTE (1810 y 1911)

Las medidas dictadas por Revillagigedo habían dejado de aplicarse para el siglo XIX, en las puertas de la ciudad se observaban montañas de basura entre estas se miraban humanos buscando cosas que les pudieran ser útiles, por lo que el Coronel Melchor Múzquiz, Jefe Superior Político interino de su provincia, establece nuevas reglamentaciones. Entre 1826 y 1836, se expiden nuevas disposiciones Gubernamentales y Reglamentarias, sobre limpia y drenajes para la Ciudad de México, en los años venideros los carros colectores de basura se incrementan de 28 a 32, y para 1884 el servicio de limpia contaba ya con 83 carros, 43 pipas y 136 mulas, distribuidos entre las ocho inspecciones de policía. En 1899, en el barrido se cuenta con 6 carros de dos ruedas, 1 carro recogedor, 92 recogedores, 86 palas, 63 regaderas, 134 cepillos de raíz, 6 carretillas. De esta manera por primera vez el servicio se descentraliza en virtud de que era sumamente imperfecto, porque la ciudad ya era muy grande y los carros no podían recorrerla, los basureros se ubicaban en la parte oriente del barrio de san Antonio Tomatlán en este tiradero se inicia la separación de vidrio, hilachas y metales.

Para finales de la década en el servicio de limpia, se utilizaban 107 carros en el día y 42 para el servicio nocturno, así como 54 mulas y 107 atalajes. El servicio lo realizan 8 comisarios y se publica un dictamen en que el barrido y riego de calles corresponde a la comisión de limpia y a finales de 1906 para el barrido se contaba con 6 carros de dos ruedas, un carro recogedor, 92 recogedores, 86 palas, 63 regaderas, 134 cepillos de raíz, 6 carretillas, 5 carros recogedores y 14 animales de tiro, ver grafica 1.1.

**GRAFICA 1.1**



Fuente: La Ciudad de México ,Reseña histórica descriptiva, Francisco Días de Leon, México 1901.

#### 1.4.- ÉPOCA CONTEMPORÁNEA (1911-1996)

Para 1920, se colectaban más de 375 toneladas de basura al día y se introducen modernos camiones para el Servicio de Limpia. Se contaba con 153 guayines de mulas y con 59 camiones, de los cuales 52 se empleaban durante el día y 7 por la noche. Los camiones se destinaban al servicio en el primer cuadro, mientras que los guayines se utilizaban en la periferia en ese mismo año el costo del servicio alcanza la cifra de \$279,845.50 pesos anuales, en 1936 ya se contaba con 113 carros de tracción animal, 8 pipas, 5 barredoras mecánicas, 73 camiones especiales, 2 tractores remolcadores y 9 remolques. El costo anual del servicio, alcanza la cifra de \$743,223.94, y contaba con 2,500 empleados. Dos años antes se había formado el sindicato de limpia y transportes y el equipo con el que contaba se componía ya de camiones tubulares, carros de volteo de 7 toneladas. Los carros tirados por mulas cubrían los servicio de la periferia de la ciudad.

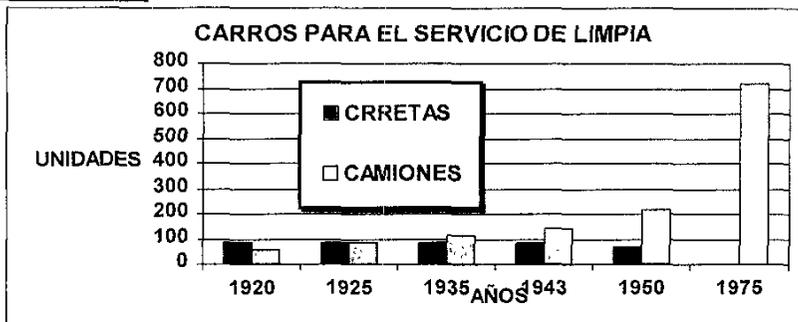
En los años cuarenta se hablaba de reciclar o industrializar la basura, de los problemas de contaminación del suelo, aire y agua, y de la necesidad de que los tiraderos quedaran lo más apartado posible de la ciudad. Por lo que el Distrito Federal contaba principalmente con los tiraderos denominados Santa Cruz Meyehualco y Santa Fe; el primero, en la Delegación de Iztapalapa tuvo

una recepción de residuos sólidos de 500 toneladas por día, es en esta década cuando el 8 de mayo de 1941 se promulga el 1er. Reglamento para el servicio de Limpia en el Distrito Federal; publicándose el 6 de julio del mismo año y entrando en vigor, 3 días después de su aparición en el Diario Oficial. Para mediados de esta década el servicio se prestaba con 142 camiones, 4 barredoras, 86 carros de tracción animal. Se adquirieron 17 camiones, se transportaban a los tiraderos entre 800 y 1,000 toneladas de basura al día y se levantaron 23,236 infracciones. En 1950 el servicio de limpia contaba con 219 camiones, 19 barredoras, 69 carros de tracción animal, a finales de este periodo se recogían alrededor de 2,000 toneladas de basura al día a principios de los sesenta se creó la Dirección General de Servicios Urbanos del Distrito Federal que años mas tarde desaparece. En el primer tercio de esta década se inicia la construcción de las primera Estación de Transferencia en el Distrito Federal, en la Delegación Miguel Hidalgo, además se pone en marcha la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón, en terrenos de la Cuchilla del Tesoro.

Para los años ochentas se vuelve a conformar la Dirección General de Servicios Urbanos del Distrito Federal, de la cual esta depende en la actualidad la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de México. El Departamento del Distrito Federal inició el saneamiento y clausura del tiradero de Santa Cruz Meyehualco, que consistió en espaciar, conformar y cubrir los residuos sólidos con tepetate, así como la perforación de pozos para el venteo de biogas generado por la biodegradación anaeróbica que sufren los residuos acumulados. Solo que con la clausura de este tiradero se estimuló el desarrollo y creación de otros; como Santa Catarina, San Lorenzo Tezonco, Tláhuac, Milpa Alta, Tlalpan y Bordo Xochiaca. De esta forma se agudizó la problemática para la eliminación de la basura en la Ciudad de México. y la clausura de estos tiraderos fue a principios de 1985 incluyendo también al de Santa Fe, recuperándose una superficie aproximada de 300 hectáreas. Así se inicio la construcción de la Alameda Poniente en el ex-tiradero de Santa Fe, del Parque Cuitlahuac en el ex-tiradero de Santa Cruz Meyehualco y de la Alameda Oriente en el tiradero de escombros del Bordo Xochiaca. Además se seleccionaron dos sitios para Rellenos Sanitarios; uno en el "bordo poniente" en un lugar de la zona federal del antiguo vaso del lago de Texcoco, con una

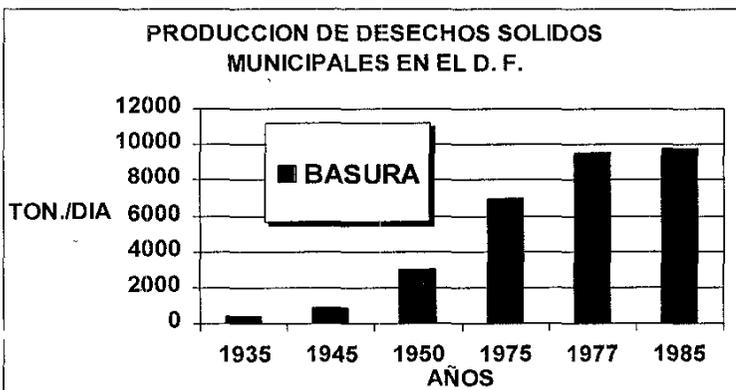
superficie de 233 hectáreas originalmente para su primera, segunda y tercera etapa. con una capacidad de hasta 6,000 ton/día de desechos sólidos municipales y "Prados de la montaña", cercano al tiradero de Santa Fe, en la Delegación Álvaro Obregón, en este relleno se recibían 2,300 toneladas diarias con vida útil de tres años para rellenar después otra barranca, en la actualidad el Relleno Sanitario Bordo Poniente se encuentra en su Cuarta Etapa, Prados de la Montaña se clausuro y se abrió el de Santa Catarina. Para establecer la problemática de los desechos sólidos municipales en la ciudad de México ver Gráficas 1.2, 1.3 y 1.4:

**GRAFICA 1.2**



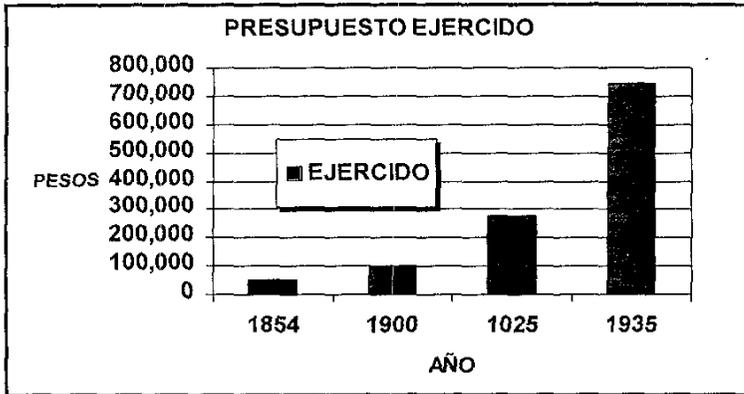
Fuente: Manejo de los desechos sólidos, el caso del D. F., D: D.F. - I. N. A. P., 1988.

**GRAFICA 1.3**



Fuente: Manejo de los desechos sólidos, el caso del D. F., D: D.F. - I. N. A. P., 1988.

**GRAFICA 1.4**



Fuente: Manejo de los desechos sólidos, el caso del D. F., D: D.F. - I. N. A. P., 1988.

## **CAPÍTULO II**

### **CONCEPTOS BASICOS**

#### **2.1.- CONCEPTOS Y CRITERIOS SOBRE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES POR EL METODO DE RELLENO SANITARIO.**

Diagnostico; se elaborará un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos, en cuanto a su disposición final. Se deberán mencionar los estudios y proyectos que existan a la fecha, comentando los aspectos más importantes.

##### **2.1.1.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE:**

Metereologica; obtención de información relativa a precipitación pluvial, evaporación, infiltración, intensidad de lluvia, dirección, velocidad de vientos dominantes y toda aquélla información necesaria para el proyecto.

Geohidrologia; obtención de información relativa a la zona propuesta a través de observación directa así como mediante la consulta de estudios realizados por otras dependencias oficiales y / o privadas.

Demografía; elaboración de la proyección de población con base a los censos de 1980, hasta el año 2050.

##### **2.1.2.-ESTUDIOS DE CAMPO:**

Muestreo de la generación; se deberá llevar a cabo una cuantificación per-capita de los residuos sólidos municipales, así como la determinación de la generación en otras fuentes con base a un pesaje directo y / o balance de materiales.

Selección de subproductos; se llevará a cabo una selección y cuantificación de subproductos que constituyen los residuos sólidos municipales, reportándolos en un porcentaje del peso total de la muestra.

Peso volumetrico; se obtendrá el peso volumétrico de los residuos sólidos insitu (en el sitio) así como en los vehículos recolectores.

Selección del sitio; la selección del lugar del relleno sanitario requiere conocer un numero determinado de parámetros, estos parámetros y su importancia son muy variables dependiendo de las condiciones existentes en cada región. algunos de estos parámetros deben ser valorados por medios técnicos (contaminación de la tierra, suelo y aguas) y otros tienen una fuente componente subjetiva (opinión pública, desvalorización económica de la zona, etc.) siendo difícil su valoración. El proyecto propondrá de tres a cinco sitios aptos para llevar a cabo un relleno sanitario. Las autoridades Municipales y SEMARNAP, harán la selección final del sitio.

Sistemas de control de lixiviados; cuando los residuos se colocan en un terreno, se encuentran cubiertos o simplemente depositados, producen líquidos, fuertemente contaminantes, denominados lixiviados, percolados o purines, el cual al desplazarse daña el suelo, la vegetación y el agua, los principales compuestos son:

Hierro	Entre 200-1700 miligramos/litro
Zn	Entre 1 -135 miligramos/litro
Niquel	Entre 0.01-0.8 miligramos/litro
Cu	Entre 0.10-9 miligramos/litro
Cloruros	Entre 100-2.400 miligramos/litro

Sistemas de Captación de biogas; varios tipos de gases se forman a lo largo de la vida del relleno como consecuencia de unos procesos de descomposición aerobia (en presencia de aire) o anaerobia (ausencia de aire), estos gases son monóxido y dióxidos de carbono, **metano** (el cual representa del 54% al 70%), nitrógeno, amoniaco, hidrogeno, etc., su cantidad y composición depende de la cantidad y composición los residuos, profundidad del Relleno Sanitario, humedad de los residuos, y presencia de oxígeno.

### **2.1.3.-ESTUDIOS ESPECIFICOS:**

**Topografía;** se llevará a cabo los trabajos de un levantamiento topográfico por medio de: Poligonal cerrada del sitio seleccionado, de curvas de nivel a cada 50 cms. en terreno plano y a cada 1 m. cuando el terreno sea ondulado o sinuoso. abarcando 20 metros fuera del límite del sitio, cortes longitudinales y transversales a cada 50 metros. A escala vertical 1:200 y escala horizontal 1:1000

**Geohidrología;** se realizará un estudio geohidrológico que comprende, una perforación de 2mts, de profundidad por cada hectárea y una perforación de 20 metros de profundidad por cada 5 Hectáreas en donde se determinará la estrategia y el nivel freático (si lo hay a esa profundidad).

**Suelos;** se tendrá que realizar unos estudios detallados de suelos, que comprende básicamente la porosidad, PH, densidad y capacidad de intercambio catiónico para muestras integradas de los sitios donde se realizaron perforaciones para el estudio geohidrológico. Capacidad de carga del terreno, en los sitios donde se realizaron las perforaciones para el estudio geohidrológico, granulometría y permeabilidad de muestras a cada 2 metros de profundidad.

### **2.1.4.-DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO:**

**Selección del método;** se determinará de acuerdo a la topografía del sitio el método más adecuado a utilizar.

**Diseño de la interface;** se determinará el espesor de suelo necesario para protección de los mantos acuíferos, el diseño deberá hacerse con base en la caracterización del líquido percolado (lixiviado) que se generará en el relleno así como en el tipo de suelo del sitio.

Impermeabilización; la base del sitio debe estar construida de tal manera que se evite al máximo la percolación del lixiviado al suelo subyacente y a los mantos freáticos.

Diseño de las capas y celda diaria; se diseñará la celda diaria, así como el número de capas que contendrá, de acuerdo con los residuos que se lleven a ella durante el día de operación. Si se fija la altura y el ancho del frente de trabajo se podrá obtener la longitud de dicha celda y se elaborará un calendario en que se especifique mensualmente el avance teórico, á capa de cubierta diaria y el frente de trabajo, que se estaría trabajando.

Vida útil; con base en el volumen recibido, nivel de desplante del relleno y a la topografía del terreno, se calculará la vida útil del sitio donde se instalara el relleno sanitario.

Uso final del sitio; se deberá proponer opciones viables para la utilización posterior del relleno.

#### **2.1.5.-DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS:**

Drenaje; se diseñarán hidráulicamente las obras de desvío de corrientes superficiales, para evitar su contacto con los residuos. Asimismo, para la cubierta final y para cada una de las etapas de avance del relleno, se diseñarán las obras de Captación y conducción de aguas pluviales. Se usará para tal efecto el gasto dado por la fórmula racional americana.

Caminos de acceso; se proyectará el camino de acceso desde la vía o carretera pública, hasta el relleno. Dicho camino será transitable en todo tiempo y deberá tener un diseño apropiado para el tráfico del número de viajes esperado, se tendrán que especificar las obras de drenaje y cunetas, radio de las curvas, ancho de la vía y superficie de rodamiento. Asimismo, se diseñarán los caminos interiores los cuales serán temporales, ya que se irán cubriendo conforme el avance del relleno.

Pozos de monitoreo; se diseñarán dos pozos uno aguas arriba y otro aguas abajo y fuera del límite de propiedad de éste, con el fin de vigilar si existe contaminación del acuífero.

Capa final; se especificará una capa final del relleno indicando espesor, pendiente, material o materiales y cuando sea necesario el tipo de vegetación por sembrar.

Cercado; se preverá una cerca en todo el perímetro del sitio, incluyendo una reja de dimensiones adecuadas en los lugares de acceso. Se diseñará también cercas móviles para los frentes de trabajo y los letreros de vialidad en la entrada, así como los de restricción del acceso.

Báscula; se incluirá la ubicación y la caseta de pesaje para el control de los desechos sólidos.

Edificios; se diseñarán con materiales apropiados para la vida estimada del relleno, instalaciones tales como casetas, baños, almacén de maquinaria y de herramientas y equipo. El tipo, tamaño y capacidad de las construcciones estarán en función del tamaño y vida útil de operación del relleno sanitario.

#### **2.1.6.-OPERACIÓN:**

Especificación y selección de equipo y maquinaria; estas especificaciones y selección, deberán realizarse de acuerdo a la cantidad de residuos sólidos por disponer además del equipo de apoyo para carga y transporte del material de cubierta.

Personal; se determinará el número y funciones del personal para el relleno.

Manual de operación; deberá reglamentarse las actividades del personal del relleno y del servicio de recolección, deberá incluir especificaciones para la construcción de la celda diaria, de mantenimiento preventivo y correctivo y de la estructura administrativa del relleno y del flujo de información a las oficinas centrales.

Especificaciones para el sobrestante; se elaborará una lista de las actividades diarias que se llevarán a cabo por el sobrestante general del relleno para una adecuada operación.

#### **2.1.7.-GERENCIAMIENTO:**

Análisis de inversión; se deberá presentar un análisis detallado del costo total de inversión del relleno sanitario.

Costos de operación; se presentará un análisis de los costos directos e indirectos así como por tonelada dispuesta.

Sistemas tarifarios; se realizará un análisis de tasa interna de retorno con la finalidad de poner un sistema tarifario del proyecto de manera tal que resulte financiable.

Sistema de administración, control y vigilancia; proponer un sistema de administración, control y vigilancia de la operación del relleno sanitario.  
Cantidades de obra.-

*Se deberá presentar el catálogo de obra del proyecto.*

## **2.2.-CONCEPTOS Y CRITERIO DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

### **2.2.1.-METODOS DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

Existen varios métodos de evaluación del impacto ambiental basados en indicadores, índices e integración de la evaluación como son el de Holmes, Universidad de Georgia, Hill-Schechter, Fisher-Davis y Normas Técnicas ecológicas, también hay métodos cuantitativos como el de Batelle-Columbus

pero los más significativos son los cualitativos dentro de este se encuentra la matriz causa-efecto (de Leopold), esta es la empleada para el análisis de Impacto Ambiental en nuestro proyecto de Relleno Sanitario Bordo Poniente IV Etapa.

### **2.2.2.-TIPOLOGÍA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

Cualquier actividad humana causa efectos sobre el medio ambiente ya sean negativos o positivos, a mediano corto o largo plazo; pequeños o grandes. Todos los factores o parámetros que constituyen el medio ambiente pueden verse afectados y pueden sintetizarse en cinco grandes grupos:

- ✓ Factores Físico-químicos
- ✓ Factores biológicos
- ✓ Factores paisajísticos
- ✓ Factores sociales, culturales y humanos.
- ✓ Factores económicos

#### ***INFORME MEDIO AMBIENTALES.***

Es un informe redactado mediante manejo del proyecto, comprende una serie de consideraciones ambientales y las correspondientes medidas correctivas.

#### ***EVALUACIÓN PRELIMINAR.***

Incorpora un estudio que identifica una primera valoración de impacto a la que seguirá una valoración final.

#### ***EVALUACIÓN SIMPLIFICADA.***

La evaluación se hace de forma sencilla describiendo los criterios y parámetros utilizados ni una evaluación global, es un documento en síntesis.

### ***EVALUACIÓN DETALLADA.***

Se realiza cuando una obra (actividad humana) produce grandes Impactos Ambientales y el cual exige un grado de profundización elevada. Se incluye la ponderación y evaluación global así como un documento en síntesis.

### ***LEGISLACIÓN APLICABLE.***

Regular la evaluación del impacto ambiental es lo fundamental de la normatividad.

## **2.2.3.-VALORES CUALITATIVOS DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

### ***ANÁLISIS GENERAL DEL PROYECTO.***

Se realiza una visión general del proyecto, este incluirá una pequeña historia de la entidad así como a las actividades que se dedican y como las razones por la que se realiza la obra, se tomará en cuenta los materiales maquinaria y equipo que se vaya a emplear.

### ***DEFINICIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO.***

La delimitación del área geográfica es difícil variando según los diferentes factores estudiados, en lugar de determinar esta por lo que se optase que cada especialista establezca sus áreas de influencia.

### ***DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENTORNO.***

Es el que nos permite determinar las alternativas potenciales, la puesta en marcha del proyecto, la descripción de la situación del lugar en la etapa preoperacional comparada con la del estado final de la situación previa, se trata de inventariar todas las situaciones ó factores en la caracterización del medio, se incluirá un estudio del medio físico, tanto inerte (aire, clima, tierra, etc.) como biótico (flora y fauna), perceptual (geomorfología) y otros del

socioeconómico. Del entorno afectado y se tiene que tomar en cuenta de estos variaciones temporales o cíclicos.

#### **2.2.4.-PREVISIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO.**

Ya conocido el proyecto, el entorno y la capacidad de acogida.

Primero se analiza la relación proyecto-entorno; se realiza una primera aproximación al estudio de acción sin entrar a detalles. Como es lógico cada entorno tiene sus factores medio Ambientales y sus acciones específicas por los que no se pueden emplear o confeccionar unos factores de forma general por lo que se crea una lista tipo a la que se le añadirán o eliminarán factores conforme al medio.

#### **2.2.5.-CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

##### ***ELEMENTOS INTRÍNSECOS.***

**Calidad del medio ambiente (ca).**

Es el mérito para que su esencia y su estructura actual se conserven. Para cada factor del medio, se mide en la unidad adecuada (monetaria o física). Estas unidades heterogéneas se trasladan a unidades comunes o comparables, mediante una escala de puntuación de 0 a 1, representativa de la calidad ambiental CA.

**Indicadores del impacto ambiental.**

Algunos indicadores pueden expresarse numéricamente, mientras otros emplean conceptos de valoración calificativos, tales como <<excelente>>, <<mucho bueno>>, <<bueno>>, <<regular>>, <<deficiente>>, <<nulo>>, etc.,

Para cada Indicador de Impacto; es preciso disponer de una función de valores asociada, que permita establecer la Calidad Ambiental en función de

la magnitud de aquél. La extensión de un Impacto está directamente relacionado con la superficie afectada. Se mide en unidades objetivas: hectáreas, metros cuadrados, etc.,

#### **Importancia de un Impacto.**

valoración que nos da una especie de ponderación del impacto. Expresa la importancia del efecto de una acción sobre un factor Ambiental.

#### **Fragilidad Ambiental.**

vulnerabilidad o grado de susceptibilidad que tiene el medio a ser deteriorado ante la incidencia de determinadas actuaciones.

### **2.2.6.-TIPOLOGIA DE LOS IMPACTOS.**

Se hace notar que la clasificación ni es exhaustiva, ni excluyente, esto es, pueden existir impactos no descritos, y un impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos tipológicos.

#### ***POR LA VARIACIÓN DE LA (CA).***

**Impacto Positivo;** aquél, admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada

**Impacto Negativo;** aquél cuyo se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético - cultural, paisaje, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o climatológicos y demás riesgos ambientales en discordia con la estructura ecológica-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

#### ***POR LA INTERACCIÓN (GRADO DE DESTRUCCIÓN).***

**Impacto Notable o Muy Alto;** aquél cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales, o de sus

procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto. En el caso de que la destrucción sea completa, el impacto se denomina total

Impacto mínimo o bajo, es aquél cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado e impacto medio y alto, aquéllos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del Medio Ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

#### ***POR LA EXTENSIÓN.***

Impacto puntual, cuando la acción impactada produce un efecto muy localizado nos encontramos ante un Impacto Puntual.

Impacto parcial; cuyo efecto supone incidencia apreciable en el medio e

impacto extremo; aquél cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

Impacto total cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado, e impacto de ubicación crítica en el que la situación en que se produce el impacto sea crítica. Normalmente se da en impactos puntuales.

Así, el vaciado en un cauce, próximo y aguas arriba de una toma de agua para consumo humano, presenta una ubicación crítica.

#### ***POR EL MOMENTO EN QUE SE MANIFIESTA.***

Impacto Latente (corto, medio y largo plazo), Es aquél cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca (tanto a corto, medio y largo plazo), como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a su acumulación y/o a su sinergia, implica que el

límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión.

Puede servir de ejemplo, la contaminación de un suelo como consecuencia de la acumulación de productos químicos agrícolas.

La incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo ( $t$ ,  $-t$ ) comprendido en un ciclo anual, (impacto a corto plazo) antes de cinco años (medio plazo) o en un periodo superior (largo plazo).

**Impacto Inmediato**, aquél en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo ( $t_i = t_b$ ).

A efectos prácticos de valoración, el impacto inmediato se asimila al impacto a corto plazo.

**Impacto de Momento Crítico**; aquél en que el momento en que tiene lugar la acción impactanda es crítico, independientemente del plazo de manifestación.

Puede servir como ejemplo, los siguientes efectos:

- ✓ Ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario (Inmediato-Crítico).
- ✓ Población de la vegetación por riesgo coincidiendo con la nidificación (Corto-Crítico).
- ✓ Aparición de una plaga en una arboleda a los 6 años del inicio de la acción que provoca, justo en el momento de la brotación primaveral (Largo-Crítico).

### ***POR SU PERCEPCIÓN.***

**Impacto Temporal**, aquél cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.

Si la duración del efecto es inferior a un año, consideramos que el impacto es Fugaz, si dura entre 1 y 3 años, Temporal, propiamente dicho y si dura entre 4 y 10 años, Pertinaz.

**Impacto Permanente;** aquél cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores medioambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.

A efectos prácticos aceptamos como permanente un impacto, con una duración de la manifestación del efecto, superior a 10 años. (Construcción de carreteras, conducciones vistas de agua de riego, etc.,)

por su capacidad de recuperación, aquél en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

Todas las obras en las que interviene el cemento o el concreto son, en general irrecuperables.

**Impacto Irreversible;** aquél cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

Presentan impacto irreversible las zonas que se van degradando hasta entrar en proceso de desertización irreversible.

**Impacto Reversible;** aquél en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio, los desmontes para carreteras con vegetación pionera circundante, se recubren en unos años sin tener que actuar para que ello ocurra.

**Impacto Mitigable;** efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible mediante el establecimiento de medidas correctoras.

**Impacto Recuperable;** efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

**Impacto Fugaz;** aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto. Un ejemplo son las máquinas que producen ruido. Cuando para la máquina, desaparece el impacto.

#### ***POR LA RELACIÓN CAUSA-EFECTO.***

**Impacto Directo;** es aquél cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental (Tala de árboles en zonas boscosas).

**Impacto Indirecto o *Secundario*;** aquél cuyo efecto supone incidencia inmediata respecto a la independencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.

#### ***POR LA INTERACCIÓN DE ACCIONES Y/O EFECTOS.***

**Impacto Simple,** aquél cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en su acumulación ni en la de su sinergia. ( La construcción de un camino de penetración en el bosque un incremento el tránsito.)

**Impacto Acumulativo;** aquél efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto. (Construcción de un área recreativa junto al camino mencionado en el ejemplo anterior.)

**Impacto Sinérgico;** aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultanea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Así mismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos. (La construcción de un camino de enlace entre el camino del ejemplo anterior y otro próximo, propiciaría un aumento de tráfico muy superior al que había entre los dos caminos independientes.)

#### ***POR SU PERIODICIDAD.***

**Impacto Continuo**, aquél cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

**Impacto Discontinuo**; aquél cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia, las industrias poco contaminantes que eventualmente desprendan sustancias de mayor poder contaminante, pueden ser un ejemplo ilustrativo.

**Impacto Periódico**; aquél cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo, por ejemplo un fuerte incremento de los incendios forestales en la estación veraniega.

**Impacto de Aparición Irregular**; aquél cuyo efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones son precisas evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional. (Incremento del riesgo de incendios por la mejora de la accesibilidad a una zona forestal).

#### ***POR LA NECESIDAD DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS.***

**Impacto Ambiental Crítico**, efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata pues, de un Impacto Irrecuperable.

**Impacto Ambiental Severo;** efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa *de un periodo de tiempo dilatado*.

Sólo los Impactos Recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras.

### **2.2.7.-MATRIZ CUSA EFECTO (LEOPOLD).**

La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales), que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y en columnas se pueden definir las interacciones existentes.

Un primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente, trazando un diagrama en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y la fila(factor) considerados. Una vez hecho esto para todas las acciones, tendremos marcadas las cuadrículas que representan interacciones (o efectos) a tener en cuenta.

Una vez que se han marcado todas las cuadrículas que representan impactos posibles, se procede a una evaluación individual de los más importantes, cada cuadrícula admite dos valores:

- ✓ **Magnitud**, según numeración de 1 a 10, en el que 1 corresponde a la alteración mínima provocada en el factor ambiental considerado y 10 a la máxima.
- ✓ **Importancia o ponderación**, que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos con un signo + o con un signo - , según se trate de efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente, una vez completadas las cuadrículas, el paso siguiente consiste en interpretar los números en ellos colocados. Para simplificar el trabajo se aconseja operar con matrices más reducidas.

La evaluación de los parámetros “magnitud” e “importancia” ha de hacerse , en lo posible, sobre la base de datos, cuyo sistema de procesamiento o interpretación para llegar a definir los valores magnitud, importancia, debe ir acompañando a la matriz, con lo cual esta se convierte en un mero resumen del texto o estudio de impacto ambiental adjunto.

### 2.2.7.1.-IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTO.

De entre las acciones susceptibles de producir impactos, se establecerán dos reacciones definitivas, es decir acciones de producir impactos en la fase de construcción o instalación y acciones ó explotación, además se debe tomar en cuenta la fase de abandono.

#### MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS

2 Factores del Medio	3 Acciones de la Actividad					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>		A <sub>J</sub>	A <sub>N</sub>
F <sub>1</sub>	X			X	X	X
F <sub>2</sub>		X	X	X	X	
		X			X	X
F <sub>J</sub>		X			X	
	X				X	
F <sub>M</sub>			X			X
					X	X
						X

Para Identificar acciones, se deben diferenciar los elementos del proyecto de forma estructurada entre otros los siguientes aspectos:

**Acciones que repercuten sobre la infraestructura.**

**Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural**

**Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad medioambiental vigente**

**Acciones que modifican el uso del suelo**

- ✓ Por nuevas ocupaciones
- ✓ Por desplazamiento de la contaminación.

**Acciones que implican emisión de contaminación**

- ✓ A la atmósfera
- ✓ A las aguas continentales y marinas
- ✓ A uso del suelo
- ✓ En forma de residuos sólidos.

**Acciones derivadas del almacenamiento del residuo**

- ✓ Dentro del núcleo de la actividad
- ✓ Transporte
- ✓ Relleno sanitario
- ✓ Almacenes especiales.

**Acciones que implican sobre explotación de recursos**

- ✓ Materias primas
- ✓ Consumo de energéticos
- ✓ Consumo del agua

**Acciones que implican subexplotación de recursos**

- ✓ Agropecuarios
- ✓ Faunísticos

**Acciones que actúan sobre el medio biótico**

- ✓ Emigración
- ✓ Disminución

- ✓ Aniquilación

Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje

- ✓ Topografía y suelo
- ✓ Vegetación
- ✓ Agua
- ✓ Naturalidad
- ✓ Singularidad.

#### **2.2.7.2.-IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS.**

Temáticamente el entorno esta constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: medio físico, medio social-económico y cultural, a cada uno de estos subsistemas correspondientes ambientales de recibir impactos y cada uno de estos componentes esta conformado por un determinado número de factores ó parámetros, depende con la cantidad de estos factores. En esta fase se lleva a cabo la identificación de factores ambientales que son afectados con el proyecto en sus diferentes fases (construcción, exploración, funcionamiento, ampliación, modificaciones y abandono derribo).

**Criterios a definir en el estudio:**

Ser representativos del entorno afectado.

Ser relevantes.

Ser incluyentes.

De fácil identificación.

De difícil identificación.

## COMPONENTES AMBIENTALES

4 SISTEMA	5 SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	UIP
	M INERTE	Aire	100
		Tierra	100
		Agua	100
		<b>TOTAL M INERTE</b>	<b>300</b>
MEDIO FÍSICO	M BIÓTICO	Flora	100
		Fauna	100
		<b>TOTAL M BIÓTICO</b>	<b>200</b>
	M PRECEPTUAL	Unidades de paisaje	100
		<b>6 TOTAL MEDIO FÍSICO</b>	<b>600</b>
	M SOCIOCULTURAL	Usos del territorio	75
		Cultural	50
		Infraestructura	50
		Humanos y Estético	100
		<b>TOTAL M SOCIOCULTURAL</b>	<b>275</b>
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	M ECONÓMICO	Economía	75
		Población	75
		<b>TOTAL M. ECONÓMICO</b>	<b>125</b>
		<b>7 TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO</b>	<b>400</b>
		<b>8 TOTAL MEDIO AMBIENTE</b>	<b>1.000</b>
9 SISTEMA	10 SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	UIP
	M INERTE	Aire	60
		Clima	60
		Agua	60
		Tierra y suelo	60
		Procesos	60
		<b>TOTAL M INERTE</b>	<b>300</b>
MEDIO FÍSICO	M BIÓTICO	Vegetación	60
		Fauna	60
		Procesos	60
		<b>TOTAL M BIÓTICO</b>	<b>180</b>
	M PRECEPTUAL	Valor testimonial	20
		Paisaje intrínseco	20
		Intervisibilidad	20
		Componentes singulares	20
		Recursos científico-culturales	20
		<b>11 TOTAL MEDIO PERCEPTUAL</b>	<b>100</b>
		<b>12 TOTAL MEDIO FÍSICO</b>	<b>580</b>
	13 M. RURAL (USOS)	14 Recreativo al aire libre	15
		14 1 Productivo	20
		Conservación de la naturaleza	20
		Vialidad rural	20
		Procesos	20
		<b>16 TOTAL M. RURAL</b>	<b>117</b>
		<b>17 TOTAL MEDIO FÍSICO Y PERCEPTUAL</b>	<b>697</b>
	18 M. NÚCLEOS HABITADOS	19 Estructura de los núcleos	20
		Estructura urbana y equipamientos	30
		Infraestructura y servicios	30
		<b>20 TOTAL M. NÚCLEOS HABITADOS</b>	<b>80</b>
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	21	<b>22 TOTAL M. NÚCLEOS HABITADOS</b>	<b>23</b>
		<b>23 TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<b>100</b>
	24 M. SÓCIO CULTURAL	25 Aspectos culturales	28
		Servicios colectivos	30
		Aspectos humanos	30
		Patrimonio y servicio	30
		<b>27 TOTAL M. SÓCIO CULTURAL</b>	<b>28</b>
		<b>28 TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<b>120</b>
	30 M. ECONÓMICO	31 Economía	32
		Población	50
		<b>32 TOTAL M. ECONÓMICO</b>	<b>50</b>
	33	<b>34 TOTAL M. ECONÓMICO</b>	<b>35</b>
		<b>35 TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<b>100</b>
		<b>36 TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<b>37</b>
	38	<b>TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO</b>	<b>420</b>
		<b>39 TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO</b>	<b>38</b>
		<b>40 TOTAL MEDIO AMBIENTE AFECTADO</b>	<b>100</b>

FUENTE: Guía Metodológica para la Valuación del Impacto ambiental, Barcelona, España, 1996

## IMPACTO AMBIENTAL

Ecología (240)	Contaminación ambiental (402)	Aspectos estéticos (153)	Aspectos de interés humanos (205)
<p>Especies y población terrestres (14) Pastizales y praderas (14) Cosechas (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves de caza continentales Acuáticas (14) Pesquerías comerciales (14) Vegetación natural (14) Especies dañinas (14) Aves acuáticas</p>	<p>Contaminación del agua (20) Pérdidas en las cuencas hidrográficas (25) DBO (32) Oxígeno disuelto (18) Coliformes fecales (22) Carbono inorgánico (25) Nitrógeno inorgánico (28) Fosfato inorgánico (18) Plaguicidas (18) Ph (28) Variación de flujo de la corriente (28) Temperatura (25) Sólidos disueltos ties. (14) Sustancias tóxicas (20) Turbidez</p>	<p>Suelo (6) Material geológico superficial (16) Relieve y caracteres topográficos (10) Extensión y alineaciones</p>	<p>Valores educativos y científicos (13) Arqueológico (13) Ecológico (11) Geológico (11) Hidrológico</p>
140	318	32	48
<p>Hábitats y comunidades Terrestres (12) Cadenas alimentarias (12) Uso de suelo (12) Especies raras y en peligro (14) Diversidad de especies Acuáticas (12) Cadenas alimentarias (12) Especies raras y en peligro (12) Características fluviales (12) Diversidad de especies</p>	<p>Contaminación atmosférica (5) Monóxido de carbono (5) Hidrocarburos (10) Óxidos de nitrógeno (12) Partículas sólidas (5) Oxidantes fotoquímicos (10) Óxidos de azufre (5) Otros</p>	<p>Aire (3) Olor y Visibilidad (2) Sonidos</p>	<p>Valores históricos (11) Arquitectura y estilos (11) Acontecimientos (11) personajes (11) Religiones y culturas (11) &lt;&lt;Frontera del oeste&gt;&gt;</p>
100	52	5	55
<p>Ecosistemas Sólo descriptivo</p>	<p>Contaminación del suelo (14) Uso del suelo (14) Erosión</p>	<p>Agua (10) Presencia del agua (16) Interfase agua-tierra (6) Olor y materiales flotantes (10) Área de la superficie de agua (10) Márgenes arbolados y geológicas</p>	<p>Culturas (14) Indios (7) Otros grupos étnicos (7) Grupos religiosos</p>
	28	52	28
	<p>Contaminación por ruido (4) Ruido</p>	<p>Biota (5) Animales domésticos (5) Animales salvajes (9) Diversidad de tipos de vegetación (5) Variedad dentro de los tipos de vegetación</p>	<p>Sensaciones (11) Admiración (11) Aislamiento, soledad (4) Misterio (11) Integración con la naturaleza</p>
	4	24	37
		<p>Objetivos artesanales (10) Objetos artesanales</p>	<p>Estilos de Vida (patrones culturales) (13) Oportunidades de empleo (13) Vivienda (11) Interacciones sies.</p>
		10	37
		<p>Composición (15) Efectos de composición (15) Elementos singulares</p>	
		30	

FUENTE: Guía Metodológica para la Valuación del impacto ambiental, Barcelona, España, 1996

CATEGORIA AMBIENTAL	COMPONENTES	INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL, ICA			SEÑALES DE ALERTA
		SIN PROYECTO	CON PROYECTO	CAMBIOS NETOS	
ECOLOGIA					
CONTAMINACION					
ESTATICAS					
HUMANAS					

FUENTE: Guía Metodológica para la Valuación del impacto ambiental, Barcelona, España, 1996.

## **CAPITULO III**

### **SISTEMAS DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS**

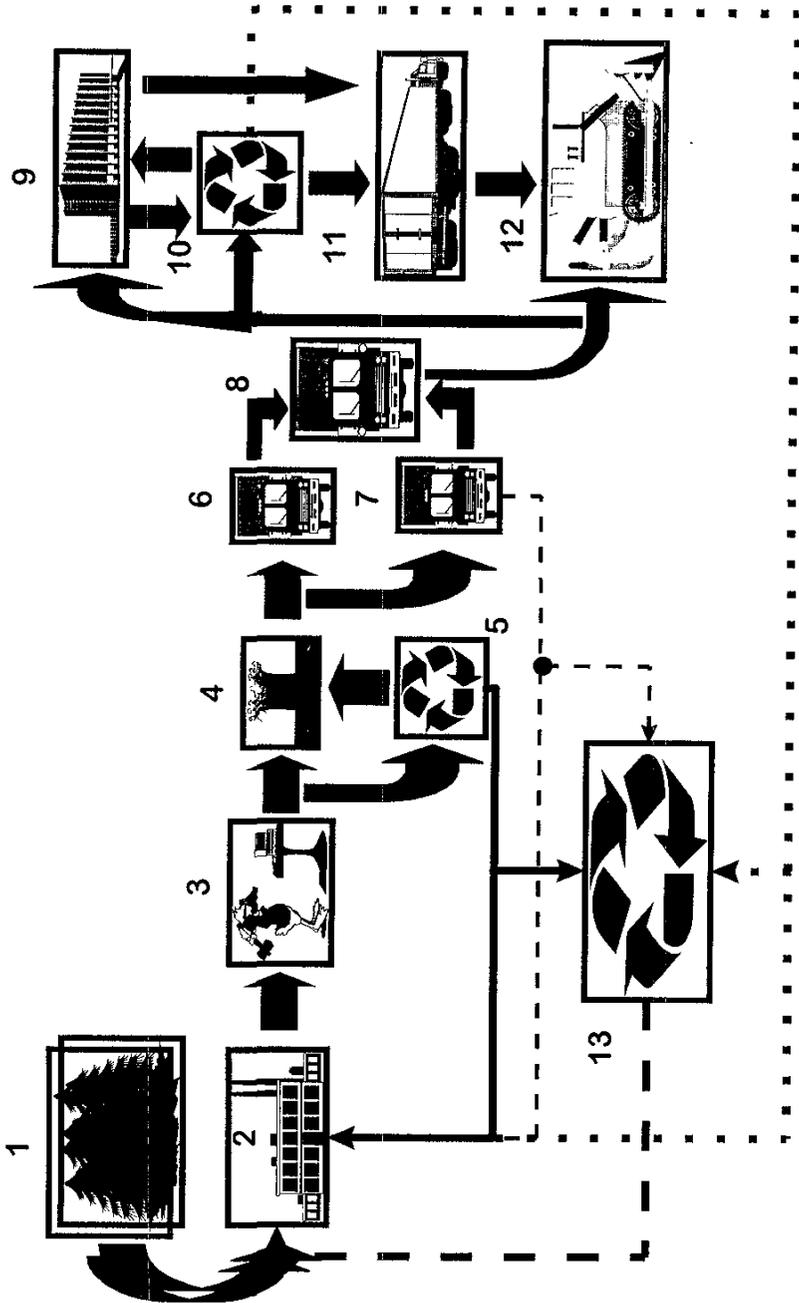
El manejo de la basura va en aumento, ante este panorama podríamos decir que el problema de la basura en nuestra ciudad no tuviera fin, por ejemplo la organización mundial de la salud considera que la Zona Metropolitana de la ciudad de México es uno de los cinco asentamientos humanos que mas basura genera en el mundo, con una población alrededor de 19 millones de habitantes se producen alrededor de 20,000 toneladas de basura al día de estas 11,000 corresponden al Distrito Federal.

Sin embargo es notorio en la ciudad de México que la capacidad instalada y el equipo mecánico y humano son insuficientes para mantener limpia la ciudad. Por esta razón, surgen por miles los tiraderos clandestinos en vías y lugares públicos y en terrenos baldíos, donde cotidianamente se depositan los residuos. De igual forma, el control y eliminación de tiraderos a cielo abierto, donde el problema de los desechos se agudiza, no sólo por las proporciones de éstos, sino porque la permanencia prolongada de la basura amplía las formas de contaminación.

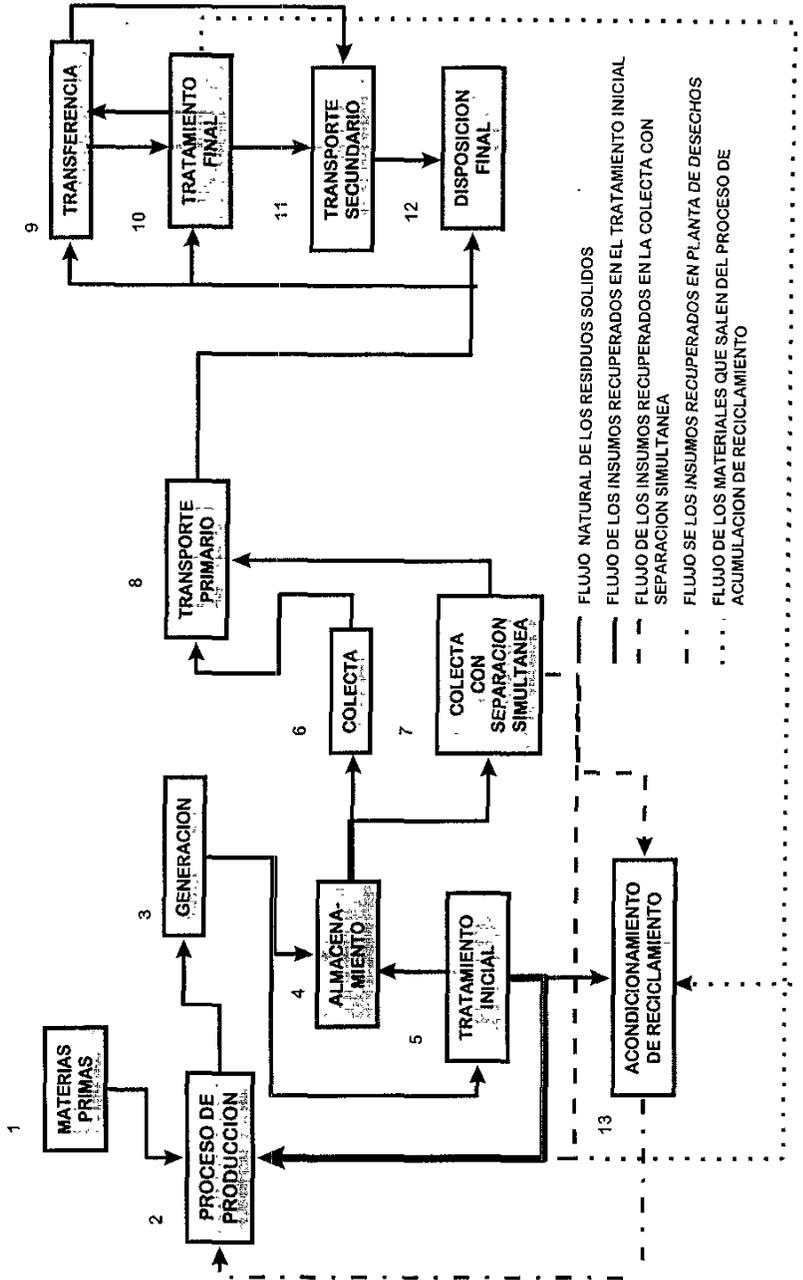
#### **3.1.-CICLO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.**

El proceso de los desechos sólidos tiene su punto de partida en la **GENERACIÓN** tanto de materiales orgánicos e inorgánicos, que una vez utilizados por el hombre pierden su utilidad o su valor y son "tirados al bote de la basura" es decir **ALMACENADOS** en espera de ser **RECOLECTADOS** por el servicio de limpia que los concentra en los vehículos recolectores y los transporta a las estaciones de **TRANSFERENCIA**, donde los residuos se vacían en camiones con cajas de gran capacidad para llevarlos a las **PLANTAS DE RECUPERACION** y/o sitios de **DISPOSICIÓN FINAL**, que es el lugar donde se depositan para compactarlos y construir así el relleno sanitario y de la forma que se eviten dañar el **MEDIO AMBIENTE (IMPACTO AMBIENTAL)** en lo posible ver diagrama 3.1.

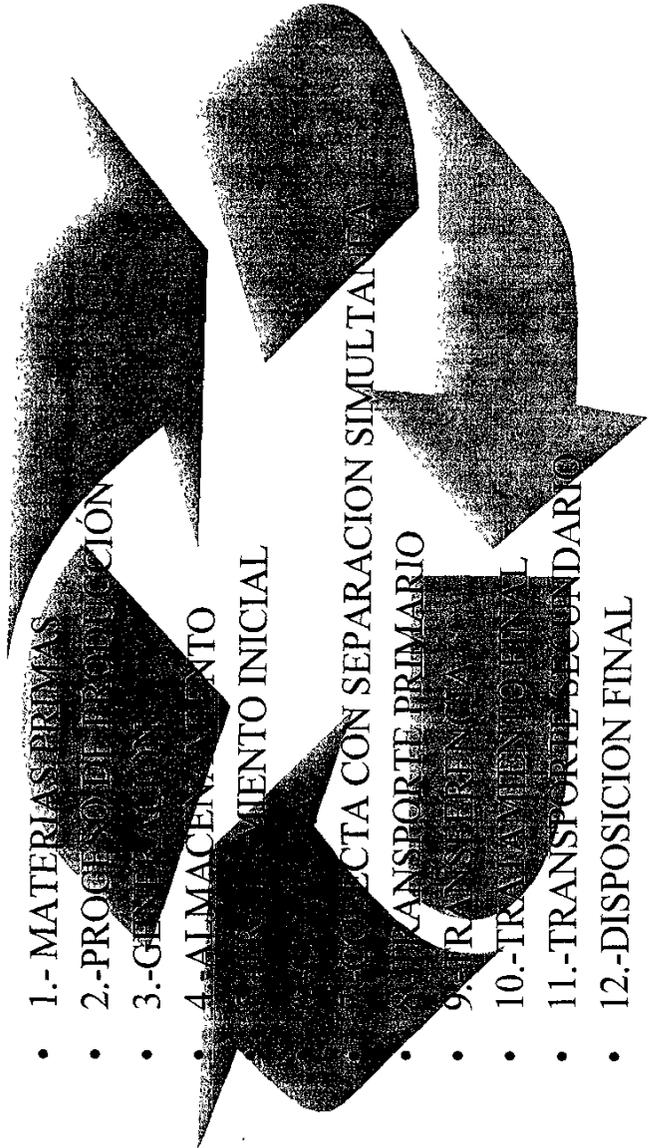
# CICLO DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES



# CICLO DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES



# BIODIESEL DE FLETAO SOLIDOS MISCIBLES



- 1.- MATERIAS PRIMAS
- 2.- PROCESO DE PRODUCCIÓN
- 3.- GENERACIÓN DE ENERGÍA
- 4.- ALMACENAMIENTO
- 5.- ACONDICIONAMIENTO INICIAL
- 6.- COLECCIÓN DE RESIDUOS Y RECICLAJE DE LA LÍQUIDA CON SEPARACIÓN SIMULTANEA
- 7.- TRANSPORTE PRIMARIO
- 8.- TRANSPORTE SECUNDARIO
- 9.- TRANSPORTE TERCERARIO
- 10.- TRATAMIENTO FINAL
- 11.- TRANSPORTE SECUNDARIO
- 12.- DISPOSICION FINAL
- 13.- ACONDICIONAMIENTO DE RECICLABLES

### 3.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

La clasificación de los desechos sólidos puede ser por su naturaleza química como son orgánicos e inorgánicos, o bien al origen de generación como son Residuos Sólidos Industriales, Domestico y de servicios ver gráfica 3.1.

#### RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES.

La industria es una de las principales fuentes de generación de basura, aunque no se tiene datos exactos, se calcula que se producen alrededor de 200 000 toneladas diarias de basura en el país, en su mayoría son tóxicos.

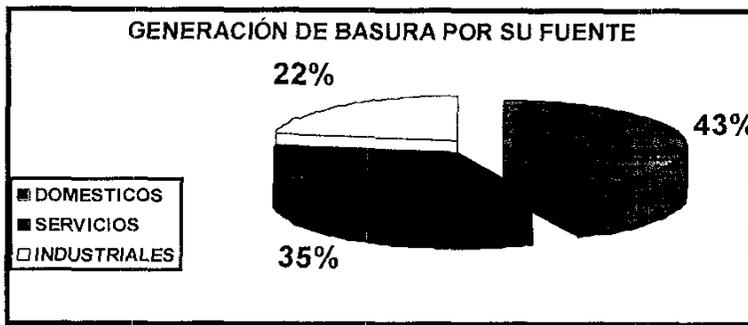
#### RESIDUOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMESTICO.

Son los generados en las casas, se calcula que el 43.3% de la basura es de origen doméstico mas de 8000 toneladas de desechos domésticos o domiciliarios van a dar al basurero, en los hogares se producen todo tipo de desperdicios desde sobras de la comida, como empaques, botellas, latas, plásticos, metales, papel, cartón, vidrio, maderas, aparatos electrodomésticos, alfombras, etc.

#### RESIDUOS SÓLIDOS DE SERVICIOS.

Dentro de estos se encuentran los establecimientos públicos o privados como son: hoteles, restaurantes centros recreativos, escuelas, mercados, comercios, oficinas publicas y privadas.

**GRAFICA 3.1**



FUENTE: TEMAS AMBIENTALES (ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO), UNAM, 1996

### 3.3.-GENERACIÓN

El crecimiento demográfico influye, en la generación global de residuos, en la medida en que cada nueva persona que se integre a la ciudad, desecha una cierta cantidad de materias hasta satisfacer sus necesidades. Esto implica un crecimiento constante en los residuos, aunque no en la misma proporción que el aumento de la población, la cultura y la publicidad ver tabla 3.1.

Por otro lado, los ingresos elevados posibilitan la adquisición de gran número de bienes de consumo, así como el desecho frecuente de objetos y elementos que podrían seguirse usando en su mismo estado o bien con una reparación, en caso necesario. Así, tenemos que existe un mayor volumen de desechos en los niveles sociales altos, debido a la presencia frecuente de empaques y envolturas en la composición de la basura. Que en Los estratos bajos es decir aquellos que perciben sólo el salario mínimo, Los factores culturales también influyen en el consumo Tradicionalmente, la familia ha funcionado como una unidad productora de ciertos bienes, como en el caso de los alimentos, sin embargo, en la actualidad ha pasado a ser una unidad de consumo que depende cada vez más de productos procesados industrialmente, y que con frecuencia presentan mayor disponibilidad. En este sentido a pesar de que muchas familias siguen comprando productos frescos a granel en los mercados, la publicidad de los medios de comunicación causa un gran impacto, ya que modifica los patrones de consumo generalizados, de la misma manera, esto afecta en forma negativa, principalmente, a los sectores con ingresos más bajos puesto que consume productos más caros con menos valor nutritivo.

La generación de desechos sólidos municipales en la (ZMCM) ha ido cambiando en las últimas cuatro décadas, pues mientras en 1950 se generaban 0.37 kilogramos de basura por persona al día hoy en día cada uno de nosotros genera 1 kilogramo por día, y paso de ser densa orgánica a ser voluminosa.

La generación nacional de residuos sólidos municipales(RSM), 80,746 ton/día ver tabla 3.1, a la zona metropolitana de la ciudad de México(ZMCM) le

corresponden 20000 ton./día. destacando los de composición orgánica que va de un 50% a 55% ver gráfica 3.2, los domiciliarios representan la principal fuente de generación ya que contribuyen con 48.13% del volumen total, en tanto que los comercios, servicios, especiales y áreas públicas participan con 51.87% restante, para el año 2000 se calcula se producirán 25 mil toneladas al día, de estos el 54% corresponderán al D.F. y 46% a los municipios conurbados.

**Tabla 3.1**

**Volumen estimado de generación de residuos sólidos municipales por zona a nivel nacional 1994**

Zona	Núm. De hab.	Generación Kg/hab/día	Toneladas diarias	Toneladas anuales	%
Fronteriza	7 859 763	0.749	5 887	2 148 755	9.8
Norte	14 250 247	0.726	10 346	3 776 290	17.2
Centro	40 886 107	0.642	26 249	9 580 885	43.6
D. Federal	8 119 211	1.099	8 273	3 019 645	13.7
Sureste	13 607 719	0.693	9 430	3 441 950	15.7
Promedio		0.766			
<b>Totales</b>	<b>84 723 047</b>		<b>60 185</b>	<b>21 967 525</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología Sedesol 1994

**Tabla 3.2 Generación de R.S.M. por Tipo de Fuente en el D.F.**

DELEGACION	POBLACION	DOMICILIARIA	SERVICIOS	OTRAS	TOTALES	%
A. OBREGON	644 841	376 200	198 418	154 6678	609 885	5.54
AZCAPOT.	474 985	286 000	288 854	76 554	611 408	5.56
B. JUAREZ	407 731	229 900	195 976	36 402	582 528	5.30
COYOACAN	718 081	443 300	155 680	36 292	635 272	5.78
CUAJIMALPA	154 291	71 500	34 592	5 630	111 722	1.02
CUAMOC.	595 972	360 800	1 020 742	84 562	1 461 804	13.12
G. A. MADERO	1 373 7 017	830 500	522 098	78 562	1 431 160	13.01
IZTACALCO	448 357	250 800	235 122	33 157	519 079	4.72
IZTAPALAPA	1 683 471	1 023 000	899 134	6945	1 990 589	18.10
CONTRERAS	256 833	138 600	101 744	9 152	249 496	2.27
M. HIDALGO	406 693	391 400	361 861	30 596	703 857	6.40
MILPA ALTA	71 664	38 500	26 931	3 409	68 840	0.63
TLAHUAC	266 288	134 200	60 610	10 100	204 821	1.86
TLALPAN	659 018	319 000	96 789	38 745	454 534	4.13
V. CARRANZA	519 606	317 900	754 757	59 351	1132 008	10.29
XOCHIMILCO	322 581	172 700	66 110	12 683	251 493	2.29
<b>TOTAL</b>	<b>8 967 349</b>	<b>5 294 300</b>	<b>5 139 768</b>	<b>565 532</b>	<b>11 000 000</b>	<b>100.00</b>
<b>% DE PCIÓN.</b>		<b>48.3</b>	<b>46.60</b>	<b>5.11</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1994

Para conocer que desechos son los que se generan dentro del área metropolitana de la ciudad de México ver tabla 3.3,

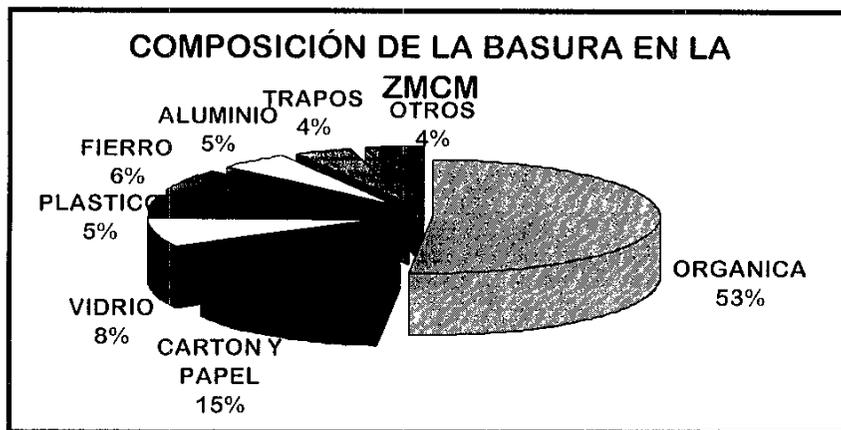
**Tabla 3.3**

**COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS RESIDUOS DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO FEDERAL**

Subproducto	Promedio	Subproducto	Promedio
Algodón	0.23	Material Ferroso	0.52
Cartón	3.34	Material no ferroso	0.21
Cuero	0.66	Papel	12.67
Residuos Finos	0.95	Pañal desechable	3.06
Cartón encerado	1.44	Plástico	5.14
Fibra vegetal	5.00	Poliuretano	4.52
Fibra sintética	0.47	Poliestireno	0.33
Hueso	0.83	Residuos alimenticios	45.02
Hule	0.21	Residuos jardinería	4.04
Lata	1.62	Trapo	2.41
Loza y cerámica	0.75	Vidrio de color	2.55
Madera	0.59	Vidrio transparente	4.40
Material de construcción	0.78	Otros	3.20

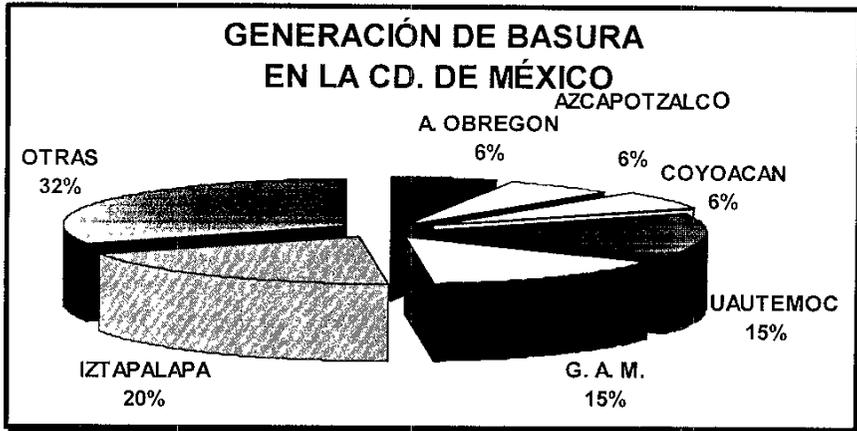
Fuente: Informe de la situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1989-1994, actualizado por la Dirección General de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal, 1994.

**GRAFICA 3.2**



FUENTE: TEMAS AMBIENTALES (ZONA METROPOLITANA CIUDAD DE MÉXICO), UNAM, 1996

**GRAFICA 3.3**



FUENTE: TEMAS AMBIENTALES (ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO), UNAM, 1996

**Tabla 3.4**

**Composición porcentual de residuos**

Subproductos	Porcentaje en peso
Cartón y papel	23.42
Metales	3.55
Vidrio	7.44
Textiles	1.22
Plásticos	10.91
Orgánicos	41.23
Otros	12.23

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1994

**3.4.- ALMACENAMIENTO.**

Pero el problema empieza cuando estos productos ya no nos sirven, es decir lo desechamos, "lo tiramos a la basura", lo echamos a un bote y/o una bolsas donde se encuentra lo que nosotros ya no empleamos. Esto es el proceso de almacenamiento de la basura se da en condiciones por lo

regular inadecuadas, ya que los recipientes varían demasiado: bolsas de papel, plástico, cajas de cartón, botes de lámina, de madera o plástico y recipientes hechos para este fin. Esto, muchas veces propicia la presencia de insectos, malos olores y filtraciones de líquidos escurridos de la basura, e igualmente en un lugar inapropiado por lo regular en la cocina, puesto que no se dispone de espacios.

Por lo que respecta al almacenamiento en vías y en lugares públicos, no hay contenedores y papeleras para recolectar la basura. Sin embargo la falta de educación de la población hace que la basura se tire en la vía pública y Los que cuentan con estos depósitos en unidades habitacionales, centros comerciales de servicios e industrias presentan problemas de higiene, seguridad y operación adecuada, convirtiéndose en focos de contaminación.

### **3.4.1.-RECOLECCIÓN.**

En esta fase es donde se inicia la acción Gubernamental, generalmente creemos que estos llegan a su destino final cuando los entregamos al barrendero, al camión de la basura o los tiramos en la calle, o en algún terreno baldío sin embargo a partir de aquí la basura recorre un largo camino muy complicado, ejemplificando en algunos casos se inicia entregando la basura al barrendero, este la almacena en su carrito junto con la que ha ido colectando en el día, posteriormente la coloca en un camión o carreta aun utilizada en algunas partes de la (ZMCM). En otras partes se deposita directamente en el camión de la basura, trabajan varias personas, el chofer, los macheteros que son pagados por el gobierno, y los voluntarios que viven de las propinas y de lo que obtiene de los residuos sólidos aprovechables que encuentran como son el vidrio, cartón, fierro, aluminio, etc., los cual representa aproximadamente el 10% de la basura. Debido a la irregularidad del servicio se han detectado 24,000 tiraderos clandestinos en el D.F.

### **3.4.2.-BARRIDO.**

La recolección de la basura en las calles es el barrido, en el Distrito Federal se realiza de dos formas, La primera en forma manual efectuada por cerca de 8,000 barrenderos que cubren 7,993 Km. lineales diarios, el barrido mecánico por su parte se lleva a cabo a través de 234 barredoras con un rendimiento promedio de 41 Km./barredora/día por medio de este método se recogen alrededor de 500 ton/día en 9007 Km. en total se barren 17,000 Km.

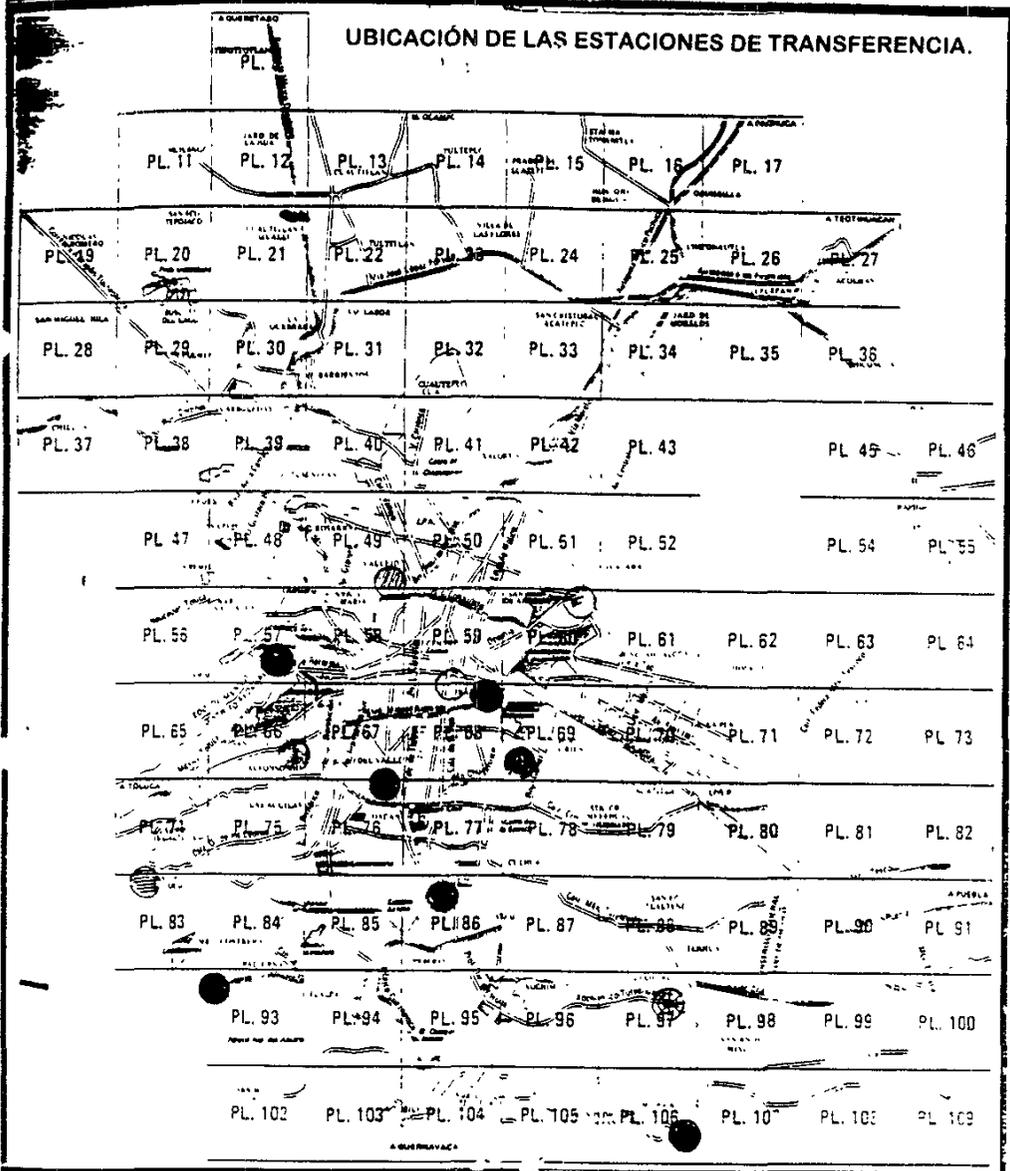
### **3.5.-ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.**

#### **3.5.1.-TECNICAS DE TRANSBORRDO.**

Después los camiones recolectores llevan la basura a la estación de transferencia las cuales son 15 en el D. F. ubicadas en las delegaciones Álvaro Obregon, Azcapotzalco, Benito Juárez, Iztapalapa (Central de Abastos 1 y 2), Coyoacan, Cuahutemoc, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco, en estas la basura se traslada a "trailer" para ser llevada a dos sitios diferentes: a un relleno sanitario o bien a una planta de recuperación, en la que se separa otra vez el papel, cartón, vidrio, laminas, huesos, plástico, etc., los pepenadores llevan la basura que han seleccionado a vender y el resto va al sitio de disposición final.

Con una capacidad de 6,383 ton/día de desechos y un radio de influencia de 7 Km por estación. La técnica empleada para el transbordo es la denominada "carga directa" a través de tolvas y ranuras, cuya ventaja es el barato costo de operación y mantenimiento. El parque vehicular para llevar a cabo esta acción es de 115 tractores y 133 cajas, en conjunto, estas instalaciones permitieron transferir 9,300 toneladas al día en promedio, represente 83% del volumen generado en la Ciudad de México, mediante la utilización de 193 tractocamiones, la gráfica 3.3 y tabla 3.2 nos muestra la cantidad de residuos sólidos municipales generados por delegación en el D.F.

# UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.



### **3.5.2.-INSTALACIONES FIJAS.**

Son instalaciones amplias para alojar en las horas pico todos los vehículos recolectores, techadas y cerradas para evitar que las partículas salgan al exterior, dañando el entorno con polvos de los residuos; Constan de un sistema de aspersión que forma una cortina de agua (reciclada) para el control de los polvos, es un sistema hidroneumático alimentado por una cisterna que contiene agua tratada.

Consta de sistema de extracción y purificación de aire para asegurar que el aire que retorna al ambiente este limpio y este libre de partículas e impurezas, además de eliminar los gases de los equipos motrices.

Relleno Sanitario

### **3.5.3.- EQUIPO MOTRIZ.**

El equipo de transferencia consta de dos partes: el tractocamión que es la fuerza motriz y la caja que es donde se depositan los desechos, estas cajas pueden ser abiertas en toda la parte superior o cerradas mediante el acondicionamiento de una tapa metálica, el sistema de carga es por la parte superior, los principales tipos de cajas empleados en México son:

Caja tipo gondola; con una capacidad de 35 a 48 m<sup>3</sup> y cargan de 19 Ton; son unidades tipo graneleras a las que se puede ampliar para aumentar su capacidad.

Cajas tipo Compactadoras; con capacidad de 56 m<sup>3</sup> y cargan 21 Ton; consta de una placa móvil que es accionada por un pistón telescópico que corre sobre sus propias guías mediante acción hidráulica.

Cajas con sistema de cadenas; tienen una capacidad de 70 m<sup>3</sup> y cargan 19 Ton.; es un sistema de acción hidráulica por medio de 4 cadenas sobre las que se encuentran montadas unas soleras simulando unos cangirones los cuales arrastran los residuos y los expulsan por la parte posterior.

Cajas de tipo Movil; la capacidad es de 70 m<sup>3</sup> y 19 Ton; el sistema consta de varias placas de 10 cm. de ancho todo lo largo del piso, las placas son accionadas en series de tres por un mecanismo hidráulico de seis pequeños pistones, que los hacen mover alternadamente hacia la parte posterior.

### 3.5.4.- PROBLEMAS EPIDEMIOLOGICOS.

En la ciudad de México, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM a través de sus laboratorios de aerobiología ha realizado una serie de estudios de cuantificación de microorganismos en el aire, en centros de acopio y transferencia de basura, el muestreo realizado dentro de la estación dio entre otros resultados: colonias de bacterias y hongos, en donde se manejaba la basura, la media geométrica de concentración de bacterias era de 6700 CTU por m. cubico de aire, de bacterias Gram-negativas 450 por m<sup>3</sup> de aire, y de hongos 4000 CTU por m<sup>3</sup> de los cuales 75% , eran *Penicillium* spp ver tablas 3.6 y 3.7. Las concentraciones de los microorganismos a favor del viento en el sitio de basura eran más altos que en contra del viento. La *Salmonella* fue capturada en Trypticase Soy Agar (TSA) de 14% de las muestras. La alta concentración de bacterias Gram-negativas y de hongos de la estación de transferencia de basura podría llevar a diferentes tipos de reacción pulmonar y constituir por tanto, un peligro respiratorio para los trabajadores y posiblemente para la población vecina, la basura doméstica es una fuente potencial de contaminación del aire por muchos organismos, siendo muchas especies de ellos bastante patógenas, por el gran contenido de materia orgánica, residuos de frutas y vegetales, residuos de comida más un creciente número de pañales desechables, proporcionan los medios adecuados de cultivo.

Para su desarrollo y propagación; sé encontró *Escherichia*, *Klebsaacia* y *Salmonella*, entre los hongos los más importantes fueron *Penicillium* y *AspergilluS*. En zonas habitacionales viento debajo de la planta, se encontró de 270 a 4,220 unidades formadoras de bacterias por metro cubico, en comparación a las encontradas viento arriba, cuyo número fue de 740 bacterias por metro cubico.

**Tabla 3.6 PRODUCCIÓN DE HONGOS Y BACTERIAS.**

Genero	Frecuencia de Aislamiento			Abundancia (CFUM <sup>3</sup> )		
	Estación	Viento a favor	Viento en contra	Estación	Viento a favor	Viento en contra
<b>Hongos</b>						
Alfarnaria	5	17	100	2	4	20
Aspegillus	47	42	92	393	34	11
Cladospurum	17	75	81	36	400	14
Mondia	95	100	11	54	40	1
Penicillium	100	100	100	7760	2975	21
Rinzopus	78	67	17	40	32	1
Yeads	22	42	8	262	89	1
Otras	36	83	17	259	672	7
<b>Bacterias</b>						
Acnetobacter	70	42	-	124	7	-
Actmobacillus	17	25	-	42	2	-
Alcaligenes	39	25	20	33	2	0.2
Cstrobacter	44	18	-	74	1	-
Enterobacter	78	55	20	163	12	0.5
Escherichia	58	42	20	91	6	0.2
Flavobacterium	31	8	20	36	1	0.5
Liafnia	44	33	40	11	3	1
Klebsiella	28	17	-	30	1	-
Proteus	8	-	-	14	-	-
Pseudomonas	22	8	-	16	-	-
Salmonella	14	-	-	7	-	-
Serratia	50	18	-	91	5	-
Versmia	25	-	-	19	-	-
Otros	61	25	10	101	6	0.5

FUENTE: MEMORIA DEL FORO SOBRE EL SERVICIO DE LIMPIA Y RECOLECCIÓN DE BASURA EN EL DISTRITO FEDERAL, ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL D. F., 1995

**Tabla 3.7**

Estación de Muestreo	Num. De muestras	Rango	Media geométrica	Rango	Media geométrica	Porcentaje del Total
Camiones de descarga	12	2200-14800	6700	11-3929	>270	14
Contenedores de carga	12	350-14800	>500	11-4480	>460	21
Comedor	12	2220-14800	>9100	21-1280	>170	3
Viento a favor	12	270-4220	1115	0-200	-	3
Viento en contra	12	60-740	270	0-14	-	1
		<b>Hongos Mesofilicos</b>		<b>Penicillium</b>		
Camiones de descarga	12	170-14800*	>4900	28-14800*	>2300	70
Contenedores de carga	12	340-14800*	>3700	63-14800*	>2650	75
Comedor	12	6020-14800*	>9050	95-14800*	>7000	79
Viento a favor	12	165-14800	>1300	22-6450	170	15
Viento en contra	12	20-175	75	4-400	15	45

FUENTE: MEMORIA DEL FORO SOBRE EL SERVICIO DE LIMPIA Y RECOLECCIÓN DE BASURA EN EL DISTRITO FEDERAL, ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL D. F., 1995

Pero un manejo adecuado y una disposición no sanitaria de los residuos sólidos municipales produce enormes efectos negativos al hombre, la sociedad y el medio ambiente, en donde destacan las ratas e insectos que pueden ser portadores de innumerables infecciones.

### **3.6.-DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.**

La basura tiene diferentes destinos una vez que sale de la estación de transferencia, los más comunes son los tiraderos a cielo abierto, tiraderos controlados, plantas de incineración y rellenos sanitarios (Bordo de Xochiaca, Bordo Poniente y Santa Catarina), aunque parte de estos antes de ser llevados a estos sitios, se llevan a plantas de recuperación (para el posterior reciclaje), donde se separa aproximadamente un 10% de la basura generada en la ciudad, otro 13% de estos se recupera en los carros de recolección y estaciones de transferencia se estima que se puede recuperar un 50% de los desechos sólidos generados ver gráfica 3.4.

#### **3.6.1.-RECUPERACIÓN Y/O RECICLAJE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES.**

Actualmente funcionan dos plantas de selección y aprovechamiento de subproductos, la de San Juan de Aragón y otra en terrenos del relleno sanitario Bordo Poniente y ninguna de producción de composta.

Es necesario difundir y dar a conocer tanto a las autoridades respectivas, como a la comunidad en general, las numerosas alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos y los beneficios derivados de la utilización productiva de los mismos tales como generación de empleos, elevar el nivel de vida de la población, Creación de conciencia ecológica, disminución del costo del servicio de limpia, recolección y disposición final Por solo mencionar algunos. Como ya mencionamos de modo general los

residuos sólidos pueden clasificarse en Orgánicos e Inorgánicos, pero atendiendo a su posible aprovechamiento o destino final en.

→ **INORGÁNICOS:**

- ✓ Recuperables; son aquellos que una vez seleccionados pueden venderse a diferentes industrias como el vidrio, papel, cartón, trapo, hueso, metal y otros,
  - ✓ No recuperables nocivos; los cuales comprenden aquellos desperdicios provenientes de hospitales que no pueden ser acopiados, sino que deben incinerarse en forma rápida y continua.
  - ✓ No recuperables inertes; son aquellos desperdicios como piedras, tierra, materiales de construcción y similares, que sólo pueden usarse como material de relleno.
  - ✓ Transformables; los residuos susceptibles de ser transformados mediante diversos procesos mecánicos y/o químicos en productos inócuos y aprovechables.
- Orgánicos; constituyen en casi todos los casos del 50 al 55% del total de los residuos sólidos, mediante sencillos tratamientos, transformarse en composta, fertilizantes, alimento para animales, material para la construcción y otras numerosas aplicaciones.

→ **INORGANICOS:**

**VIDRIO;** el vidrio se selecciona de acuerdo al color: blanco, ámbar y verde; el vidrio blanco se utiliza en la elaboración de todo tipo de envases, el ámbar se usa para la fabricación de botellas de cerveza y vino de mesa principalmente y el verde se utiliza para la elaboración de recipientes de menor calidad, también se utilizan para la fabricación de artesanías de vidrio soplado, este es uno de los productos ideales para reciclado, en virtud de que se puede fundir gran cantidad de veces sin perder sus características.

**CARTÓN;** el cartón de empaques, debido al tamaño de su fibra, puede reciclarse para la elaboración de papel. Lo mismo pasa con los sacos para cemento y las bolsas.

**PAPEL;** el papel que contiene la basura se puede clasificar en dos grupos, dependiendo del grado de limpieza; papel comercial y doméstico; papel comercial es aquel que se recolecta en oficinas y comercios, que en general es de buena calidad, se encuentra relativamente limpio por no estar mezclado con desechos orgánicos y papel doméstico es el que se recolecta en forma domiciliaria, se encuentra mezclado con desechos orgánicos de toda clase, ambos tipos de papel se utilizan como materia prima por las industrias papeleras que se dedican a la fabricación de cartón gris, cartoncillo, envases de tomate, cajas de zapato, tapas para huevos, cajas para granjas avícolas y láminas acanaladas.

**PLÁSTICOS;** la mayoría de los plásticos contenidos en la basura son del tipo termoplástico y son por otro lado, materiales combustibles con un alto valor energético, el hecho de que sean termoplásticos nos permite fundirlos nuevamente y reutilizarlos como materia prima que con un ligero acondicionamiento, puede ser reciclada estos representan el 80% del total de los desechos plásticos, el reciclado representa, entonces, una alternativa para ahorrar materiales y energía, Si el material es combustible se podrá quemarlo, obtener energía para mover turbinas y generar electricidad, o para algún otro equipo industrial que requiere calor en su operación, esta alternativa tiene la desventaja de que la combustión de los plásticos se desprenden gases tóxicos que deben ser tratados antes de dejarlos salir libremente a la atmósfera, tanto el plástico rígido como la película plástica (polietileno) son reciclables, Existen molinos y compactadores de bajo costo y de alto rendimiento diseñados para efectuar en forma eficiente la recuperación de películas y fragmentos de polietileno de alta y baja densidad, polipropileno, mono y multifilamento, rafia y otros. Los productos finales que se pueden obtener son variados, entre los que se cuentan vasos ligeros, platos sencillos, utensilios para cocina y similares.

**TRAPO;** está constituido principalmente por algodón, fibra sintética y la mezcla de ambas, el algodón se utiliza en la fabricación de estopa, relleno para muebles y como materia prima para la elaboración de papel de alta calidad, el algodón sintético únicamente se utiliza como material de relleno.

**HUESO;** este material tiene demanda como alimento para ganado, alimentos balanceados para animales en general y para la fabricación de abonos fosfóricos cuando se somete a una pulverización. Con la materia prima se pueden hacer botones o artesanías.

**MADERA;** los usos que se le pueden dar a la madera recuperada son diversos, dependiendo de su tipo, calidad y estado de conservación, la madera que se logra recuperar se utiliza para la fabricación de aglutinados (novopac) que pueden usarse para puertas de tambor muebles, divisiones, entrepaños para clósets y como elementos básicos del amueblado del hogar y Mediante ciertos procesos químicos más complicados de la madera también se puede obtener “lignina” y “celulosa” que sirven como materia prima para la industria del papel básicamente.

**METALES;** de los metales recuperados, la mayor parte está constituida por cobre, aluminio, plomo, bronce y fierro, el fierro es el metal que tiene mayor demanda y valor comercial, todos estos metales, una vez recuperados, se someten a fundición para su moldeado y para la obtención del producto final que se desee y el latón una vez recuperado, se somete al troquelamiento, del cual se pueden obtener diversos productos como llaveros, botes, también con base en la fundición del metal, se pueden lograr hilos metálicos mismos que niquelados y moldeados, se obtienen productos diversos como clips, pinzas para el pelo, adornos, etc.

**→ ORGANICOS:**

**COMPOSTA;** Se considera por materia orgánica a todos los elementos que han formado parte de un ser vivo, la mayor parte de desechos que se producen son materia orgánica como son sobras de la comida, jardines, los huesos y los excrementos entre otras cosas, su proceso de descomposición es muy rápido y durante este atraen a plagas como insectos roedores y liberan gases (como el metano), que causan daños a la salud, esta debe ser separada del resto de los desechos sólidos para poder destinarse a la realización de composta, el cual es un proceso biológico natural por medio del cual la materia orgánica (desechos de vegetales y animales), se transforman en un abono natural (humus) y el cual provee a la tierra de nitrógeno, fósforo y potasio entre otros elementos, la transformación la

realizan hongos, bacterias, lombrices y otros microorganismos en condiciones aeróbicas, este es un mecanismo de descomposición natural el cual el hombre copia el proceso que realiza la naturaleza para la producción de composta, la composta se puede realizar a nivel industrial como casero, a nivel industrial requiere de muchos cuidados y es costoso, a nivel casero no requiere de grandes inversiones.

**ALIMENTO PARA ANIMALES;** Con determinados cuidados la materia orgánica (desechos de vegetales) proveniente de restaurantes y casas, puede emplearse para la crianza de ganado porcino, vacuno, equino y/o aves, o bien por medio de procesos industriales la realización de alimentos para estos. Pero estos deben estar libres de desechos fecales tanto humanos como animales para evitar que estén contaminados de parásitos como isticercos, salmonelas, lombrices, amibas, etc., por que después estos animales serán consumidos por el hombre y le pueden transmitir estos parásitos y/o bacterias dañinos para la salud.

La composición y recicladas de la basura en la zona metropolitana de la ciudad de México, se presenta en la tabla 3.7, la recuperación es muy deficiente tan solo de un 23% pudiendo recuperarse hasta un 50% o mas ver gráficas 3.4:

**GRAFICA 3.4**



FUENTE: TEMAS AMBIENTALES(ZONA METROPOLITANA CIUDAD DE MÉXICO), UNAM, 1996

**Tabla 3.7**

**PRINCIPALES TIPOS DE RSM RECOLECTADOS, 1993-1994 (VOLUMEN GENERADO Y RECICLADO)**

Tipo de Residuo	Volumen (toneladas)	1993	1994
Papel, cartón, productos de papel	Generado	3 952 1898	4 146 772
	Reciclado	81 060	85 050
Vidrio	Generado	1 657 283	1 738 874
	Reciclado	63 607	66 738
Metales (aluminio)	Generado	449 433	471 559
	Reciclado	24 831	26 054
Otros no ferrosos	Generado	139 043	145 889
	Reciclado	7 682	8 060
Ferrosos	Generado	224 716	235 780
	Reciclado	12 416	13 027
Plásticos	Generado	1 230 322	1290 893
	Reciclado	369	387
Llantas usadas	Generado	213 284	233 784
	Reciclado	1 619	1 699

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente Subdirección de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994

**Tabla 3.8**

**Plantas de Selección y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Bordo Poniente y San Juan de Aragón 1995**

Mes	Recepción Promedio de Residuos Sólidos Ton/Día	Recuperación Promedio de Subproductos Ton/Día	%
Enero	1,251	153	12
Febrero	1,682	185	11
Marzo	2,382	241	10
Abril	2,450	242	10
Mayo	2,702	266	10
Junio	3,283	283	9
Julio	3,583	283	8
Agosto	3,807	298	8
Septiembre	3,616	278	8
Octubre	3,630	307	8
Noviembre	4,284	304	7
Diciembre	3,714	307	8
Promedio	3,032	262	9

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente Subdirección de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994

Tabla 3.9

Planta	Personal Promedio Seleccionado por Turno/Día en las Plantas de Selección 1995			Total
	Matutino	Vespertino	Nocturno	
Bordo Poniente	169	141	110	12
San Juan de Aragón	130	130	83	343

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente Subdirección de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994

### 3.6.2.- INCINERACIÓN.

Esta tecnología consiste en quemar las basuras en instalaciones adecuadas, es decir, es una eliminación de los residuos por combustión, La incineración puede realizarse con o sin recuperación de energía.

La Incineración simple sin recuperación de energía, es el primer procedimiento que se utilizó y se planteó como un simple método de eliminación de las basuras, por lo menos en la mayor parte de su volumen, ya que un resto (cenizas, escorias y materiales inertes) siempre queda y se necesita un tiradero donde depositar estos residuos.

El objetivo de la combustión es la conversión de los distintos componentes de los residuos sólidos (papel, cartón, plásticos, fracción orgánica, madera, textiles, etc.), en gases y en residuo inerte cenizas y escorias, con el objetivo principal de reducir el volumen. Los productos principales de una combustión son el CO<sub>2</sub> -anhídrido carbónico-, el agua, SO<sub>2</sub> -anhídrido sulfuroso- y óxido de nitrógeno.

Los cinco factores que determinan o condicionan la adopción de un sistema de incineración para la eliminación de los residuos son el volumen de los residuos a incinerar, poder calorífico inferior de las basuras, gastos de inversión, gastos de explotación y la emisión de gases.

La incineración con recuperación de energía de los residuos sólidos tienen un gran potencial de recuperación de materias primas, pero también son una fuente de energía, el principal inconveniente es su bajo poder calorífico que oscila alrededor de la 1,000 K cal./kg. , este es el factor clave si se adopta o no este sistema de disposición final.

### **3.6.3.-QUEMA DE BASURA.**

Es el procedimiento tradicional de quemar la basura, generalmente se da en lotes baldíos, sitios abiertos y tiraderos a cielo abierto, pero la quema no controlada tiene grandes inconvenientes ya que se desprenden grandes cantidades de gases como son dióxido de carbono, monóxido de carbono, cloros etc. estos contribuyen en el deterioro del medio ambiente (contaminan del aire), la combustión de plásticos desprenden BPC (bifenilos policlorados) los cuales participan en la destrucción de la capa superior de ozono de la atmósfera, un inconveniente mas de la quema de la basura son los poliestirenos en espuma ya que su combustión produce ácido cianhídrico que es un gas venenoso.

### **3.6.4.-TIRADEROS A CIELO ABIERTO**

Los desperdicios que se encuentran en estos lugares constituyen una mezcla de elementos que nunca se debieron arrojar juntos ya que empiezan a reaccionar, para empezar la materia orgánica comienza a descomponerse y en el proceso libera gases flamables principalmente metano, por lo que la basura constituye un peligro para la población que vive a los alrededores de los tiraderos y generalmente estos se encuentran en barrancas, depresiones, orillas de arroyos, ríos, lagunas, etc., como en la basura se encuentra mercurio, cadmio, níquel de pilas, fierro, plomo, hierro, aluminio, silicatos, etc. y materia orgánica que en el proceso de descomposición libera líquidos que al reaccionar entre si más el agua de lluvia estos producen lixiviados, la cual es una sustancia altamente tóxica que contamina tanto las aguas

superficiales como las subterráneas y es la principal causa de contaminación de los mantos freáticos.

La basura al aire libre y sin control produce la proliferación de plagas animales como son roedores, insectos, cucarachas los cuales son difíciles de controlar y contribuyen a la proliferación de enfermedades en el ser humano, los malos olores son otro grave problema generado por la descomposición descontrolada y lenta de la basura los cuales se detectan a varios kilómetros a la redonda, entre los gases producidos se encuentra el metano el cual es inflamable y provoca incendios produciendo contaminación atmosférica.

### **3.6.5.-ENTERRAMIENTO CONTROLADO**

Es un método de disposición final muy parecido al relleno sanitario, en este caso se elige una área pequeña en donde la basura se extiende y se compacta diariamente y se forma una montaña aproximadamente de 2 m. de alto y luego se cubre con tierra o bien con el producto del desazolve de los tubos de drenaje y con esto se evitan dos cosas la dispersión de la basura y la acumulación de gases, los materiales depositados tienen un tiempo de descomposición muy variable que al combinarse producen nuevas sustancias químicas que contaminan el medio haciendo que el suelo pierda muchas de sus propiedades originales, los principales componentes son los lixiviados y el biogas.

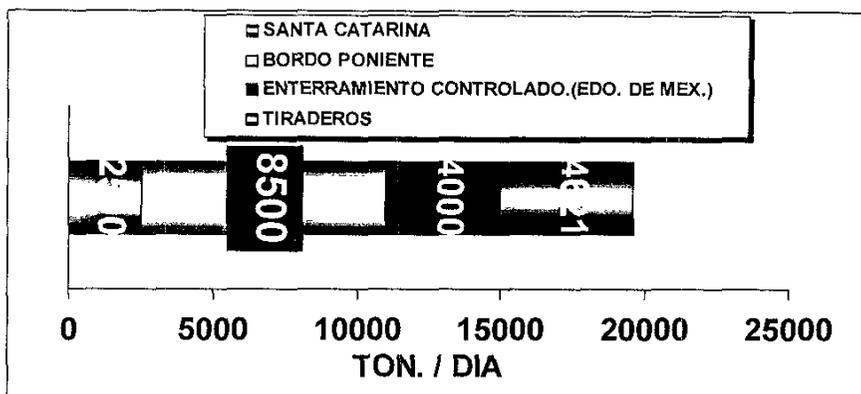
### **3.6.6.-RELLENO SANITARIO**

Actualmente es el método más empleado para la disposición final de desechos sólidos municipales por su bajo costo. No se considera Relleno Sanitario cuando no se toman las medidas oportunas para evitar todo lo que sea nocivo o molesto para la población y evitar la degradación en lo posible del aire, suelo y agua.

El objetivo de un Proyecto de Relleno Sanitario de residuos sólidos municipales sea cual fuere el método elegido (incineración, trituración antes del vaciado o en el momento del vaciado, o simple compactación y recubrimiento debe satisfacer las tres condiciones siguientes: Solucionar la eliminación de residuos para un horizonte de años pre-determinado, asegurar una adecuada protección del medio ambiente sometido a la influencia del relleno y Conseguir la más apropiada recuperación del paisaje para los fines previstos por la comunidad.

**GRAFICA 3.5**

**DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO(ZMCM).**



FUENTE: TEMAS AMBIENTALES (ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO), UNAM, MEXICO D.F., 1996

El principal método de disposición final de desechos sólidos Municipales empleado en México es el de relleno sanitario por su bajo costo y manejo de los residuos.

La mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos municipales es el diseño y construcción de rellenos sanitarios, por lo que se cuenta con dos, bordo poniente y santa Catarina.

**Tabla 3.5**

<b>Situación del manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales 1996</b>			
	<b>Volumen ton/día. %Miles ton/año</b>		
<b>Generación de residuos estimados</b>	<b>80 746</b>		<b>29 472</b>
<b>Eficiencia de los sistemas:</b>			
<b>Recolección</b>	<b>56 522</b>	<b>70.00*</b>	<b>20 631</b>
<b>Relleno sanitario</b>	<b>13 859</b>	<b>17.16</b>	<b>5 059</b>
<b>Tiradero a cielo abierto*</b>	<b>66 887</b>	<b>82.84**</b>	<b>24 414</b>

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1994

\* Del total generado 70% se recolecta

\*\* Del total recolectado 75.5% más los no recolectados dan 82.84% que se disponen en: rellenos no controlados, tiraderos a cielo abierto y clandestinos sin ningún control sanitario.

## **CAPITULO IV**

### **RELLENO SANITARIO**

#### **(BORDO PONIENTE IV ETAPA)**

#### **4.1.- CRITERIOS DE DISEÑO.**

La disposición final por el sistema de “Relleno Sanitario” es cuando se toman las medidas oportunas para evitar todo lo que sea nocivo o molesto para la población, el establecimiento de este implica la utilización de técnicas y observación de normas que constituyen el núcleo central de un proyecto. El método de disposición elegido (trituration antes del vertido o en el momento del vertido, o simple compactación y recubrimiento) satisface las tres condiciones siguientes:

- ✓ previstos por la comunidad.
- ✓ Solucionar la eliminación de residuos para un horizonte de años predeterminado.
- ✓ Asegurar una adecuada protección del medio ambiente sometido a la influencia del Relleno.

Los factores ambientales considerados para este Proyecto de Relleno Sanitario son:

- A Producción de Líxivados.
- A) Formación de gases.
- B) Ruidos.
- C) Olores.
- D) Contaminación del aire, suelo y agua.
- E) Incendios.
- F) Plagas (Ratas, moscas, mosquitos, pájaros).
- G) Rotura del paisaje.

#### **SELECCIÓN DEL LUGAR DE RELLENO.**

La selección del lugar para el relleno sanitario requirió conocer un numero determinado de parámetros. Estos parámetros y su importancia son muy variables en esta región. Algunos de estos parámetros deben ser valorados

por medios técnicos (contaminación de aguas) y otros tienen una fuente componente subjetiva (opinión pública, desvalorización económica de la zona, etc.) siendo difícil su valoración.

El emplazamiento del relleno, produce una alteración en el medio o en alguno de los componentes del medio, y esta alteración se la reconoce con el nombre de Impacto Ambiental.

## **4.2.-ESTUDIOS DE CAMPO.**

### **4.2.1.-MUESTREO DE GENERACIÓN, DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO (DSN) "IN-SITU" y SELECCIÓN DE SUBPRODUCTOS.**

El objetivo de la prueba es para determinar el peso volumétrico (Densidad de los D.S.M.) y composición de los mismos, el muestreo se realizó en las Delegaciones Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa y Venustiano Carranza en Junio de 1986, estas son las que depositan sus desechos sólidos en el Relleno Sanitario Bordo Poniente. La selección y cuantificación de 295 subproductos contenidos en los residuos sólidos depositados en el Bordo Poniente son:

De la muestra se comprobó que en 50% de los residuos son orgánicos, se aprecia homogeneidad en cantidad y porcentaje de los subproductos, tanto a nivel Delegacional como general excepto en los casos de pañal desechable, trapo y plástico rígido, los subproductos que representan un porcentaje mínimo son el hule, materiales no ferrosos, polietileno expandido, loza, cerámica y fibras sintéticas, de este muestreo cuantifico los subproductos susceptibles de rehusar son los siguientes: cartón, papel, plástico rígido y de película, trapo, vidrio, materiales ferrosos y no ferrosos, hueso, madera y materia orgánica, todos estos en conjunto representan el 85%, por lo que si es factible realizar la reutilización, por medio de una planta de recuperación de desechos sólidos municipales.

La densidad de los desechos muestreado es de 211.72 kg/m<sup>3</sup> (Ver tabla número 4.1).

#### Densidad de los Desechos Sólidos Municipales del Bordo Poniente

Tabla 4.1

DELEGACIÓN	PROMEDIO PESO VOLUMETRICO kg/m <sup>3</sup>
Azacapatzalco	250.37
Gustavo A. Madero	165.50
Iztacalco	280.00
Iztapalapa	188.25
Venustiano Carranza	174.50
Promedio	211.72

Fuente: estudio para determinar la densidad y subproductos Bordo Poniente, D.G.S.U., México, 1986

Los resultados de las muestras en los análisis de laboratorio se ve en la tabla 4.2.

Tabla 4.2

IDENTIFICACIÓN	PERDIDA % DE PESO	PODER CALORIFICO	FECHA
1ª Muestra	69.16	3906.65-	11 - julio - 86
2ª Muestra	43.65	3874.96	12 - julio - 86
3ª Muestra	67.09	3336.98	13 - julio - 86

Fuente: estudio para determinar la densidad (prueba IN-SITU) y subproductos en el Bordo Poniente, DGSU, México, 1986.

- ✓ Compactación por gravedad al transportarse en camiones, de caja abierta, es de escaso interés pues aumenta poco la densidad.
- ✓ Compactación por camiones compactadores, aumentan la densidad hasta 400-600 Kgr/m<sup>3</sup>.

Tabla 4.3

RESUMEN DE DATOS DE LOS RESIDUOS				
Relleno	Residuos Tm/año	Composición	Humedad	Densidad
Bordo Poniente IV Etapa	Mínimo- Máximo 200-40.15	Restos vegetales.	50-60%	211-600 Kg./m <sup>3</sup>

### **4.3.-ESTUDIOS ESPECIFICOS.**

#### **4.3.1.-DATOS GEOLOGÍCOS DE LA CUENCA.**

La geología superficial de la zona muestra que esta conformada la mayor parte por aluviones del Cuaternario, limitada al Oriente por la formación Tarango Inferior del Terciario, por el Poniente Dicitos el relleno se encuentran cubiertos por arcillas de alta compresibilidad que constituyen la parte superior del perfil del Lago de Texcoco y al Norte como en el Sur existen algunos conos simétricos y al Este y Sudoeste algunos derrames Basálticos, ver el plano geohidrológico.

#### **4.3.2.-ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.**

##### **4.3.2.1.-ESTRATIGRAFIA.**

El sitio para el Relleno Sanitario esta en una Cuenca Endorreica, que se caracteriza por una gran cantidad de Roca Volcánica.

Su estratigrafía de la parte superior se caracteriza por un arcilla altamente compresible con material orgánico y limo, estos sedimentos están altamente intemperizados, de color café oscuro a negro, esta es de tipo Montmorilonítica,.

El suelo es lacustre de color verde a café oscuro.

Donde termina el nivel freático se tiene una arcilla limosa intercalada con arena y arcilla Bentonítica, siendo de color verde olivo a café rojizo, posteriormente se encuentra una mayor cantidad de arcillo de color gris amarillento, blanda y plástica y sus propiedades varían de acuerdo a la concentración de sales, intercalados con estas tenemos lentes de arena y moluscos que van graduándose desde arcillas, limos y bentonitas. Intercalada con mayor frecuencia hacia su base tenemos, vidrio volcánico, tobas arenosas de color gris verdoso originadas por Andesitas y Basaltos.

#### 4.3.2.2.-LITOLOGÍA DE LA ZONA.

De 0 a 18.0 metros	Hay capas de Arcilla, Limos y Arenas que disminuyen hacia el norte, el contenido de agua fluctúa entre 200 a 500 % y relación de vario es de 6
De 18.0 a 505 metros	Arcillas de resistencia media dura, Arenas, Areniscas y Calizas Lacustres.
De 505 a 1,908 metros	Presentan Tobas, Roca Ignea, Brechas y Conglomerados.
De 1,908 a 2,045 metros	Se identificaron Anhidritas, Arcillosas y Margas.
De 2,045 a 20,000 metros	Se presentaron Lutitas, Margas y Conglomerados Calcarios.

Se determino que para una profundidad entre 4.4 y 18.6 metros los coeficientes promedio de permeabilidad vertical y horizontal son respectivamente de  $3.49 \times 10^{-9}$  y  $3.83 \times 10^{-8}$  cms/seg; mientras que el contenido de agua oscila en 151.3%, el peso volumétrico del suelo es de 1375 Kg/ m<sup>3</sup>.

La resistencia del terreno es de 0.13 Kg/ m<sup>2</sup> para una profundidad de 0 a 10 metros y la sobreconsolidación es de 1.5 a 2 veces los esfuerzos.

El peso volumétrico correspondiente a los desechos compactados y a la tierra los cuales son 1.08 Ton/ m<sup>3</sup> y 1.46 Ton/ m<sup>3</sup>, respectivamente.

#### 4.3.2.3.-EDAFOLOGÍA.

Sus características edafologicas del suelo es por el contenido de sales, es resultado de la acumulación de agua, en un sistema hidráulico cerrado, en donde la transportación del agua se realiza exclusivamente por evaporación, el uso agrícola esta limitado a especies resistentes a las sales.

Sus características físicas cruzada, son del color gris azuloso y al contacto con el aire se manifiesta color rojo amatizado

**Características de los Tipos de suelo que pueden ser empleados o no como material de cubierta.**

**Tabla 4.4**

Función			MATERIALES					
			Grava	Grava arcillosa-margosa	Arena	Arena arcillo-margosa	Margas	Arcillas
EVITAR MADRIGUERAS ROEDORES	DE		Buena	Regular	Buena	Malo	Malo	Malo
Evitar entrada de moscas			Malo	Regular	Malo	Bueno	Bueno	Muy Bueno
REDUCIR LA ENTRADA DE GASES	DE		Malo	Regular Bueno	Malo	Bueno Muy bueno	Bueno Muy Bueno	Muy Bueno
EVITAR LA SALIDA DE GASES			Malo	Regular Bueno	Malo	Bueno Muy Bueno	Bueno Muy Bueno	Muy Bueno
PERMITIR CRECER PLANTAS			Malo	Bueno	Malo Regular	Bueno Muy Bueno	Bueno Muy Bueno	Regular Bueno
FACILITAR LA SALIDA DE GASES		Muy Bueno	Malo		Bueno	Malo	Malo	Malo

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE DESECHOS SOLIDO, MONTES DE OCA, ESPAÑA, 1988.

La siguiente tabla indica las características físicas, por si un suelo debe o no ser impermeabilizado.

**Tabla 4.5**

		Drenaje	Estabilidad	Permeabilidad	Compactación
GRAVAS ARENOSAS	GRAVAS	Muy Bueno	Muy Buena a Buena	Muy Bueno	Buena
GRAVAS MARGOSAS	MARGOSAS	Regular a impermeable	Escasa a Buena	Regular	Buena
GRAVAS ARCILLOSAS	ARCILLOSAS	Regular a impermeable	Escasa	Regular a Mala	Regular
GRAVS. ARENO ARCILL.S.	ARENO ARCILL.S.	Muy Buena	Muy estable a Estable	Regular	Buena
ARENAS MARGOSAS	MARGOSAS	Regular a impermeable	Escasa	Regular	Buena
ARENAS ARCILLOSAS	ARCILLOSAS	Regular a impermeable	Escasa	Regular a Mala	Regular
MARGAS ARENAS MARGAS ARCILLOSAS	INORGÁNICAS MUY FINAS	Regular a Malo	Mala	Regular a Mala	Buena a mala
ARCILLAS POCO FINAS, ARENOSAS MARGOSAS	INORGÁNICAS	Impermeables	Buena	Regular a Mala	Regular a Mala
MARGAS ARCILLO MARGOSAS	ORGÁNICAS	Malo	Muy mala	Regular	Regular a Mala
MARGAS ARENAS MARGOSAS	INORGÁNICAS MICASEAS	Regular a Malo	Mala	Regular	Mala a Muy Mala
ARCILLAS TURBA Y SUELOS MUY ORGÁNICOS	INORGÁNICAS	Impermeable	Escasa	Regular a Mala	Regular a Mala

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE DESECHOS SOLIDO, MONTES DE OCA, ESPAÑA, 1988.

**Tabla 4.6**

<b>RESUMEN DATOS GEOLÓGICOS</b>			
<b>Relleno</b>	<b>Terreno geológico que ocupa</b>	<b>Permeabilidad</b>	<b>Material de cubierta</b>
<b>Bordo Poniente IV Etapa</b>	<b>Limo-Arcillas Aluviones del Cuaternario</b>	<b>Baja</b>	<b>Limo-arcilloso (tepetate)</b>

### **4.3.3.- ESTUDIOS CLIMATOLÓGICOS Y PLUVIGRAFÍCOS.**

#### **4.3.3.1.-CLIMA:**

Templado, semiseco y sin estación invernal bien definida.

La precipitación es del orden de 600 mm. por año.

Distribución de la precipitación ver tabla 4.7 De muestras mensuales Universidad de Chapingo

**Tabla 4.7**

<b>PRESCIPITACIÓN MEDIO ANUAL EN CHAPINGO, MÉX.</b>			
<b>MES</b>	<b>LLUVIA MEDIA</b>	<b>MES</b>	<b>LLUVIA MEDIA</b>
<b>ENERO</b>	<b>1.4</b>	<b>JULIO</b>	<b>12.1</b>
<b>FEBRERO</b>	<b>0.5</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>9.6</b>
<b>MARZO</b>	<b>1.1</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>9.2</b>
<b>ABRIL</b>	<b>8.0</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>2.4</b>
<b>JUNIO</b>	<b>9.8</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>0.6</b>

Fuente: Hidrología en el Valle de México, 1965, C.H.C.V.M., Universidad de Chapingo.

La máxima precipitación presentada en el período del estudio (1972 – 1981) es de 50. 7 mm.

El año con mayor precipitación fue 1976 con 697.3 mm. y el menor en 1980 con 507.1 mm. las mayores precipitaciones se presentan en: junio, julio, agosto y septiembre.

#### **4.3.3.2.-EVAPORACIÓN:**

De acuerdo a los datos estadísticos obtenidos se muestra que la evaporación para el período mencionado, podemos observar que la mayor perdida se

presento en agosto de 1991 con 262.82 mm. y la menor en diciembre de 1979 con 86.99 mm.

En cambio a los valores acumulados la mayor evaporación se registro en 1981 con 2099.94 mm. y la menor en 1981 con 1719.91 mm.

#### 4.3.3.3.-TEMPERATURA:

Las temperaturas máximas se registraron en abril de 1975 con un valor de 43°C, la menor de 7°C en febrero de 1976 y diciembre de 1980. La temperatura promedio es de 15.9°C.

#### 4.3.3.4.-VIENTO:

dirección dominante de los vientos es de Noroeste a Suroeste con una velocidad media de 10 km. / hora y los más intensos registrados de 94 km. / hora (Estación Meteorologica del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México).

Tabla 4.8

Relleno	RESUMEN DE DATOS CLIMÁTICOS				
	Precipitación en mm.		Vientos dominantes	Velocidad km./h	Temperatura media anual
	Media anual	Máx. 24 h			
Bordo Poniente IV Etapa	600mm	50.7mm	NE a SE	10	15.9°C

#### 4.3.4.-DATOS HIDROGEOLOGICOS.

##### 4.3.4.1.-HIDROLOGÍA SUBTERRANEA.

El acuífero en el estudio esta ubicado al Oriente del Actual Lago de Texcoco, entre el Lago y el Piamonte de la Sierra, los poblados cercanos son San Vicente Chicoalapan y Tepetitlan, el área en estudio comprende 93.5 km<sup>2</sup> que se distribuyen en los municipios de Atenco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac y Texcoco, las características químicas del agua subterránea en la zona se han ido determinando por el incremento de sales ver la tabla número 4.

**Tabla 4.9**

SALES	1965		1975	
	CONTENIDO		CONTENIDO	
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
Cloruros	12 P.P. M.	50 P.P.M.	18 P.P.M.	150 P.P.M.
Sulfatos	3 P.P.M.	140 P.P.M.	0 P.P.M.	200 P.P.M.
Durela Total	100 P.P.M.	400 P.P.M.	100 P.P.M.	350 P.P.M.
Sodio	20 P.P.M.	200 P.P.M.	25 P.P.M.	50 P.P.M.

Fuente: Monitoreo y Censo Bordo Poniente, D G.S.U., México D.F. ,1985.

Los sondeos de enero a abril de 1972 demuestran que esta ha ido disminuyendo, existe una sobreexplotación de este al haber una recarga de este menor o igual a 28.7 millones de m<sup>3</sup>/año y una extracción de 55.8 millones de m<sup>3</sup>/año por consecuencia se han empezado a introducir sales del Oeste la principal fuente de recarga viene del Norte con 0.56 m<sup>3</sup>/s, le sigue el Oeste con 0.45 m<sup>3</sup>/s, el Este con 0.25 m<sup>3</sup>/s y al Sur con 0.10 m<sup>3</sup>/s.

El nivel de aguas freáticas de acuerdo a estudios realizados (Trial y Tlalli) se puede observar que el nivel de agua Freáticas coincide con la superficie del terreno. Esto puede observarse por la cantidad de charcos de la zona.

De acuerdo a estudios realizados por el Ingeniero Roberto Granue (Proyecto Texcoco) se determino que hasta 150 m bajo la superficie existen aguas salubres y que a mayor profundidad menor salinidad.

#### 4.3.4.2.-HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

El terreno se encuentra en la región hidráulica del Panuco, que pertenece a la Cuenca del Río Moctezuma, esta se forma aguas abajo.

En el área confluyen los que son el río de los Remedios y el río Churubusco y el gran canal de desagüe ver el plano geohidrológico 4.1.

### 4.4.-ESTUDIOS ESPECIALES.

#### 4.4.1.1.-ANTECEDENTES DEL SITIO.

Los cambios de la cuenca del Valle de México fueron iniciados por los Aztecas, con el fin de controlar los cambios bruscos del nivel del agua en los

lagos. Construyeron los albarrones, cuyo objetivo era proteger Tenochtitlan de las inundaciones y que las aguas insalubres del lago de Texcoco contaminarán las aguas dulces de los lagos de Chalco, Xochimilco, Zumpango, Apan, Tochar y Tecomulco, de los cuales el de Texcoco es el más bajo.

Pero para 1449 se produjo otra fuerte inundación por lo que construyeron el albarrón de Nezahualcoyotl que media 16 km. de longitud y al sur los diques de Tlahuac, Cuitlahuac y Mexicaltzingo.

En la colonia se inicio la desecación de los lagos para formar poblados y zonas agrícolas , pero como durante la conquista se destruyo el dique de Nezahualcoyotl se produjeron nuevas inundaciones por lo que se construyo el túnel de Nochistongo, el cual enviaba las aguas del río Cuautitlan fuera de la cuenca, este año se derrumbo y sus obras fueron concluidas en el siglo XVIII, el objetivo era abatir las aguas del lago Texcoco y por fin en 1774 la Ciudad de México dejo de ser una isla.

Durante la Independencia, precisamente en 1865 se iniciaron los trabajos del túnel de Tequisquiac y del gran canal de desagüe además del dique de Culhuacan de 25 km. de longitud alrededor de toda la ciudad.

Por la salida de las aguas de la cuenca por el tajo de Nochistongo y el túnel de Tequisquiac, por lo que se produjo la mayor desecación, desaparecieron los lagos de Xaltocan, San Cristóbal Chalco y Tepetzotlan, el lago de Zumpango sobre las aguas del río Cuautitlan, el de Xochimilco queda reducido a una zona Chinampera, el lago de Texcoco sigue siendo el más amplio, el cual regula las aguas de Oriente y después son extraídas del Valle de México por el canal de desagüe.

En 1912 se fijan los límites del lago de Texcoco con la cota 7.10 m (aproximadamente 2237.5 MSNM) con una superficie de 27,000 Has y una capacidad de 171 millones de metros cúbicos.

Entre los años 1934 y 1939 se construyeron los Bordos Poniente y Xochiaca, los cuales producen los límites del lago a 17,000 Has y su capacidad a 101

millones de m<sup>3</sup> , el objetivo fue restar tierras del lago 6,000 Has al Poniente y 4,000 Has en la parte Sur, y en 1938 se inicio la construcción del caracol con una superficie de 850 Has el propósito de esta obra es la Captación de sales provenientes del lavado de la tierra de las zonas descubiertas, para producir carbonato de sodio y sosa cáustica. En 1944 se otorga la concesión a sosa Texcoco S. A. La explotación de las salmueras alcalinas y las papeleras San Cristóbal, Peña Pobre las cuales tienen concesionadas la explotación de los bosques de la cuenca.

Con el crecimiento desmesurado de la Ciudad de México, se inició la sobre explotación del acuífero abatiendo las aguas del lago y con la introducción de caminos alrededor del lago y construcción del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, al finalizar los años cuarentas la superficie real del lago era muy inferior por el drenaje profundo, el cual da salida a las aguas residuales fuera de la cuenca, esto trajo como consecuencia fuertes tolváneras.

De 1960 a 1980 se empezó a tomar conciencia ecológica y de la situación en la que se encuentra el Valle de México y en especial del lago de Texcoco, por lo que se creo la Comisión Hidráulica del Valle de México por iniciativa del Doctor Nabor Carrillo y se desarrollo el proyecto Texcoco.

En este período también se iniciaron grandes invasiones de asentamientos humanos en las zonas de lo que es el Vaso de Lago de Texcoco, en 1967 el D.D.F. inicia las obras de drenaje profundo para dar salida a las aguas residuales fuera de la cuenca y además se construyeron las plantas potabilizadoras de Cerro de la Estrella y Xochimilco, además se utilizan parte de las aguas del Río Churubusco.

#### **4.4.1.2.-UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO.**

El sitio seleccionado para realizar el relleno Sanitario se localiza en el Estado de México, entre las coordenadas 19° 21´ y 19° 35´ altitud Norte y 98° 56´ y 99° 0 2ª longitud Oeste a 2236 M.S.N.M.; en el vaso de Texcoco, detrás del Aeropuerto Internacional de México a un costado del fraccionamiento Bosques de Aragón.

El terreno colinda al Norte con la laguna de regulación Oraria, al Oeste con el río Churubusco, al Este con planta de tratamiento y lago Nabor Carrillo y al sur con la Colonia Cuchilla del Tesoro.

Los accesos principales son la Autopista de Cuota Peñón Texcoco que se une a la Vía Tapo y al Periférico, la Avenida Aeropuerto y Boulevard Bosques de Africa.

#### **4.4.1.3.-USO ACTUAL DEL SUELO.**

La zona estaba cubierta de aguas negras provenientes de los Ríos Churubusco y de los Remedios, con la finalidad de evitar la invasión de las tierras que es muy frecuente en la zona se convino con la Comisión del Vaso de Texcoco drenar la zona para establecer el Relleno Sanitario.

#### **4.4.1.4.-TENENCIA DE LA TIERRA.**

El terreno es propiedad Federal, perteneciente a la Comisión del Lago de Texcoco de la S.A.G.A.R antes S.A.R.H.:

Se firmo un convenio entre la Comisión del Lago de Texcoco y el Departamento del Distrito Federal, en el cual el Departamento del Distrito Federal se compromete a emplear el lugar exclusivamente como Relleno Sanitario y cumplir ciertos requisitos para evitar problemas que pueda ocasionar el Relleno Sanitario.

Para realizar el estudio de impacto ambiental se tomaron en cuenta el medio natural y el medio social, destacando los aspectos ecológico principalmente orientado hacia los estudios de impacto físico o geobiofísico, humano, que contempla las facetas socio-políticas, socio-económicas y culturales.

#### **4.4.2.-DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

El crecimiento de la población en la Ciudad de México a generado las producción cada vez mayor de Residuos Sólidos, los cuales requieren un

adecuado manejo y disposición final, por lo que el proyecto de Relleno Sanitario servirá para estos fines. Este se ubicará en la parte Noroeste de La Ciudad de México, en terrenos Federales que pertenecen a la zona del exlago de Texcoco.

El proyecto pretende emplear el terreno como área de depósito final de desechos sólidos municipales procedentes de las delegaciones Gustavo a. Madero, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa, se empleara el método combinado de trinchera y área.

Se utiliza una superficie de 600 hectáreas, de las cuales la mayor parte serán para relleno sanitario y el resto obras complementarias.

#### **4.4.3.-ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES.**

##### **4.4.3.1.-FASE DE OPERACIÓN.**

Para el adecuado funcionamiento del Relleno Sanitario se consideran:

- La división del terreno de acuerdo con la remoción y colocación de los desechos.
- El establecer los frentes de trabajo con base en la afluencia de camiones.
- Señalar las vías de acceso y de trabajo para depositar los desechos
- Llevar a cabo la construcción de taludes para las celdas que deben tener un máximo de un metro de altura por tres horizontales.
- Compactación de los desechos y cubierta de tierra del mismo lugar.
- Instalación de tubos de venteo para las emisiones de biogás
- Control de Lixiviados y almacenamiento en tanques para su tratamiento posterior.
- Caseta de control para pesar y vigilar la entrada de los camiones

##### **4.4.4.-OBRA CIVIL REQUERIDA.**

Campamento de Construcción, letrinas, camino de acceso y remoción de tierra para utilizarla posteriormente como cubierta del relleno.

#### **4.4.5.1.-ACTIVIDADES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

Traslado de maquinaria, trazo de obra, remoción del terreno; instalación de mallas de protección, impermeabilización del área de trabajo, canales de lixiviados, construcción de obras complementarias.

#### **4.4.5.2.-ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MATENIMIENTO.**

Control de acceso pesado de los desechos, llenado de las celdas de confinamiento, remoción de los desechos, compactación de los desechos, cubierta con tierra del lugar, instalación de tubos de venteo, mantenimiento del equipo y control de las operaciones diarias.

#### **4.4.5.3.-PERSONAL PARA LA OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO**

Jefe y subjefe de control general

Vigilantes (24),

Operadores de Maquinaria (184)

Personal de Apoyo Administrativo ( 43)

Para Mantenimiento y limpieza (29)

#### **4.4.6.-SUPERFICIE REQUERIDA**

600 Hectáreas.

#### **4.4.7.-DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

**Geomorfología:** El área se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico, subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac. En particular en la primera con un relieve casi plano por ser el lecho del antiguo Lago de Texcoco.

**Geología:** Predominan formaciones recientes del Terciario y Cuaternario con materiales sedimentarios y volcánicos.

**Edafología:** Los suelos corresponden a Solonchak con horizonte Gleyico, sódico ( con más de 15 % de saturación de sodio. Presenta un predominio de arcilla, por lo cual están pobremente aireados, compactación rápida, resisten la erosión eólica y la hídrica en caso de estar en agregados.

**Climatología:** De acuerdo con el sistema Köppen modificado por GreCIA es clima que se presenta es BS1 kw (w) (i), que es un semiseco con verano fresco, un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 %, precipitación pluvial anual de 600 mm; vientos dominantes en superficie del noroeste en verano y del sureste y noroeste en las otras estaciones.

**Hidrología:** confluyen el río Churusco, río de los Remedios y Gran Canal, además se encuentran las lagunas Nabor Carrillo y Oraría

**Fauna:** se considera que ya no existe una fauna importante, solo quedan algunas aves. La mayoría de la fauna es domestica o roedores.

**Flora:** existen especies acuáticas y hongos en partes del Exlago de Texcoco, sobre todo perennes, limitadas a la salinidad del suelo, (pastos halófitos).

#### **4.4.8.-CRITERIOS AMBIENTALES QUE JUSTIFICAN EL LUGAR**

Las condiciones ambientales en general no permiten que el área del proyecto pueda tener muchas posibilidades de uso, por lo tanto la necesidad de un lugar para Relleno Sanitario en este lugar no se presentarían grandes alteraciones al ambiente.

#### **4.4.9.-RESIDUOS GENERADOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS Y DISPOSICIÓN FINAL.**

Durante las Construcción se emitirán partículas a la atmósfera provocadas por el desyerbe y remoción del terreno, así como, el ruido generado por la maquinaria utilizada en la construcción de las obras civiles.

En la fase de operación los Residuos Sólidos generados serán depositados dentro del confinamiento del relleno, el biogás generado será en cantidades pequeñas que se emitirán a la atmósfera. Los Lixiviados serán almacenados en tanques para ser llevados a una planta de tratamiento.

#### **4.4.10.-SITIO ALTERNATIVO.**

La proximidad a la zona urbana y acceso limitan la posibilidad de un sitio alternativo por los costos de operación en particular el transporte.

#### **4.4.11.-IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES QUE CAUSARA LA OBRA.**

Los impactos más importantes será, a nivel paisaje, pues el espacio que ocupa no tiene condiciones originales, sino de recuperación del antiguo Vaso del Lago de Texcoco. Otra parte de los impactos tendrá que ver con los residuos generados como lixiviados y biogás, sin embargo la necesidad de controlar los desechos sólidos urbanos hace necesario el contar con este tipo de rellenos.

Los efectos en el paisaje tiene que ver con la calidad de vida de la población cercana a lugar, ya que se encuentra muy próximo a la zona urbana. Olores del gas generado por el proceso de descomposición de la basura, proliferación de fauna nociva (roedores, insectos, moscas, etc.) impacto visual del sitio por la acumulación de desechos.

Así mismo, el Relleno Sanitario permitirá evitar la entrada de personas (pepenadores) que no tengan el equipo y conocimientos adecuados del manejo de la basura, por lo que puede generar algunos empleos para la operación y control del lugar

#### **4.4.12.-MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

Se sugieren para evitar la proximidad de la población controlar el uso del suelo próximo al Relleno, así también contar con una barda y cortina de árboles que disminuyan el efecto en el paisaje.

Para el caso de los Lixiviados y biogás se puede establecer sistemas de control de ambos y si es posible su tratamiento para disminuir problemas a los lugares circundantes.

Que en las operaciones de Relleno se contemple una vigilancia de las personas que ingresan, como el realizar fumigaciones para el control de fauna nociva.

Por último, establecer un programa de recuperación de materiales reciclables, como uno para el futuro uso del sitio, con lo que se logre una integración del lugar, se pueden sembrar vegetación para la neoformación de suelo y darle un uso de recreación.

#### **4.4.13.-FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS.**

- Tierra.
- Geomorfología.
  
- Agua.
- Superficiales.
- Subterráneas.
- Calidad.
  
- Atmósfera.
- Calidad.
  
- Flora.
- Cosechas
- Arbustos y Árboles.
- Pastos

- **Fauna**
- Animales Terrestres.
- Animales voladores.
- Corredores.
  
- **Usos del suelo**
- Espacios abiertos y salvajes.
- Agricultura.
- Zona residencial.
- Recreativos.
- Excursiones.
- Caza.
- Pesca.
  
- **Servicios.**
- Red de transportes
- Eliminación de residuos sólidos.

#### **4.4.14.- ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTO.**

- **Modificación de régimen**
- Alteraciones cubierta terrestre
- Alteración hidrológica
- Alteración y/o modificación de rios y su flujo
  
- **Transformación del territorio y construcción**
- Carreteras y caminos
- Excavaciones
- Movimiento de tierras
- Barreras
- Trafico
- Vertido de r.s.m.
  
- **Alteración al terreno**
- Paisaje

4.4.15 .-MATRIZ REDUCIDA DE LEOPOLD.

MATRIZ REDUCIDA LEOPOLD BORDO PONIENTE IV ETAPA			ACCIONES QUE PUEDAN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES												
			MODIFICACION DEL REGIMEN					TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION					ALTERACION DEL TERREN		
			ALTERACIONES CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION HIDROLOGICA	ALTERACION DEL DRENAJE	CONTROL Y/O MODIFICACION DE RIOS	USO O FLUJO	CARRETERAS Y CAMINOS	EXCAVACIONES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	BARREAS	TRAFICO	VERTO DE LOS R S M	PAISES	
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS	TIERRA	GEOMORFOLOGICA										6	8	
		A G U A	SUPERFICIAL												
			SUBTERRANEAS												
	ATMOSFERA	CALIDAD AIRE													
	BIODIVERSIDAD	FLORA	ARBUSTOS Y ARBOLES												
			PASTOS												
			COSECHAS												
		FAUNA	CORREDORES												
			ANIMALES VOLADORES												
			ANIMALES TERRESTRES												
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	USO DE TERRENO	ESPACIOS ABIERTOS												
			AGRICULTURA												
			ZONA RESIDENCIAL								2 3				
		RECREATIVA	CAZA												
			PESCA												
			EXCURSIONES												
		SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	VIAS DE COMUNICACION												
			RED DE TRANSPORTE												
ELIMINACION DE R S M												9	9		
RELACIONES ECOLOGICAS	VECTORES ENFERMEADES INSECTOS														

 IMPACTO POSITIVO  
 IMPACTO NEGATIVO  
 SIN IMPACTO

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

#### 4.4.16.-DATOS PARA LA MEJORA DEL PAISAJE.

Tabla 4.10

-RESUMEN DATOS MEJORA DEL PAISAJE	
Relleno	Utilización final
Bordo Poniente IV etapa	Zonas deportivas y áreas verdes.

#### 4.5.-OBRAS COMPLEMENTARIAS

##### 4.5.1.-PROCESO CONSTRUTIVO DE LOS CAMINOS Y BORDOS.

Desyerbe y despalme; para iniciar los trabajos de disposición final se comienza con el retiro de maleza, hiervas y zacate, los trabajos se efectúan con tractor ó a mano.

Excavación de la celda; se realiza con Motoconformadora una excavación de 2 metros de profundidad por 70 a 90 metros de ancho y 100 a 120 metros de largo, con un talud de 1:3 (Ver Figura 4.1)

Construcción de caminos de acceso; se realiza con la Motoconformadora, Traxcavo y carros de volteo de 7 m<sup>3</sup> para el movimiento de la tierra.

Serán trazados de acuerdo al plano topográfico con equipo pesado.

Estos serán construidos con material limo-arcilloso (tepetate) tirado al volteo en reversa y será extendido por el Bulldozer hasta formar una capa de 80 centímetros.

Desde la conformación de esta capa inicial se procede a su compactado el 90% proctor, con compactadora rodillo no vibratorio.

Las capas siguientes serán de 30 centímetros tendidas con la Motocompactadora y compactadas con compactadora al 90% proctor que la altura de estos es de 2 metros sobre el nivel de piso.

Los últimos 20 centímetros del camino, serán conformados con tezontle, el cual será extendido por la Motoconformadora y compactado.

Durante el tendido del tepetate se le agregará agua para alcanzar la compactación 90% proctor.

Los caminos principales serán de tipo trapezoidal de 21 metros de base, 2 metros de altura y una corona de 17 metros, talud 1:1.

Los caminos secundarios (brechas) tendrán una plantilla de 10.50 metros; 80 centímetros de profundidad, talud 1:1 y corona de 10 metros.

Una vez alcanzada la sección del terraplén se construirán los andenes de forma trapezoidal y se excavarán con la Retroexcavadora de bote sección Trapezoidal y en el cruce de caminos se construirá un sistema de alcantarillas.

Para el trazo de los caminos se realizo el levantamiento de estos ver plano de caminos.

#### **4.5.2.-BARDEADO.**

El relleno sanitario de Bordo Poniente tiene una barda perimetral de malla ciclónica cuyas medidas son de 3 metros de altura y travesaños a cada tres metros ver plano de caminos y celdas.

#### **4.5.3.-BASCULA.**

La bascula en el relleno sanitario se emplea para conocer el peso de la basura vertida en el lugar, controlar el ritmo de la operación y de vertido, la empleada en este caso es fija con una capacidad de 10,000 kg.

#### 4.5.4.-SERVICIOS.

El Relleno Sanitario dispone de agua, luz y teléfono. Empleadas el agua para la limpieza, maquinaria y personal; luz para iluminación y mantenimiento; teléfono para casos de emergencia o accidentes.

#### 4.6.-CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO

##### 4.6.1.-CALCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.

Las Delegaciones que depositan residuos sólidos en el Bordo Poniente son Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, y V. Carranza.

Población del D.F. en el conteo de 1990 es de 8'236,960.00 habitantes.

De acuerdo al censo de 1980 la población de las Delegaciones Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa era igual a 3'112,775.00 habitantes, empleando el método aritmético se determino la población futura, ver tabla 4.11, la formula empleada es de  $PE = P * (1 + 0.026)^n$

Tabla 4.11

AÑO	POBLACIÓN	FORMULA	POBLACIÓN FUTURA
1985*	3'112,775.00	1	3'112,275
1986*	3'112,775.00	1.026	3'193,194
1987*	3'112,775.00	1.053	3'276,217
1988*	3'112,775.00	1.08	3'361,398
1989*	3'112,775.00	1.108	3'449,349
1990*	3'112,775.00	1.137	3'539,032
1991*	3'112,775.00	1.1665	3'631,047
1992*	3'112,775.00	1.1968	3'725,454
1993	3'112,775.00	1.2279	3'822,316
1994	3'112,775.00	1.2598	3'921,696
1995	3'112,775.00	1.2926	4'023,660
1996	3'112,775.00	1.3265	4'128,275
1997	5'800,000.00	1	5'800,000
1998	5'800,000.00	1.026	5'950,800
1999	5'800,000.00	1.053	6'105,800
2000	5'800,000.00	1.08	6'264,264
2001	5'800,000.00	1.108	6'427,135
2002	5'800,000.00	1.137	6'594,240
2003	5'800,000.00	1.1665	6'767,690
2004	5'800,000.00	1.1968	6'941,598
2005	5'800,000.00	1.2279	7'122,080
		SUMA	73'867,274
		PROMEDIO	5'682,098

Con el cierre del relleno prados de la montaña en 1997 se integran las delegaciones Alvaro Obregon, Cuauhtemoc, Coyoacan y Miguel Hidalgo.

\* Primera, segunda, y tercera etapa.

Cuarta etapa.

#### 4.6.2.- CAPACIDAD DEL RELLENO “VIDA UTIL”.

- 7 días de vaciado y 365 de producción de basuras.
- Densidad de los residuos una vez enterrados de 600 kg/m<sup>3</sup>, según diferentes hipótesis.
- Material de cobertura 25 cms.
- Material de cobertura ocupa un 5% de la superficie utilizable.
- Altura de basiado 1,5-8 metros según diferentes hipótesis.
- La superficie total es de 1000.00 has.
- La primera, segunda y tercera etapa les corresponden 400.00 has. y la cuarta etapa 600.00 has. Aproximadamente.
- Superficie 600.00 has.
- Densidad de los residuos solidos
  - Sin compactar de 211.09 kg./cm.
  - Compactados de 600.00 kg./cm:
- La población promedio de las delegaciones Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Iztacalco y Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, Coyoacan, Alvaro Obregon y Cuauhtemoc es de 5'682,098.00 habitantes.
- La producción percapita de desechos solidos es de 1 kg./hab./día

⇒ RESIDUOS GENERADOS POR DIA.

$(5'682,098 \text{ T/día})(1 \text{ kg./hab./día})(1 \text{ ton:}/1000 \text{ Kg:})=5,682.09 \text{ T/día}$

⇒ VOLUMEN DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.

$(5,682.09)/(0.600 \text{ T./m}^3)=9,470.15 \text{ m}^3/\text{día}$

⇒ SUPERFICIE CUBIERTA DE R.S.M. POR UN DIA.

$(9,479.15)\text{m}^3/\text{día} / 8 \text{ m.}=1,189.76 \text{ m}^3/\text{día}.$

⇒ CANTIDAD DE MATERIAL DE CUBIERTA EMPLEADO.

$(0.25\text{m:})(1,183.67\text{m}^3/\text{día.})=295.34 \text{ m}^3/\text{año}$

⇒ VOLUMEN DE RESIDUOS SOLIDOS MAS MATERIAL DE CUBIERTA.

$((9,470.15 \text{ m}^3/\text{día.})+(295.94\text{m}^3/\text{día.}))(365 \text{ días})=3' 564,622.85$

⇒ SUPERFICIE TOTAL CUBIERTA EN UN AÑO.

$(1,183.76 \text{ m}^3/\text{día.})(1.05)(365 \text{ días})=453,676.02 \text{ m}^2/ \text{ año}$

⇒ VIDA UTIL EN AÑOS (DURACIÓN).  
 $(6'000,000.00 \text{ m}^2)/(453,676.02 \text{ m}^2/\text{año}) = 13.2 \text{ años.}$

#### 4.6.3.- CÁLCULO DE LA CELDA DIARIA

##### 4.6.3.1.- POR LAS DIMENSIONES SE REALIZA UNA CELDA MENSUAL.

- ✓ P = Varía de acuerdo al crecimiento poblacional
- ✓ PPC = 1 kg./hab/día
- ✓ Material de cubierta = 5% = factor 1.05
- ✓ Días = 30
- ✓ Horas de trabajo 24.
- ✓ Densidad = 600 kg/m<sup>3</sup> Por compactación en el relleno
- ✓ VOL. DE LA CELDA = ((POBLACIÓN)(PPC)(DÍAS DE RECOLECCIÓN)(% DE MATERIAL = 1.05))/(DENSIDAD)

TABLA 4.12 CALCULO DE LA CELDA DIARIA

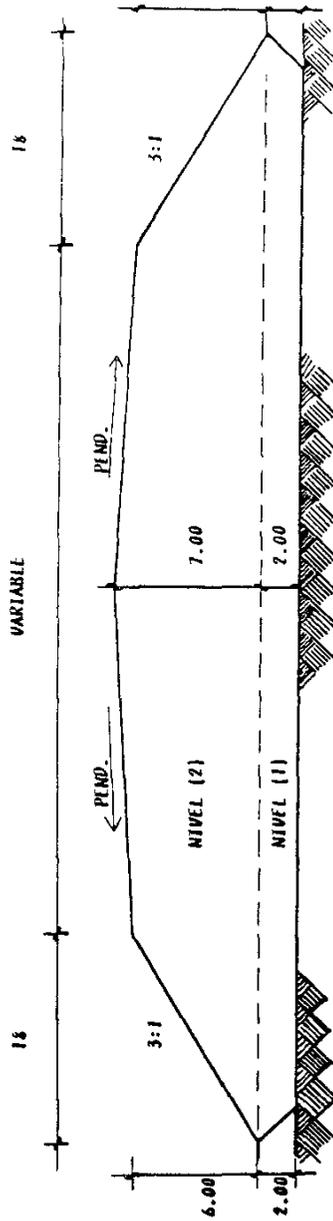
AÑO	POBLACIÓN	PPC KG/HAB/DÍA	DÍAS DE RECOLECCION	% MAT. CUBIERTA	DENSIDAD KG/ m <sup>3</sup>	VOLUMEN DE LA CELDA
1985*	3'112,275	1	30	1.05		163,394.45
1986*	3'193,194	1	30	1.05	1/600	167,642.69
1987*	3'276,217	1	30	1.05	1/600	172,001.39
1988*	3'361,398	1	30	1.05	1/600	176,473.39
1989*	3'449,349	1	30	1.05	1/600	181,090.83
1990*	3'539,032	1	30	1.05	1/600	185,799.18
1991*	3'631,047	1	30	1.05	1/600	190,629.96
1992*	3'725,454	1	30	1.05	1/600	195,586.34
1993	3'822,316	1	30	1.05	1/600	200,671.59
1994	3'921,696	1	30	1.05	1/600	205,889.04
1995	4'023,660	1	30	1.05	1/600	211,242.15
1996	4'128,275	1	30	1.05	1/600	216,734.43
1997	5'800,000	1	30	1.05	1/600	304,500.90
1998	5'950,000	1	30	1.05	1/600	312,417.50
1999	6'105,520	1	30	1.05	1/600	320,539.89
2000	6'264,264	1	30	1.05	1/600	328,873.80
2001	6'427,135	1	30	1.05	1/600	337,424.49
2002	6'594,240	1	30	1.05	1/600	346,197.79
2003	6'765,690	1	30	1.05	1/600	355,212.90
2004	6'941,598	1	30	1.05	1/600	364,433.00
2005	7'122,080	1	30	1.05	1/600	373,909.00

\*Primera, segunda y tercera etapas  
 Cuarta etapa.

Esta constituida por la cantidad de desechos sólidos vaciados en esta más el material de cubierta que es de 25 centímetros, están conformados por el largo, ancho de trabajo, pendientes de los taludes (Ver Figura 4.1)

CELDA FIGURA 4.1

SECCION TIPO DEL REFINO  
SANTUARIO EN BORDO PORHITTI.



#### **4.6.3.2.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CELDA**

La celda se inicia excavando el centro y se acamellonará el material producto de la excavación en las áreas destinadas para ello, se reposará este durante 2 meses, este será empleado para cubrir los desechos y el faltante se traerá de bancos de material.

El agua de lluvia como de escurrimiento que se almacene en la cavidad abierta de 2 metros de profundidad y 3:1 de talud será sacada con las bombas de 4" solamente durante la operación del relleno, esta agua será drenada a los canales paralelos a la vialidad principal, los cuales desembocan en los canales de la Comisión de Aguas del Lago de Texcoco, estas operaciones no se suspenderán por ningún momento durante el llenado, tendido y compactado de los desechos, se recomiendan de una a dos bombas de repuesto.

Durante la etapa inmediata a la excavación y el inicio del relleno, el fajo permanecerá lleno de agua para protección de los taludes, su nivel no pasará de 20 centímetros del terreno.

Esta constituida por la cantidad de desechos sólidos vaciados en esta más el material de cubierta que es de 25 centímetros, están conformados por el largo, ancho de trabajo, pendientes de los taludes (Ver Figura 4.1) y plano de distribución de celdas.

#### **4.6.3.3.-FRANJA.**

Es el conjunto de celdas que se encuentran en línea y se deben considerar también los caminos de acceso y drenaje, es variable el número de celdas que forman una franja.

#### **4.6.3.4.-CAPAS.**

Es el conjunto de franjas que ocupan un mismo volumen en un relleno sanitario. Las celdas al unirse forman franjas y estas al irse uniendo forman capas.

#### **4.6.4.-MATERIAL DE CUBIERTA.**

El material de cubierta para impedir la entrada y salida de fauna nocturna y disminución de los malos olores en el Bordo se emplea un material limo-arcilloso (tepetate) con las siguientes características Físico-químicas:

- Granulometría máxima de 3/8"
- Máximo de finos 10 %
- Límite líquido 25 – 50 %
- Límite plástico 20 – 50 %
- Índice de plasticidad 0.5 – 20 %
- Contracción lineal 0.2 – 50 %

el espesor de este material es por celda diaria de 25 cm. Y la capa final de 1.20 m. el proceso se detalla a continuación.

#### **4.6.5.-OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO**

El horario de operación son las 24:00 horas de lunes a domingo los 365 días del año.

El vehículo recibe autorización de la caseta de control, que anotará placas y número de trailer, se autoriza entrada de vehículos particulares.

Este pasará a la báscula y se llenará una tarjeta con los datos del trailer, chofer, peso, tipo de desecho y su procedencia.

Se verificará que desechos trae y si no son municipales se le prohibirá el vaciado de los mismos. Si son municipales se le asignará la ruta y celda donde los vaciará.

El vehículo procederá a transitar por el camino principal y solo podrá descargar en el área de maniobras de los caminos secundarios y siempre en reversa.

El trailer que ya vació, procederá a regresar a la báscula, para ser pesado y se anotará su peso en la tarjeta de control.

El trailer saldrá por la garita de control y el vigilante tomará la hora de salida.

#### **4.6.6.-PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RELLENO SANITARIO.**

De acuerdo a la topografía “plano” se emplea un sistema combinado, se inicia con el método de trinchera y llegando a la rasante se continua con el de área.

Paso uno; método de trinchera, se depositan los desechos sólidos sobre el talud inclinado de la trinchera (talud 1:3), donde son esparcidos por el bulldozer y compactados por medio de la compactadora, en capas, hasta conformar una celda que después serán cubiertos con material limo-arcilloso (tepetate), con una frecuencia de una vez al día, esta capa es esparcida y compactado finalmente (ver Figura 4.A, 4.B, 4.C. y 4.D). El equipo empleado es Bulldozers, compactadora, trailers, carros de volteo y pipas.

Paso dos; método de área, una vez llena la trinchera de desechos sólidos, se depositan sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas de 60 centímetros para formar la celda que después se cubre con tepetate. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo. El equipo es el mismo que el de trinchera.

#### **4.6.6.1.-ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA MÉTODO DE TRINCHERA.**

1.- Descarga ordenada de los residuos sólidos (ver figura 4.A).

El bulldozer espera afuera del área de descarga

Los trailers entran en reversa a descargar

Los trailers vacíos se retiran de la zona

En horas pico los trailers se forman esperando su turno de vaciado

2.- Esparcido y conformado de los residuos sólidos para formar celdas (ver figura 4.B).

El bulldozer empuja los residuos sólidos hasta conformar la celda y estos toman su ángulo de reposo en función de la celda.

**3.- Compactación de los residuos sólidos (ver figura 4.C).**

Las compactadoras pasan 4 veces sobre los residuos.

**4.- Expandido y compactación del tepetate (limoso-arcilloso) (ver figura 4.D).**

Los camiones vacían el material limoso-arcilloso

El Bulldozer empuja y expande las arcillas sobre los desechos sólidos, hasta cubrirlos al 100%.

Por último pasa la compactadora la cual lo compacta al 90% Proctor.

#### **4.6.6.2.-ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA MÉTODO DE ÁREA.**

**1.- Descarga ordenada de los residuos sólidos (ver figura 4.E).**

Los trailers descargan los residuos dentro del frente de operación

Los trailers se retiran para dejar libre el frente de operación

En las horas pico estos se formarán esperando su turno para vaciarlos residuos en el frente de trabajo.

**2.- Formación de la Celda con Residuos Sólidos (ver figura 4.F).**

Se empujan los residuos sólidos hasta que logran su ángulo de reposos naturales función de la celda, esto es para evitar la dispersión de los residuos.

**3.- Compactación de los residuos sólidos (ver figura 4.G).**

Los residuos son compactados por la compactadora pasando sobre ellos de 2 a 4 veces.

**4.- Como última actividad el extendido y compactación del material de cubierta (ver figura 4.H).**

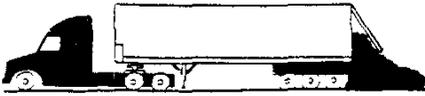
Los volteos vacian al material de cubierta a un lado del frente de trabajo.

El Bulldozer se encarga de desplazarlo y extenderlo, mientras los trailers vacían los últimos viajes que conformarán la celda.

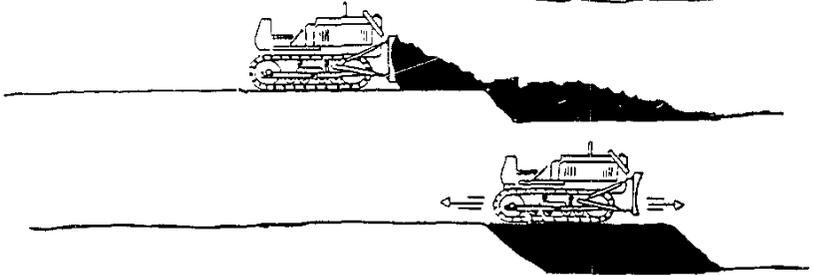
El Bulldozer no se retirará hasta que cubrió el 100 % de los desechos sólidos para posteriormente ser compactados.

# ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA METODO DE TRINCHERA

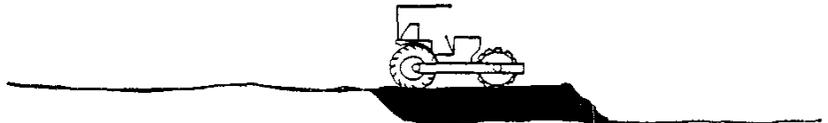
FIGUARA 4 A DESCARGA ORDENADA DE LOS DESECHOS



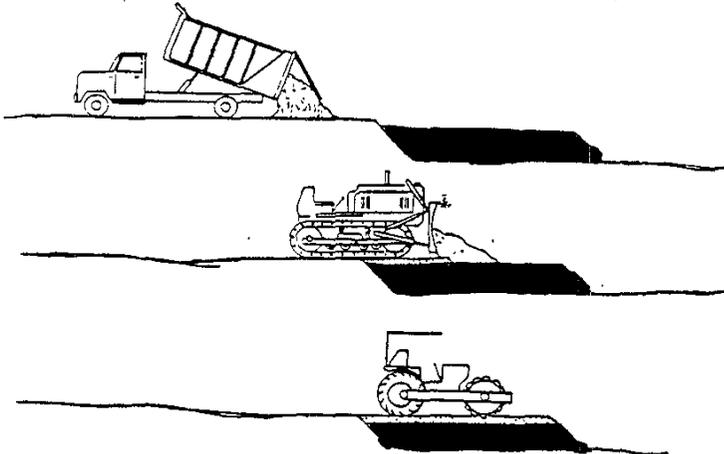
FIGUARA 4.B EMPUJE Y EXTENDIDO DE LOS DESECHOS



FIGUARA 4.C COMPACTACIÓN DE LOS DESECHOS



FIGUARA 4.D DESCARGA, EXTENDIDO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE CUBIERTA



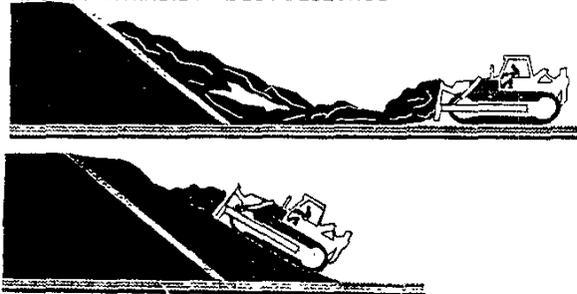
# ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA

## METODO DE AREA

FIGUARA 4. E DESCARGA DE LOS DESECHOS



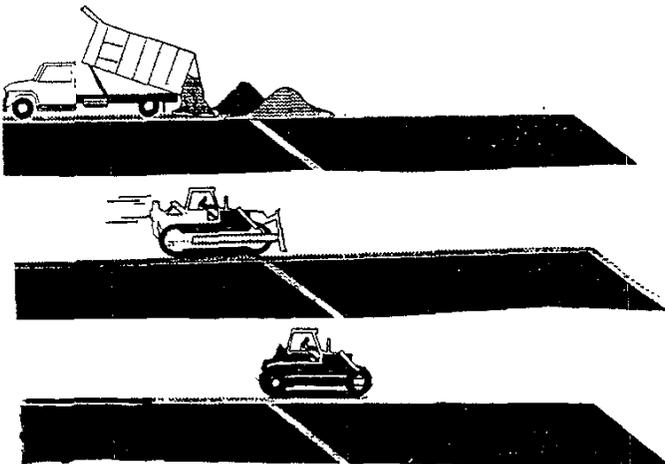
FIGUARA 4. F EMPUJE Y EXTENDIDO DE LOS DESECHOS



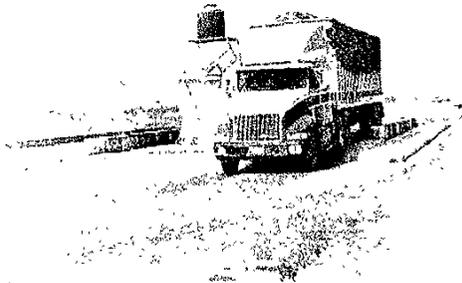
FIGUARA 4. G COMPACTACIÓN DE LOS DESECHOS



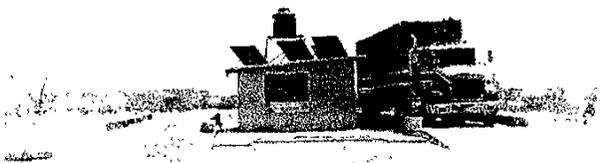
FIGUARA 4. H DESCARGA, EXTENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LOS DESECHOS



**ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**



**BASCULA PARA EL SISTEMA DE PESAJE DEL TRACTOCAMION CARGADO DE  
DESECHOS SOLIDOS AL ENTRAR AL RELLENO.**

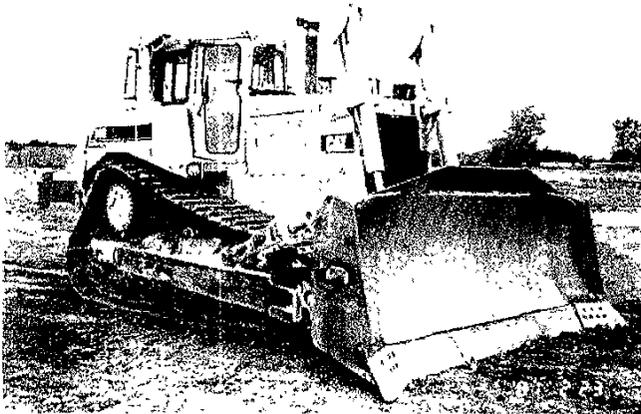


**BASCULA PARA EL SISTEMA DE PESAJE DEL TRACTOCAMION VACIO AL  
SALIR DEL RELLENO.**

**ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**



**TRABAJOS DE TOPOGRAFIA PARA CONFORMACIÓN DE CELDA.**



**TRABAJOS DE EXCAVACIÓN CON BULLDOZER PARA CONFORMACIÓN DE  
CELDA.**

## ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA

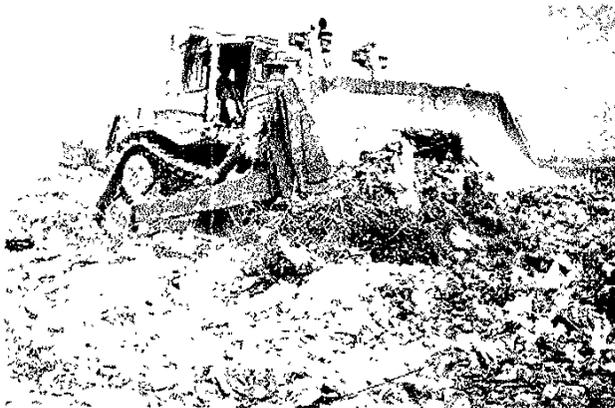


EXTENDIDO DE LA GEOMEMBRANA.



DESCARGA DE DESECHOS SOLIDOS.

## ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA



EMPUJE Y ESPARCIDO DE D.S.M. POR EL BULLDOZER, METODO DE TRINCHERA.



DESECHOS SOLIDOS DEPOSITADOS POR EL METODO DE TRINCHERA.

## ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA



EMPUJE Y ESPARCIDO DE LOS DE DECHOS, POR MEDIO DEL BULLDOZER POR EL METODO DE AREA.



DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES DEPOSITADOS POR EL METODO DE AREA.

**ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**

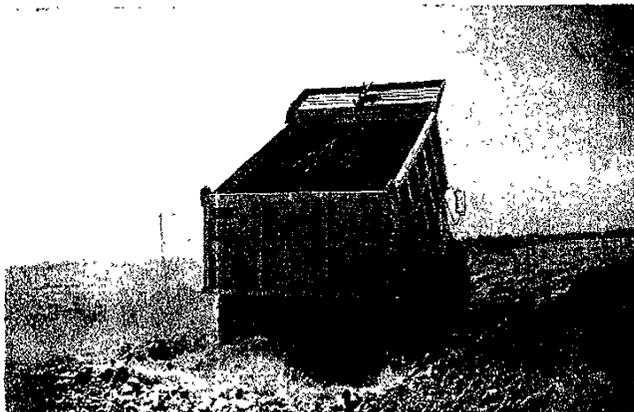


**UN CARGADOR REALIZA TRABAJOS DE CARGA DE MATERIAL DE CUBIERTA  
A UN VOLTEO DE 7m<sup>3</sup>.**

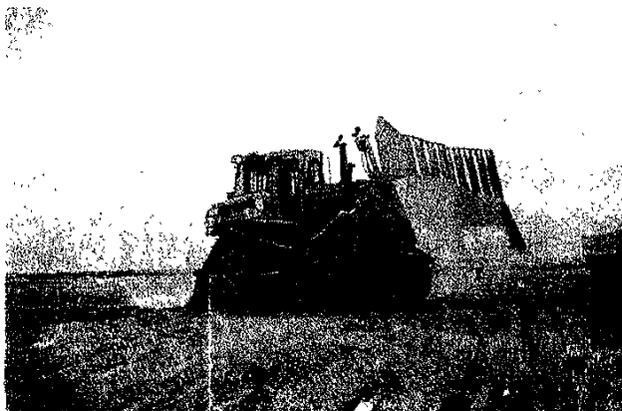


**ACARREO DE MATERIAL DE CUBIERTA "DEL BANCO DE MATERIAL AL  
RELLENO".**

## ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA



VERTIDO DEL MATERIAL DE CUBIERTA SOBRE LOS DESECHOS SOLIDOS.

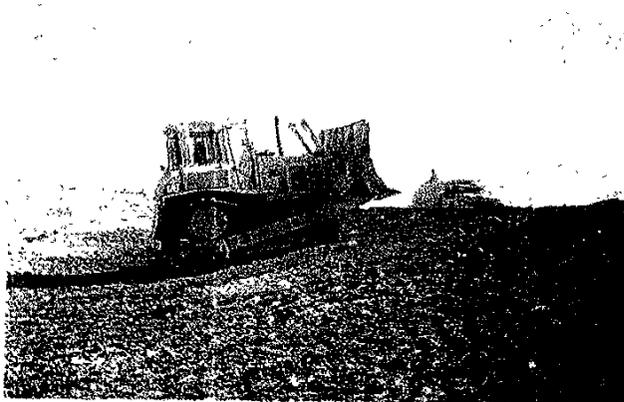


EXTENDIDO DEL MATERIAL DE CUBIERTA POR EL BULLDOZER.

**ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**



**COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE CUBIERTA POR LA COMPACTADORA.**



**COMPACTACIÓN DE LA CAPA FINAL.**

## ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL BORDO PONIENTE IV ETAPA

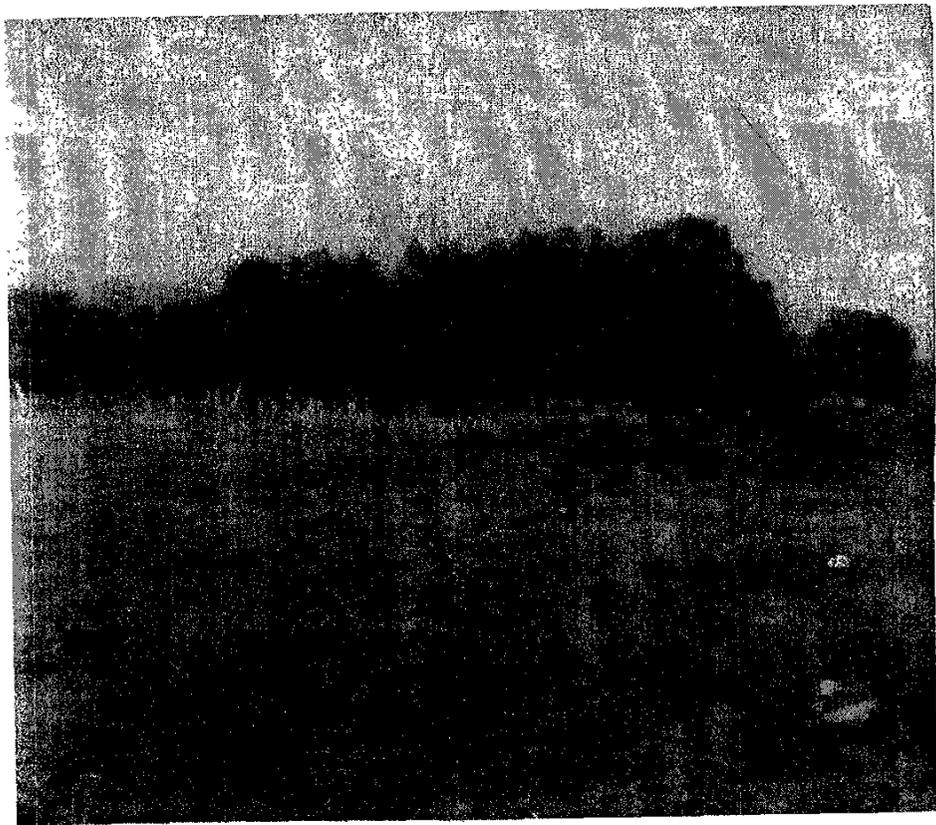


DESECHOS SOLIDOS CONFORMADOS EN UNA CELDA CON TALUD 3:1.



CELDA CONFORMADA AL 100%

**ACTIVIDADES DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**



**USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO.**

#### **4.6.7.-MAQUINARIA Y EQUIPO**

##### **4.6.7.1.-ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO Y MAQUINARIA.**

El sistema empleado en la operación de la maquinaria en el bordo poniente es de Compactación de media densidad. Este sistema emplea maquinaria especializada para compactación, con pesos mínimos de 27 Toneladas y potencia del orden de 125 C.V., que llegan a conseguir densidades del orden de 600 kg/m<sup>3</sup>., con una capacidad de trabajo de 35 a 40 Tm/hora. Las desventajas con este tipo de tratamiento son:

- ✓ Es necesario cubrir la basura frecuentemente, aunque no a diario, para atenuar el problema de olores y presencia de insectos y roedores.
- ✓ Hay que controlar los lixiviados y los problemas de filtraciones de aguas de lluvia.
- ✓ La altura de la capa de vertido, aún cuando es función del terreno existente, podemos cifrarla en 1 m. aproximadamente.
- ✓ Suele presentarse vuelo de papeles y plásticos en los períodos en que no se cubre la basura.
- ✓ Se puede realizar el paso de camiones por la zona de vertido pero con dificultades.

Las características de la maquinaria empleada y su capacidad se presentan a continuación.

##### **4.6.7.2.-CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADOS.**

Bulldozer, esta formado por un tractor y una hoja topadora, la hoja topadora es una placa de acero de múltiples secciones muy fuerte, los accesorios mínimos del tractor son el desgarrador, cinturón de seguridad, asiento de suspensión, juego de herramientas, cilindros de inclinación de hoja y protector en caso de vuelo, y los accesorios complementarios son: sistemas de luces, gancho delantero, guarda guía de carriles. (movimiento de tierra y Desechos sólidos).

Compactador de Residuos Sólidos; esta constituido por hoja topadora, cabina de control y remolque con rodillo, consta de descargador, contrapeso, cinturón de seguridad, juego de herramientas y protector en caso de volteo y los complementario son el sistema de luces, gancho

delantero para remolque y protector para casa del radiador. (desmenuzar y compactar los desechos sólidos).

Retroexcavadora; equipo con bastidor, existen dos tipos sobre orugas y sobre neumáticos, el equipo que se les puede adaptar son cucharón de almeja, cucharón frontal. (Arreglo y realización de caminos).

Motoconformadora; esta constituida por bastidor, motor diesel, ceta y cuchilla de acero. (alza y nivela caminos).

Compactadores; existen dos tipos estáticos y vibratorio, su función es la de compactar y formar los caminos, los estáticos están formados por dos o tres rodillos metálicos soportados en un bastidor, los vibratorios hay dos tipos, el que consta de dos llantas neumáticas en la parte delantera este compacta capas de 0.20 a 0.40 metros al 95% Proctor y el segundo consiste de un rodillo con motor de gasolina en la parte superior y cumple con las mismas funciones que el anterior.

Pipas; constan de un motor diesel y un tanque para almacenar líquidos, su función es el movimiento de los lixiviados.

#### **4.6.7.3.-CANTIDAD DE MAQUINARIA. PARA LA OPERACIÓN DEL RELLENO**

Dos dragas de 11/2 yardas cubicas

Un bulldozer D9N

Una compactadora de 27 ton.

Tres camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup>

Una Motoconformadora.

Un Traxcavo de tres yardas cubicas.

Pipa de 15,000.00 lts.

#### **PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS.**

Un cargador frontal de 3 yardas

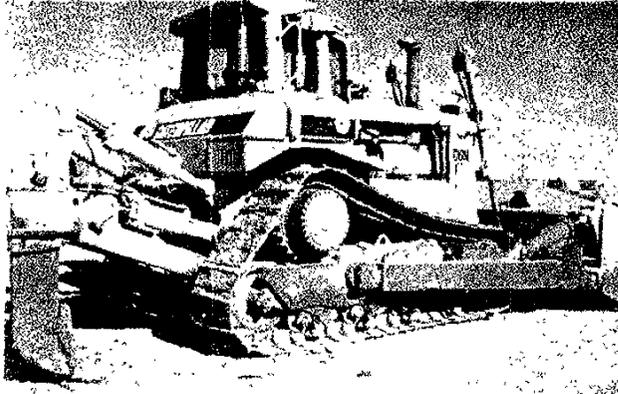
Un bulldozer D6

Una compactadora de 8 ton.

Cincuenta camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup>.

Una Retroexcavadora con bote trapezoidal de 60 cm.

**MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**

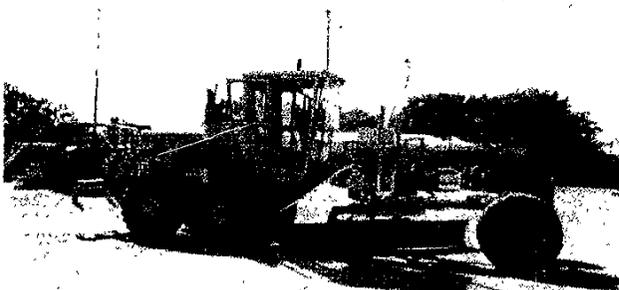


**TRACTOR D9N "BULLDOZER"**

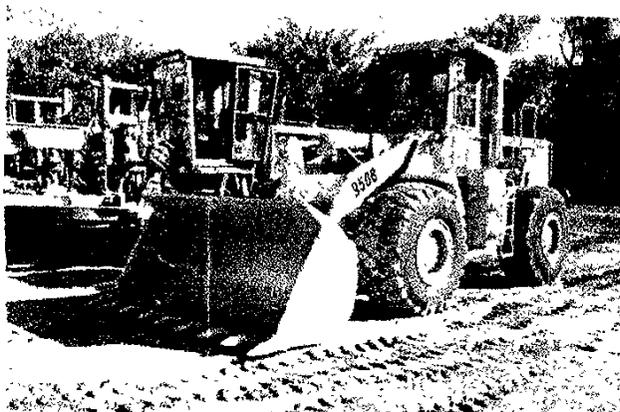


**PIPA DE 15,000 LITROS**

**MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**

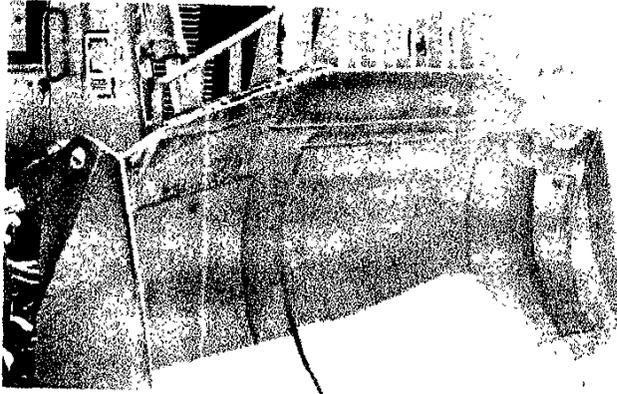


**MOTOCONFORMADORA.**

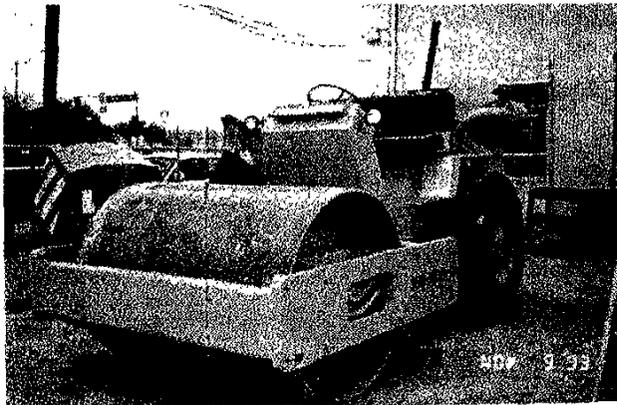


**CARGADOR CAT-950B.**

**MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**



**CUCHILLA CON CAPACIDAD DE 19.8 m<sup>3</sup> CABINA CERRADA PARA EL  
BULLDOZER.**



**COMPACTADOR DE RODILLO VIBRATORIO.**

**MAQUINARIA EMPLEADA EN EL  
BORDO PONIENTE IV ETAPA**



**CARGADOR CAT-950.**



**CARRO VOLTEO DE 7m3**

## 4.7.- SISTEMAS DE CONTROL Y DEPURACIÓN DE LIXIVIADOS.

### 4.7.1.- GENERACIÓN DE PERCOLADO.

- Superficie es igual a 600 hectareas.
- superficie cubierta en un año 453,676 m<sup>2</sup>.
- Pluviometria es igual a 600.00 mm.
- Filtración es igual al 30% de la precipitación.
- Toneladas producidas al día 5,682.09.
- Toneladas producidas al año 2'073,962.85.
- 600.00mm de precipitación equivalen a 600 l/m<sup>2</sup>.

**METODO 1.** Aplicando la cifra teorica de que una ha. Produce 0.1 l/seg.  
Empleamos:

(superficie cubierta en un año en ha.)(0.1 l/seg.)(86,400seg./1 dia)(365 dias/1 año.)

⇒ Convirtiendo la superficie a has:

⇒ (453,676 m<sup>2</sup>/año)(1ha./10,000m<sup>2</sup>)=45.3676has.

⇒ Aplicando la cifra teorica de 0.1 l/seg:

⇒ (0.1l/seg.)(45.3676 has.)=4.53676 l/seg.

⇒ Convirtiendo a m<sup>3</sup>/año:

⇒ (4.53676 l/seg.)(86,400 seg./1 dia)(1m<sup>3</sup>/1000 l)(365 días)=143,072.52 m<sup>3</sup>/año

**METODO 2.** Suponiendo de que un 30% de la presipitación se convierte en  
lixiviado tenemos que:

(superficie cubierta en un año en m<sup>2</sup>.) (0.30)(600 l/m<sup>2</sup>)(0.001 m<sup>3</sup>/l)

⇒ (453,676.02 m<sup>2</sup>/año)(0.30)(600 l/m<sup>2</sup>)(0.001 m<sup>3</sup>/l)=81,661.68m<sup>3</sup>/año.

La discrepancia entre ambos metodos queda patente al dividir el caudal del  
lixiviado entre las toneladas vertidas.

(143,072.52 m<sup>3</sup>/año)/(2'073,962.82 T/año)=0.07m<sup>3</sup>/T.

(81,661.68m<sup>3</sup>/año)(2'073,962.82T/año)=0.04m<sup>3</sup>/T.

#### **4.7.2.-SE CUENTA CON DOS MÉTODOS DE IMPERMEABILIZACIÓN**

**Método Natural:** Consiste en aprovechar las características Físico-químicas del suelo, como son los suelos arcilloso-limoso con profundidades de 0.3 metros en adelante y / o capas impermeables.

**Método Artificial:** Consiste en colocar materiales naturales ( arcilla y/o limos en espesores de 20 a 60 centímetros) ó artificiales (geotextiles) para evitar la penetración del percolado y este contamine los mantos freáticos.

En el Bordo el método empleado es combinado, el suelo esta constituido por material de baja permeabilidad, además se impermeabiliza con un geotextil por encontrarse el nivel freatico a nivel del terreno.

#### **4.7.3.- IMPERMEABILIZACIÓN**

##### **CARACTERÍSTICAS DE LA GEOMEMBRANA.**

Se emplea Geomembrana de Polietileno de alta densidad (HDPE). Sin plastificantes, rellenos aditivos químicos o resinas recicladas, se le agrega 2% de negro de humo para resistencia de los rayos ultravioleta, las dimensiones de esta van de 3.5 metros a 10.5 metros de ancho por 100 a 180 metros de longitud, para minimizar el uso de soldadura.

##### **Almacenamiento.**

Se coloca en zonas planas y libres de rocas

##### **Colocación**

La colocación de la Geomembrana; se toman en cuenta los vientos, se inicia la colocación donde pega menos el viento, los rollos de polietileno se desenrollan usando un cargador frontal o en forma manual, el traslape entre paños es de 10 centímetros cuando se va a soldar, la superficie deberá estar limpia, libre de polvo, tierra, mugre y grasa.

##### **Soldadura.**

los paños se soldan empleando soldadura de extrusión o fusión; con extrusión se deberá achaflanar a 45° todo el material con un espesor mayor

de 1.5 mm usando una lijadora orbital, los paños se pueden soldar con una soldadura de aire caliente, la soldadura de extrusión emplea el mismo material para soldar.

El área de soldar debe estar lijada, se prepara una longitud mínima de 10 metros delante de la soldadura.

Generalmente el método de soldado con una cuña caliente a la temperatura para fundir guiada entre los planos para soldar, atrás de la cuña hay un juego de rodillos que ejercen una presión en el aire fundido, esta se ajusta a una temperatura de 350° a 400 °C dependiendo del espesor del material y se ajusta la velocidad de desplazamiento en base al espesor.

Inspección y pruebas del material, después de soldar se realiza una inspección visual del área soldada, en el caso de extrusión se verifica el perfil y el espesor de la soldadura, las áreas defectuosas se marcan y rasparán, las pruebas se realizan cada 150 milímetros de soldadura tomando como muestra de 30 centímetros X 1.20 metros, y estas se envían al laboratorio las cuales deben cumplir con las características de la tabla 4.13.

**TABLA 4.13 Propiedades Físicas del Laminado**

Propiedad	Método de Prueba	Valor		
Espesor mínimo en milímetros	ASTMD751	1.0	0.7	0.5
Resistencia a la tensión	ASTMD882			
Punto de dependencia				
Longitudinal		18.7	14.09	9.40
Transversal		19.20	14.50	9.60
Punto de ruptura				
Longitudinal		16.30	16.80	16.30
Transversal		16.70	16.70	16.70
Alargamiento (%)	ASTMD832			
Punto de dependencia				
Longitudinal		16.80	16.80	16.80
Transversal		16.70	16.70	16.70
Punto de ruptura				
Longitudinal		853.00	853.00	853.00
Transversal		87.00	845.00	847.00
Resistencia al raspado	ASTMD882			
Longitudinal		134.70	134.70	134.70
Transversal		140.30	140.30	140.30
Contenido de negro de Humus	ASTMD882	2.46%	2.46%	2.46%
Indica de fluencia	ASTMD882	0.53%	0.53%	0.53%

## **TENDIDO.**

Cada paño extendido se le asigna un código simple consistente en dibujos prediseñados, nunca se extienden más paños de los que pueden ser soldados, todos los paños deben traslaparse y estos serán colocados perpendicularmente a la línea de pendiente.

Se prohíbe fumar, pasar maquinaria sobre ella directamente y caminar con zapatos que la dañen.

### **4.7.4.- DEPURACIÓN DE LIXIVIADOS (PERCOLADOS).**

Sistema de Evaporación, por sistema de construcción del líquido percolado por medio de tuberías a un estanque (por gravedad o bombeo), en el tanque por la acción del sol y viento se evapora el líquido.

Sistema de recirculación; es idéntico al anterior con la variante que el líquido es rebobinado al relleno sanitario para su depuración y disminución del volumen del mismo.

Son los sistemas más comunes, el bordo poniente cuenta con el primer método en su tercer etapa y en su cuarta etapa se realizan pruebas para tratar el lixiviado (reciclar). La planta experimental se encuentra en San Juan de Aragón.

### **4.8.-SISTEMAS DE CONTROL Y CAPTACIÓN DE BIOGAS**

#### **4.8.1.-PRODUCCIÓN DE BIOGAS.**

- Residuos sólidos producidos por día 5,682.09 T/día.
- Residuos producidos por año 2'073,968.85 T/año.
- Volumen ocupado 9,470.15 m<sup>2</sup>
- Superficie ocupada 1,183.76 m<sup>3</sup>/día.
- Profundidad de 8 m.
- Densidad de los residuos sólidos igual a 600 kg/m<sup>3</sup>.

Suponiendo que toda la masa de R.S.M. vertida en año se encuentra en fermentación y produce 30 l/ Tm.

Cantidad de biogas generado = (RSM en T/año.)(30 l/T)(1 día/86,400 seg.)

⇒ (2'073,962.85 T/año)(30 l/T)=62'218,885.5 l/día.

⇒ (62'218,885.5 l/día.)( 1 día/ 86400 seg.)=720.13 l/seg.

En condiciones ideales el 60% es metano y el 40 % dióxido de carbono.

⇒ (0.6)(720.13)=432.08 l/seg.

Convirtiendo en mg. los litros

⇒ (432.08 l/seg.)(1mg/8.22 l.)= 52.56 mg./seg.

#### 4.8.2.-CONTROL DE BIOGAS.

Los gases que se producen por la descomposición de la materia orgánica son Metano (CH<sub>4</sub>), Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Acido Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) y el Nitrógeno (N<sub>2</sub>), los cuales causan malos olores que afectan a la población y el gas metano es altamente tóxico si su concentración en el aire es de 5 al 15% es explosivo.

Se controlan los gases a través de material impermeable, una capa de suelo limo-arcilloso "tepetate" con un espesor de 1.2 metro, esta evita el flujo de los gases hacia el exterior y los fuerza a buscar salida en la parte superior donde posteriormente serán captados.

#### 4.8.3.-CAPTACIÓN DE BIOGAS.

Se ha diseñado un sistema de control de Biogas que incluye una red perimetral de extracción forzada y una red interior.

Perforación y habilitación de pozos de Captación de Biogas.

Se realiza una perforación de los pozos con un mínimo de 60 centímetros de diámetro, el tubo perforado (ver detalle 4.1) de los pozos con una tubería de P.V.C. Cédula 40 de 6 pulgadas que cambia a 4 pulgadas de diámetro en la junta telescópica, la profundidad de cada pozo es de 4 metros y 3 metros. Por arriba de la base del relleno sanitario, para la perforación de los pozos se emplea una broca helicoidal de 60 centímetros de diámetro. Posteriormente se instalará la tubería de P.V.C. perforada esta entrará de forma vertical en el pozo, la tubería sólida y ranurada de P.V.C. y accesorios deberán ser construidos (como se muestra el detalle 4.2), el espacio anular a lo largo de la tubería se rellena con grava de  $\frac{3}{4}$  a 2 pulgadas máximo, la junta telescópica de 4 pulgadas se rellena con 15% de bentonita y 85% de tepetate, para evitar la intrusión de aire en la tubería (ver detalle 4.3).

#### Red de extracción Forzada del Sistema de Control de Biogas.

La tubería del sistema de extracción entre los pozos consiste en una tubería HDPE de 8 pulgadas, la tubería HDPE (polietileno De Alta Densidad) se instala sobre la superficie final del Relleno Sanitario, este material es el más apropiado por su resistencia y se acopla a los hundimientos, la línea de tubería se diseña para una caída de presión a los largo de los 30 metros para 2.5 centímetros de columna de agua y extracción de 1.4 m<sup>3</sup> de gas por minuto por pozo. Esta formado por una red perimetro y otra interna conectando todos los pozos.

## 4.9.-USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO

### 4.9.1.- AREAS DEPORTIVAS.

**TABLA 4.14 AREAS DEPORTIVAS**

Las pendientes necesarias para diferentes utilizaciones son:	
fútbol	1% *
Fútbol rápido	1% *
Basquet bol	1% *
Voli vol.	1% *

\* instalaciones deportivas instaladas en el relleno sanitario bordo poniente IV etapa.

#### 4.9.2.-TIPO DE VEGETACIÓN A EMPLEAR PARA REFORESTAR.

Para estos trabajos lo mas conveniente es emplear Flora de la región, por su adaptación al medio, y esta no causa alteraciones químicas al suelo, ni cambios en el paisaje.

**TABLA 4.15**

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Pirul	Schinus Molle
Pino	Casuarina Equisetifolia
Pino albarnote	Pinus Cooperi
Pino Amarulo	Pinus Cooperi Blanco
Pino Avellano	Pinus Oocarpa Schiede
Pino Chino México D. F.	Pinus Leiophylla
Pino Moctezuma	Pinus Nontezumae
Pino Ortigillo	Pinus Pseudostrobus
Pino Prieto	Pinus Leiophylla
Cedro	Cupressus Lindleyi Killotsch
Encino Tesmolillo	Quercus Crassipes *
Encino Texmole (Texcoco)	Quercus Tescocana *
Eucalipto	Eucalyptus Saligna y egradis *
Eucalipto	Eucalyptus Globulus *
Eucalipto	Eucalyptus Gradis *
Eucalipto	Eucalyptus Robusta *
Eucalipto	Eucalyptus Leucoxilon *
Eucalipto	Eucalyptus Vininalis *
Eucalipto	Eucalyptus Saligna *
Eucalipto	Eucalyptus Plumosa *
Pasto de Sombra	Oplismenus Setarius *
Pasto Blanco (Valle de México)	Andropago Saccharoides *
Pasto salado	Distichlis Spicata

Fuente: Plantas Mexicanas, Consejo Fondo Económico, México D. F., 1994, 1247 p.

\* flora empleada para reforestar en la zona del relleno sanitario bordo poniente IV etapa.

De acuerdo a estudios realizados en la zona del lago de Texcoco las especies arborícolas que han resistido más sodio, son el tamarix, pilmosa y la casuarina equisetifolia.

Nota: el eucalipto es una especie nativa de Australia, el resto de las especies son nativas de México, específicamente del Valle de México.

#### 4.10.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Diario se realizan recorridos o después de lluvias y vientos fuertes para verificar si no se produjeron daños a la capa última del relleno sanitario como depresiones, y / o grietas las cuales requieran ser reparadas con tepetate (limo-arcilla).

- ✓ Evitar la formación de polvo.
- ✓ Evitar el volado de las fracciones ligeras del residuo.
- ✓ Evitar la proliferación de ratas y moscas.
- ✓ Evitar la llegada de pájaros.

El polvo puede ser combatido con agua o cloruro de calcio, el colado de las fracciones ligeras mediante frentes de trabajo reducidos y vallas, las ratas pueden ser evitadas con un cubrimiento rápida de los residuos y un programa de desertización, y las moscas y pájaros con una cubrimiento rápido de los residuos.

- ✓ Incendios

No son frecuentes los incendios en los rellenos sanitarios. Se producen al verter basuras en el frente de trabajo ardiendo o calientes. Con el material de cobertura diario se impide su propagación.

Se realizan trabajos de fumigación para el control de las plagas como son cucarachas, roedores, y se cubren diariamente los desechos para evitar la afluencia de aves.



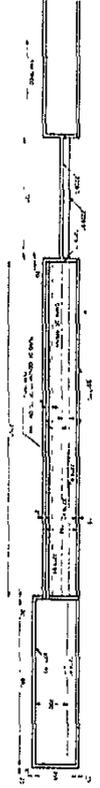
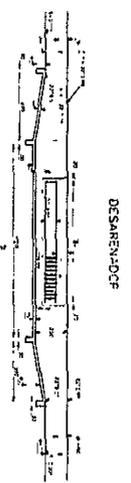
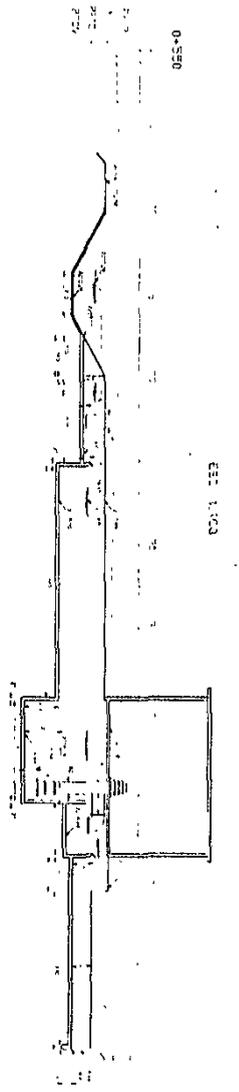
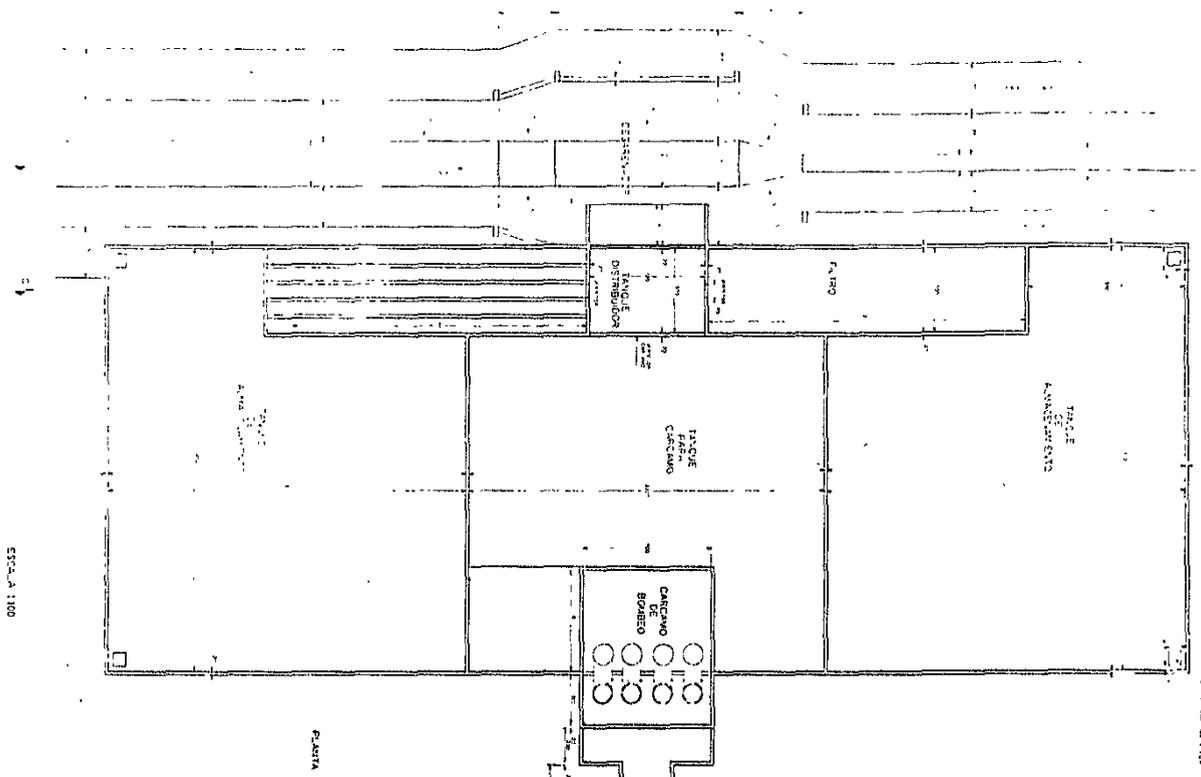








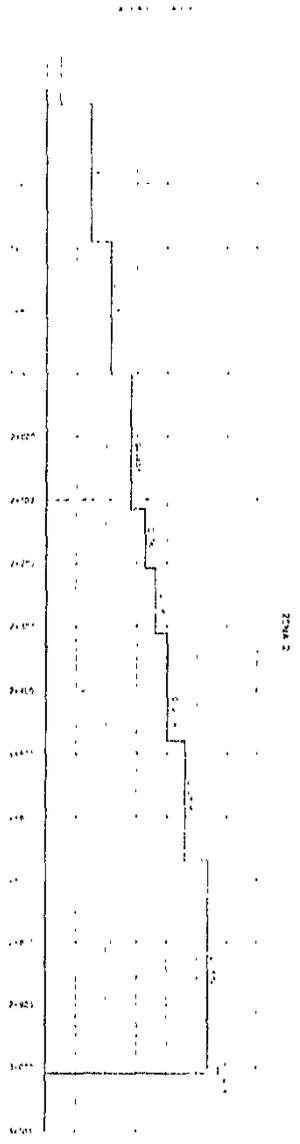
ZONA 1



NOTAS

- NOTAS
1. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  2. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  3. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  4. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  5. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  6. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  7. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  8. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  9. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.
  10. Verificar el contenido de los tanques de almacenamiento de agua.

U N A M  
 INSTITUTO NACIONAL DE SERVICIOS PROFESIONALES ASISTIDOS

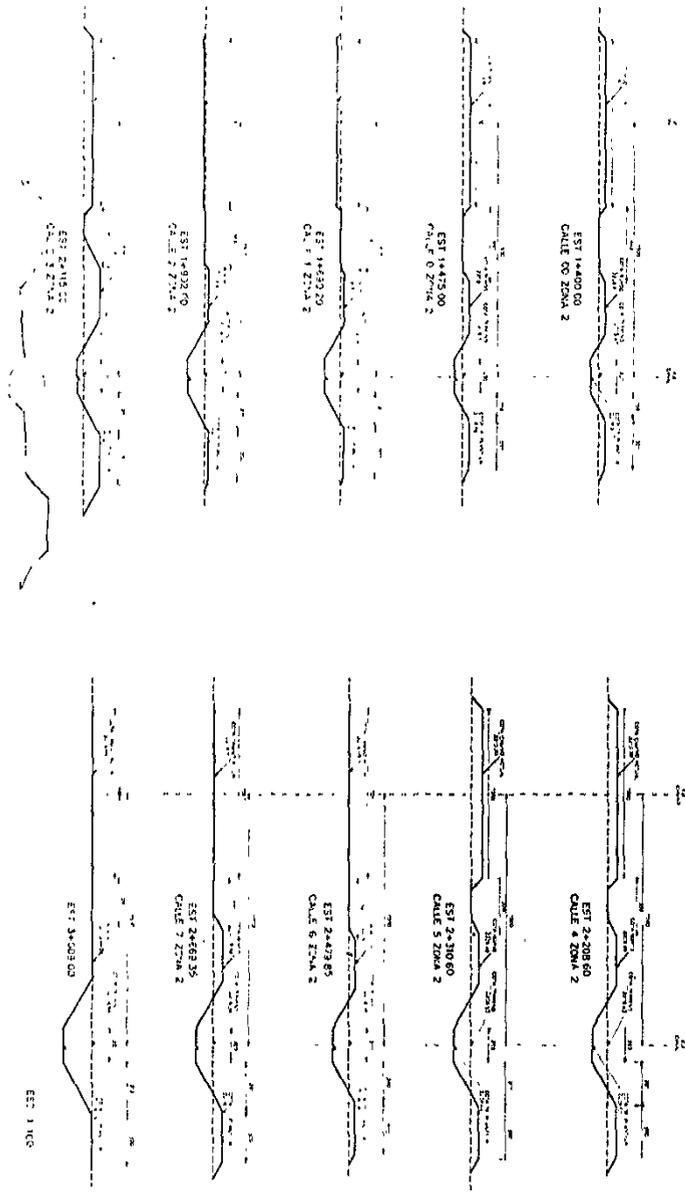


ZONA 2

DATOS MENSURACIONES DEL CANAL COLECTOR  
ZONA 2

ESTACION	ALCANTARILLA	TIPO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TIPO	ANCHO	PROFUNDIDAD
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100

CADENA DE BARRIOS  
GRANICA CABENAMUNTO CARACODADES  
SECCIONES TRANSVERSALES DEL CANAL COLECTOR  
ZONA 2



NOTAS

**CANALES**  
1. Los canales se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
2. Las cunetas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
3. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
4. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
5. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
6. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
7. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
8. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
9. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.  
10. Las alcantarillas se proyectan en el terreno natural, salvo en los casos en que se indique lo contrario.

SECCION PASA PEATON

ALCANTARILLA

BARRIO NACIONAL INTERCOMUNICACIONES Y ALCOBRES

U N A M

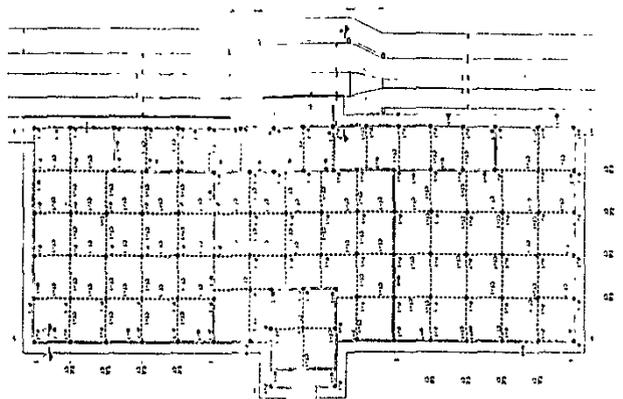
VIA DE ACCESO

1500-200-200

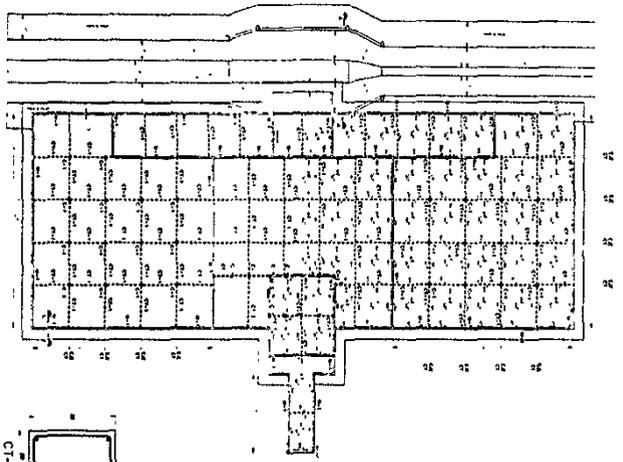
Pagina 122



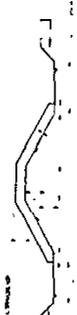




PLANTA SEMBRADO DE PILOTES

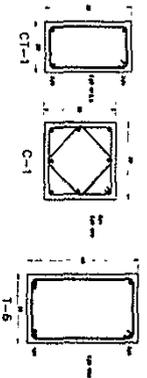


PLANTA DE CIMENTACION

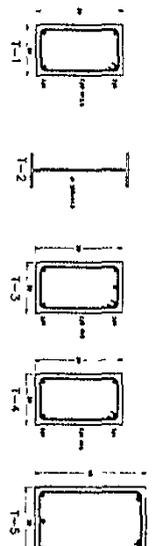


CORTE A-A

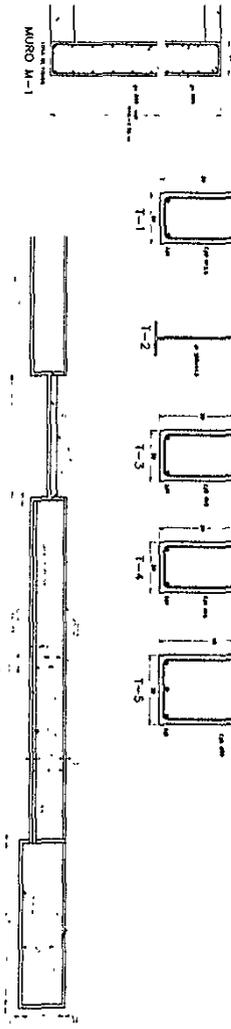
DETALLE 1  
REFUERZO DE CANAL



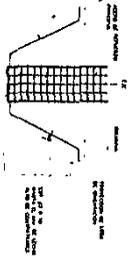
CT-1 C-1 T-6



T-1 T-2 T-3 T-4 T-5



CORTE C-C



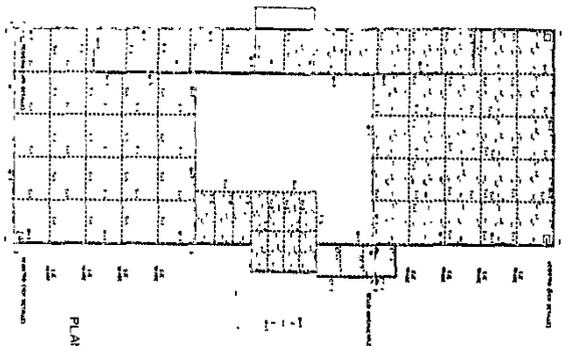
ANGULAE DE ACERO DE REFUERZO DE COLUMNAS EN CONTRAVARDES DE CIMENTACION



ESTRIBOS ADICIONALES EN CRUCE DE CONTRAVARDE Y MURO



ESCRIBOS ADICIONALES EN CRUCE DE COLUMNARIES



PLANTA LISA TAPA



PLANTA LISA AZOTEA DE CASITA

NOTAS GENERALES

1. Dimensiones en centímetros, a menos que se indique lo contrario.
2. Sección de acero de refuerzo: barras de acero de refuerzo de tipo A.
3. Dimensiones de los canales.
4. Dimensiones de los canales.
5. Dimensiones de los canales.
6. Dimensiones de los canales.
7. Dimensiones de los canales.
8. Dimensiones de los canales.
9. Dimensiones de los canales.
10. Dimensiones de los canales.

NOTAS DE LOSA DE CIMENTACION

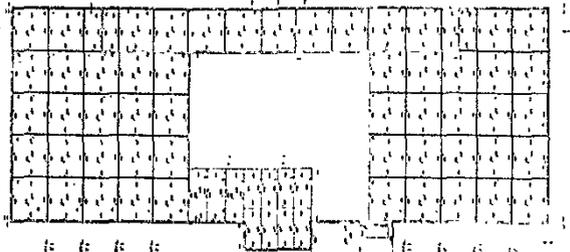
1. Dimensiones en centímetros, a menos que se indique lo contrario.
2. Sección de acero de refuerzo: barras de acero de refuerzo de tipo A.
3. Dimensiones de los canales.
4. Dimensiones de los canales.
5. Dimensiones de los canales.
6. Dimensiones de los canales.
7. Dimensiones de los canales.
8. Dimensiones de los canales.
9. Dimensiones de los canales.
10. Dimensiones de los canales.

CORTE B-B

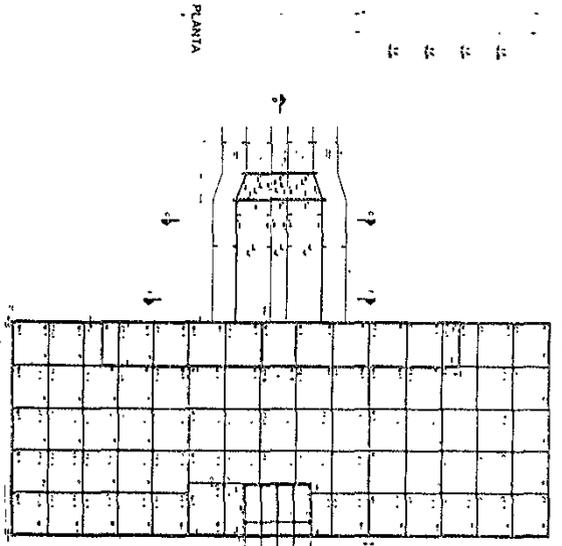
NOTAS DE LOSA MACIZA PARA LOSA TAPA

1. Dimensiones en centímetros, a menos que se indique lo contrario.
2. Sección de acero de refuerzo: barras de acero de refuerzo de tipo A.
3. Dimensiones de los canales.
4. Dimensiones de los canales.
5. Dimensiones de los canales.
6. Dimensiones de los canales.
7. Dimensiones de los canales.
8. Dimensiones de los canales.
9. Dimensiones de los canales.
10. Dimensiones de los canales.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA DE CUBA



LOSAS TAPA  
ESC: 1:200



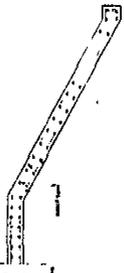
PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE PILOTES  
ESC: 1:200



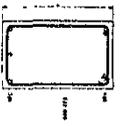
CORTE C-E-E



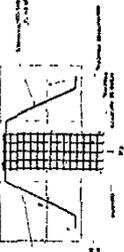
CORTE F-F



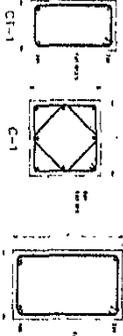
CANAL DETALLE DE ARMADO



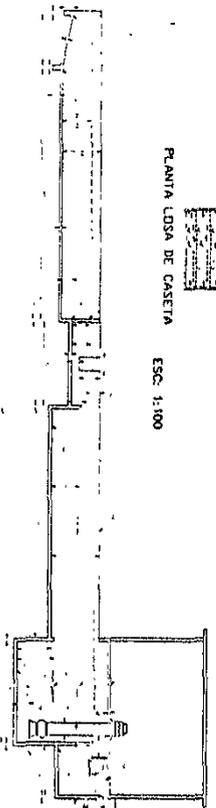
CORTE G-G



ALICATA DE ACERO DE REFUERZO DE COLUMNAS EN CIMENTACION

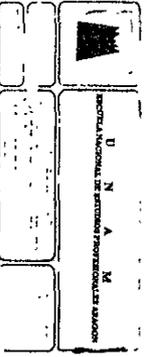


PLANTA LOSA DE CASETA  
ESC: 1:100



CORTE D-D

PLANTA DE CIMENTACION  
ESC: 1:200



NOTAS GENERALES

1. Sección de losa para losa tapa.
2. Sección de losa para losa tapa.
3. Sección de losa para losa tapa.
4. Sección de losa para losa tapa.
5. Sección de losa para losa tapa.
6. Sección de losa para losa tapa.
7. Sección de losa para losa tapa.
8. Sección de losa para losa tapa.
9. Sección de losa para losa tapa.
10. Sección de losa para losa tapa.

DETALLES DE BARRAS Y TRABAJOS DEL ACERO DE REFUERZO

TIPO DE BARRA	TIPO DE TRABAJOS
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

NOTAS DE LOSA DE CIMENTACION

1. Sección de losa para losa tapa.
2. Sección de losa para losa tapa.
3. Sección de losa para losa tapa.
4. Sección de losa para losa tapa.
5. Sección de losa para losa tapa.
6. Sección de losa para losa tapa.
7. Sección de losa para losa tapa.
8. Sección de losa para losa tapa.
9. Sección de losa para losa tapa.
10. Sección de losa para losa tapa.

NOTAS DE LOSA MACIZA PARA LOSA TAPA

1. Sección de losa para losa tapa.
2. Sección de losa para losa tapa.
3. Sección de losa para losa tapa.
4. Sección de losa para losa tapa.
5. Sección de losa para losa tapa.
6. Sección de losa para losa tapa.
7. Sección de losa para losa tapa.
8. Sección de losa para losa tapa.
9. Sección de losa para losa tapa.
10. Sección de losa para losa tapa.







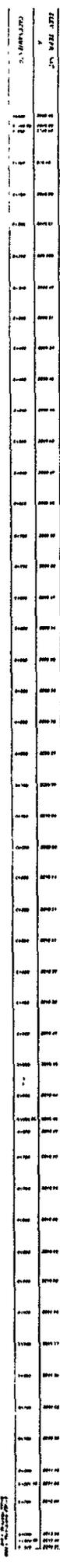


# EJE CAMINO SUR

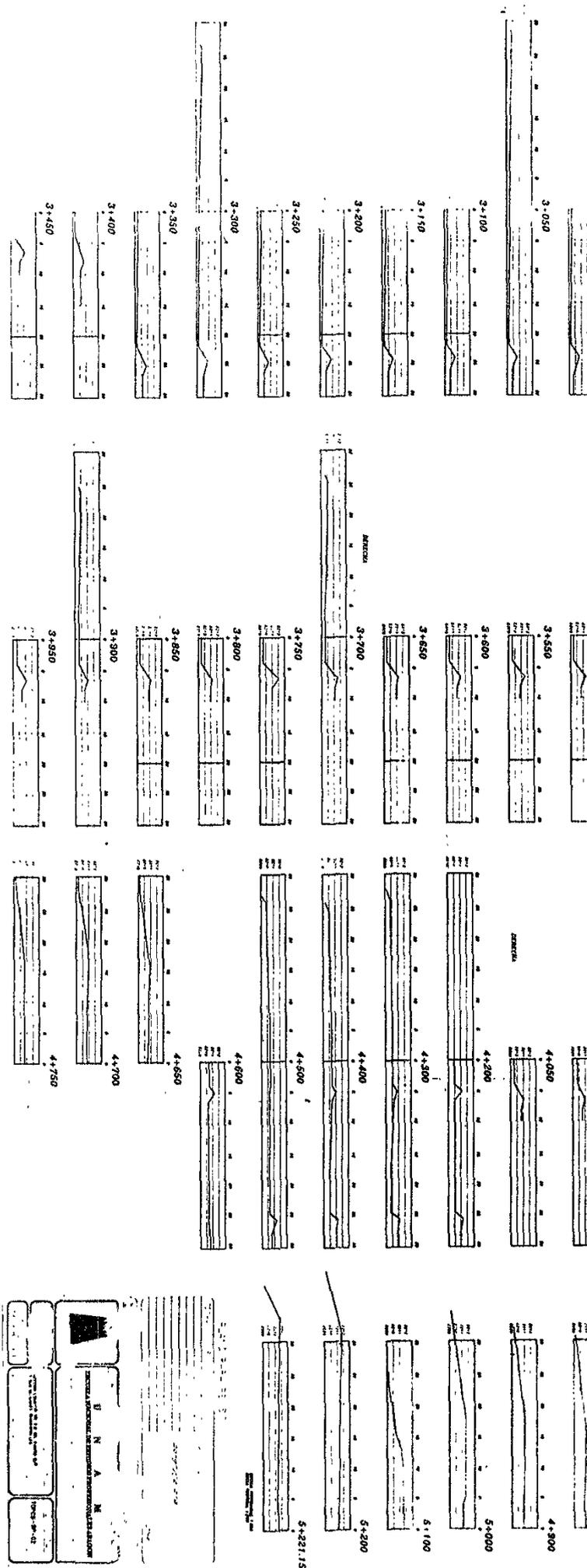
Fig. 11

SECCION LONGITUDINAL

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



SECCIONES TRANSVERSALES  
E.L. S. CAMINO SUR



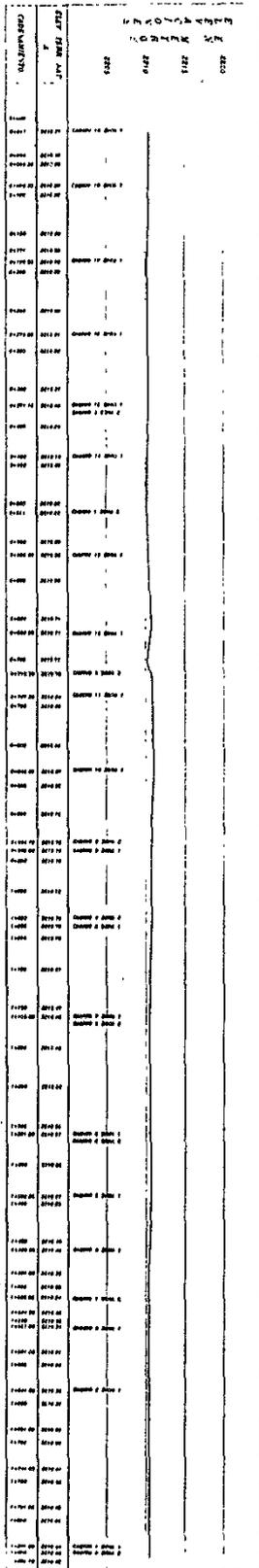
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 LABORATORIO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 CAROLINA DE GUAYARQUE, GUAYARQUE, VENEZUELA  
 TELÉFONO: 0212-912-1111  
 FAX: 0212-912-1111  
 E-MAIL: info@incyt.gov.ve  
 WWW: www.incyt.gov.ve



EJE CENTRAL.

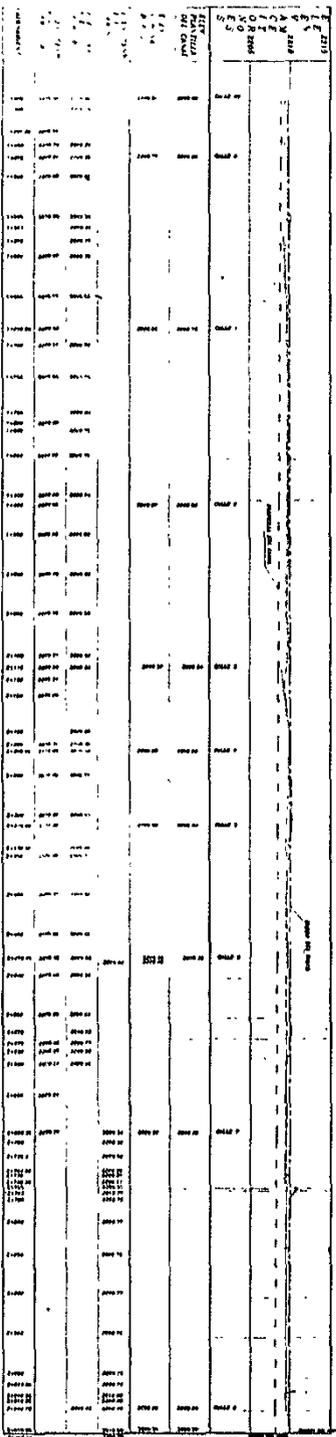
PLANTA

SECCION LONGITUDINAL



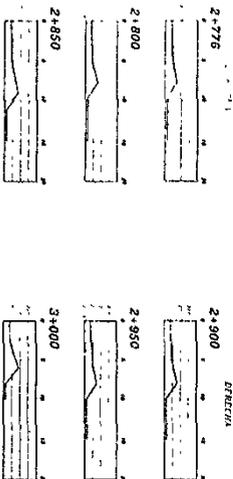
2+696.35

PLANTA  
EJE PONIENTE.  
SECCION LONGITUDINAL



SECCIONES TRANSVERSALES:  
1:1 PAVIMENTO DE CEMENTO

SECCION LONGITUDINAL



SECCION LONGITUDINAL

2+696.35

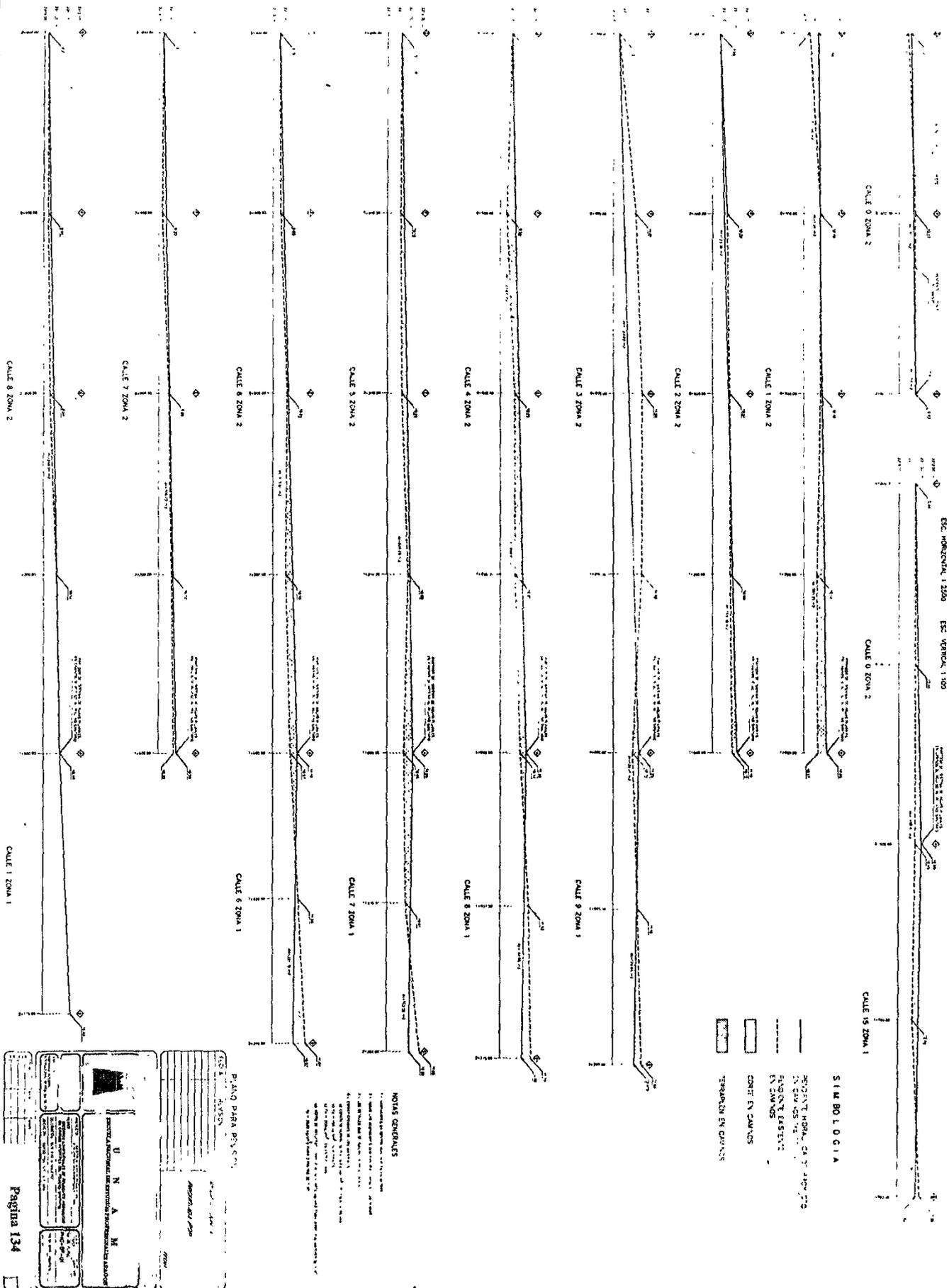
U N A M

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

PERFIL LONGITUDINAL DE CANINOS DE ACCESO AL RELLENO SANITARIO



SIMBOLOGIA

- CANAL EN CIMENTACION
- CANAL EN ESTRETE
- CANAL EN CANTON
- TUBERIA EN CANTON

NOTAS GENERALES

1. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
2. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
3. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
4. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
5. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
6. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
7. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
8. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
9. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.
10. El perfil de los caninos de acceso al relleno sanitario se muestra en el presente plano.

PLANO PARA EL PLAN DE ACCESO

<p>UNAM</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO</p> <p>SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA</p> <p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA Y ESPACIO</p> <p>AV. DON BUENAVENTURA 296, CUERNAVACA, MEXICO</p> <p>TEL. (01) 771 474 7400</p> <p>WWW.ITA.AERONAUTICA.MEX</p>	<p>PROYECTO: PLAN DE ACCESO</p> <p>FECHA: 15/05/2018</p> <p>HOJA: 134</p>
--	---

## **CAPITULO V**

### **LEGISLACIÓN VIGENTE**

La base de cualquier obra "relleno sanitario" requiere de fundamentarse en la normatividad vigente sobre todas las fases que lo involucran, como son la planeación, construcción, operación y abandono. Así como considerar los efectos ambientales que se produzcan y la manera de corregirlos. A continuación se señalan las diferentes instancias, leyes, reglamentos y normas a los que hay que considerar.

#### **5.1.-REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DEI MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA**

**(23 / VIII / 96)**

##### **CAPITULO XI**

**Del Instituto Nacional de Ecología tendrá las siguientes atribuciones**

**ARTÍCULO 54.- El Instituto Nacional de Ecología tendrá las siguientes atribuciones:**

**I.- Formular conducir y evaluar la política nacional en materia de ecología y protección del medio ambiente, para asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas, así como su aprovechamiento y desarrollo sustentable;**

**II .- Formular conducir y evaluar la política en materia de ecología y regulación ambiental del desarrollo urbano, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades;**

**III.- Llevar a cabo el ordenamiento ecológico general del territorio nacional, en coordinación con las dependencias y entidades del la Administración Pública Federal correspondientes, con los gobiernos de las entidades**

federativas y municipales y con la participación de los sectores social y privado, y promover ordenamientos ecológicos regionales y locales;

IV.- Formular y conducir la política general de saneamiento ambiental, en coordinación con las áreas competentes de la Secretaría, con la Secretaría de Salud y demás dependencias competentes;

V.- Proponer el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés de la Federación y promover para su administración, la participación de las autoridades federales o locales y de universidades, centros de investigación particulares;

IX.- Establecer y promover el sistema de información ambiental, incluirá los sistemas de monitoreo atmosférico, de suelos y de cuerpos de agua de jurisdicción federal, así como los inventarios de recursos naturales y de población de fauna y flora silvestres, con la participación que corresponda a otras unidades administrativas, dependencias y entidades competentes, coordinadamente con los gobiernos de las entidades federativas y municipales y concertadamente con las instituciones de investigación y educación superior;

X.- Evaluar, dictaminar y resolver sobre el régimen de protección especial a que deben sujetarse las especies de flora y fauna, terrestres o acuáticas de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;

XI.- Evaluar, dictaminar y resolver las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado, que sean de su competencia, de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables;

XII.- Evaluar, dictaminar y resolver sobre los estudios de riesgos ambientales que presenten los responsables de la realización de actividades altamente riesgosas en establecimientos de operación así como dictaminar los programas de contingencia ambiental.

XIII.- Concertar, en coordinación con la unidades administrativas competentes de la Secretaria, acciones e inversiones con los sectores social y privado para la protección y restauración del ambiente y la participación de la comunidad científica en la formulación y aplicación de la política ambiental;

XIV.- Otorgar los permisos, concesiones, autorizaciones, licencias, dictámenes, resoluciones, constancias y registros de su competencia, de conformidad con lo previsto en las disposiciones jurídicas aplicables;

XVII.- Fomentar y realizar programas de restauración ecológica, con la cooperación de las autoridades federales estatales municipales;

## **5.2.-LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

**(13 / XII /1996)**

### **CAPITULO I.**

#### **Generalidades**

**ARTÍCULO 1º.-** La presente ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público de interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

**1 .-** Garantizar los derechos de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

**II.-** Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

**III.-** La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.

**IV.-** La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

**V.-** El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en caso, la restauración del suelo, agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

**VI.-** La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

## CAPÍTULO II

### Distribución de Competencia y Coordinación

ARTÍCULO 7º.- Corresponden a los Estados de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia las siguientes facultades

VI.- Regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente ley.

ARTÍCULO 8º.- Corresponden a los municipios de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades.

IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley .

IX.- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se trate de facultades otorgadas a la Federación o a los Estados en la presente Ley.

ARTÍCULO 9º.- Corresponden al Gobierno del Distrito Federal, en materia de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente conforme a

las disposiciones legales que expida la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, las facultades a que se refieren los artículos 7° y 8° de esta ley.

### CAPÍTULO III

#### Política Ambiental

ARTÍCULO 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previsiones esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

I.- Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país.

II.- Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima sostenida, compatible con su equilibrio e integridad.

III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico.

IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aprovecha de manera sustentable los recursos naturales.

XVIII.- Las autoridades competentes en igualdad de circunstancias ante las demás naciones, promoverán la preservación y restauración del equilibrio de los ecosistemas regionales y globales.

**TITULO TERCERO**  
**Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales**

**CAPÍTULO II**

**Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos**

**ARTÍCULO 98.-** *Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se consideran los siguientes criterios*

**I** El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterarse el equilibrio de los ecosistemas;

**II** El uso del suelo debe hacerse de manera que estos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;

**III** Los usos productivos del suelo debén evitar practicas que favorezcan la erosión del suelo, se deben introducir cultivos y tecnologías que permita revertir el fenómeno.

**IV.-** En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la perdida duradera de la vegetación natural.

**V.-** En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse acabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas.

**VI.-** La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

**TÍTULO CUARTO**  
**Protección al Ambiente**

**CAPÍTULO IV**

**Prevención y Control de la Contaminación del Suelo**

**ARTÍCULO 134.-** Para la prevención y control de la contaminación se consideran los siguientes criterios:

I. corresponde al estado y a la sociedad prevenir la contaminación del suelo.

II *Debén ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos*

III.- *Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales o Industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su rehuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.*

V.- *Estos suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse acabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que pueden ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulta aplicable.*

**ARTÍCULO 135.-** Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, los siguientes casos:

I la ordenación y regulación del desarrollo urbano.

II *La operación de los sistemas de limpia y disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios.*

III.- *La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.*

**..ARTÍCULO 136.-** Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren deberán reunir las condiciones para evitar:

I La contaminación del suelo.

II Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.

III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación.

IV.- Riesgo y problemas de salud....

**ARTÍCULO 137.-** Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables a, el funcionamiento de los sistemas de recolección almacenamiento, transporte, alojamiento, rehuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

**ARTÍCULO 139.-** Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

**ARTICULO 138.-** La secretaria promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para:

1 La implantación y mejora del sistema de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

II La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de *residuos sólidos municipales*, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

**ARTÍCULO 140.-** La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

**ARTÍCULO 141.-** La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Salud, expedirán normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de *residuos sólidos*.

Asimismo, dichas Dependencias promoverán ante los organismos nacionales de normalización respectivos, la emisión de normas mexicanas en las materias a las que se refiere este proyecto.

### **5.3.-NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-083-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS SITIOS DESTINADOS A RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.(22 / VI / 1994)**

#### **1. OBJETO.**

Esta norma oficial mexicana establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario, para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

#### **2. CAMPO DE APLICACIÓN.**

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la instalación de rellenos sanitarios

#### **4. ESPECIFICACIONES.**

El sitio destinado a relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos municipales deberá reunir las condiciones siguientes:

##### **4.1 Profundidad del manto freático.**

Deberá estar ubicado a una profundidad vertical mayor de 10 m del nivel freático.

##### **4.1.1 Zona de recarga.**

Deberá estar ubicada a una distancia mayor de un kilómetro y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable.

##### **4.1.2 Ubicación con respecto a la zona de fracturación,**

Deberá ubicarse a una distancia horizontal de 100 m como mínimo del límite de la zona de fracturación o falla geológica.

##### **4.1.3 Características de los estratos del suelo.**

Las características físicas de los estratos del suelo se deberán conocer a través del estudio geofísico correspondiente, aplicando hasta una profundidad de 120m

#### 4.1.4 Características del suelo.

Deberá reunir condiciones tanto de permeabilidad como remoción de contaminantes, representadas éstas por el coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10$  elevado a la menos 5 cm/seg, y por la capacidad de intercambio catiónico de 30 meq/100 grs de suelo.

#### 4.3 Vida útil del sitio.

Vida útil mínima de 7 años

#### 4.4 Ubicación con respecto a cuerpos de agua.

Deberá ubicarse a una distancia mayor de 1 Km. De las zonas de inundación, cuerpos de agua y corrientes naturales.

#### 4.5 Ubicación con respecto a centros de población y vías de acceso.

Estará ubicado a una distancia mayor de 500 m del área urbana; a una distancia mayor de 70 m de la vía de comunicación terrestre, a una distancia mayor de 3 Km de áreas naturales protegidas y aeropuertos, así como respetar el derecho de vía de 20 m de cada lado de líneas de conducción de energía eléctrica, oleoductos, políductos, gasoductos y a una mayor de 150 m de áreas de almacenamiento de hidrocarburos.

#### 4.6 Drenaje.

El sitio referido en el punto 1 de esta norma oficial mexicana deberá permitir la salida de aguas de lluvia naturalmente.

#### 4.7 Topografía.

El sitio destinado a relleno sanitario deberá tener:

4.7.1 La pendiente media en la base del terreno natural del sitio no mayor del 30%

#### 4.8 Limitación.

No se podrá operar un sitio destinado a relleno sanitario en zona fracturada.

#### 5. PROCEDIMIENTO.

Para determinar las condiciones previstas en esta norma oficial mexicana se deberá realizar los siguientes estudios.

##### 5.1 Estudio geofísico.

Para determinar la estructura, zonas y capas acuíferas entre materiales permeables e impermeables y fijar espesores y posición de unos y otros, efectuando sondeos eléctricos verticales a una profundidad de 20 m, su número estará en relación a las hectáreas con que cuenta el sitio.

Tabla 5.1

Hectáreas	No. 1 de sondeos eléctricos verticales
1-4	3
4-9	5
9-15	7
15-21	10
21-50	12
más de 50	20

##### 5.2 Estudio geohidrológico.

Para conocer la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, así como la dirección, velocidad del escurrimiento, o flujo de la misma y su composición química.

#### 6. ACLARACIONES.

Cuando el terreno donde se instalará el relleno sanitario no cumpla con las condiciones y características señaladas en los puntos 4.1 y 4.1.4, la autoridad competente podrá autorizar la realización de medidas y obras, cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendría en el

cumplimiento de los requisitos previstos en la presente norma oficial mexicana, cuando se le acredite técnicamente su efectividad.

#### **7. VIGILANCIA.**

Los gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia, vigilarán el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

#### **8 SANCIONES.**

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en cada entidad federativa y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

## **5.5.-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-084-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y LA CONSTRUCCIÓN DE SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS.(22 / VI /1994)**

### **1. OBJETO.**

La presente norma oficial mexicana tiene como objeto establecer los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

### **2. CAMPO DE APLICACIÓN.**

Esta norma oficial mexicana es de observancia para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

### **4. DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO.**

4.1 El diseño de un relleno sanitario, para la disposición final de los residuos sólidos municipales deberá sujetarse al siguiente procedimiento:

#### **4.1.1 Topografía.**

Información referente a la forma superficial y del perímetro (límites) del sitio, que deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

##### **4.1.1.1 Planimetría.**

1. Tolerancia Angular =  $N \frac{1}{2}$

2. Tolerancia Líneal =  $1/3000$

Donde:

N = Número de Vértices en la poligonal

3. Ubicación de los límites del predio cursos o cuerpos de agua superficial, áreas de inundación caminos en servicio, líneas de conducción existentes en

el sitio (luz, agua, drenaje, gas, teléfono, etc.), así como todo tipo de estructuras y construcciones existentes dentro del predio.

#### 4.1.1.2 Altimetría.

Una vez establecido un banco fijo y de fácil localización, se deberá efectuar una nivelación a lo largo de las poligonales abierta y cerrada con puntos de nivelación, a cada 20 m. como máximo y especificar la altura de los sistemas de conducción, que atraviesen el sitio, incluyendo sus sistemas de sujeción.

#### 4.1.1.3 Secciones.

Se deberán colocar secciones a partir de la estación 0+000 del camino de acceso, debiendo referenciarse a las estaciones establecidas sobre el perfil del camino, las secciones serán siempre perpendiculares al eje del camino de acceso y abarcarán 20 m, a cada lado de dicho eje. Para la poligonal cerrada, se establecerá un eje central que divida al predio en dos áreas aproximadamente iguales, debiendo definirse ejes paralelos a cada 50 m, mismos que deben seccionarse a cada 25 m. aproximadamente para superficies de 8 hectáreas.

#### 4.1.1.4 Configuración topográfica.

Las curvas de nivel se trazarán de acuerdo a los siguientes requerimientos: A cada medio metro para sitios planos y ligeramente ondulados y cada metro para ondulados, hondonadas profundas y valles escarpados.

#### 4.2 Cantidades y características de los residuos sólidos.

Se deberá recabar información referente a las cantidades y características de los residuos sólidos, tanto actuales como proyectadas para un período mínimo igual a diez años o bien igual al período de vida útil del sitio. En caso de que estos datos no se encuentren disponibles, se deberán realizar los muestreos correspondientes conforme a lo establecido en las siguientes normas mexicanas:

Tabla 5.2

NMX-AA-61-1985	DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN
NMX-AA-15-1985	MUESTREO-METODO DE CUARTEO
NMX-AA-22-1985	SELECCION Y CUNTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS
NMX-AA-19-1985	DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMETRICO"IN-SITU"

## 5. SELECCIÓN DEL MÉTODO.

La selección del método a utilizar para la operación de relleno sanitario, se deberá realizar con base a las condiciones topográficas, geomorfológicas y geohidrológicas del terreno elegido, seleccionando de entre los siguientes: trinchera, área y combinado.

## 6. REQUERIMIENTOS VOLUMETRICOS.

Los requerimientos volumétricos para el diseño del Relleno Sanitario, deberán obtenerse para los años estimados, mediante los volúmenes totales anuales y acumulados tanto de los residuos sólidos municipales como del material de cubierta, empleando para ello una proyección de generación de residuos y los pesos volumétricos establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 5.3

RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES		
TAMAÑO DEL ASENTAMIENTO HUMANO	PARA DISEÑO DE LA CELDA DIARIA PESO VOLUMÉTRICO TON/M3	PARA CÁLCULO DE VIDA ÚTIL PESO VOLUMÉTRICO TON/M3
HASTA 500,000 HAB.	0.500	0.750
MAYORES DE 500,000 HAB	0.600	0.900

## 7. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA.

El cálculo de la capacidad volumétrica del sitio, deberá realizarse considerando la configuración topográfica que presente el predio donde se alojará el relleno sanitario, así como sus niveles de desplante. Se deberá reportar por cada curva de nivel la capacidad volumétrica parcial o acumulada.

## 8. CÁLCULO DE VIDA DEL SITIO.

El cálculo de vida del sitio deberá obtenerse por medio de la capacidad volumétrica total del sitio, la cantidad de residuos a disponer y el volumen de cubierta requerido, conforme a la siguiente ecuación:

$$U = V / (365Gt)$$

Donde:

U = Vida útil del relleno sanitario, expresado en años

V = Volumen de sitio seleccionado, expresado en M<sup>3</sup>

Gt = Volumen ocupado por la cantidad total diaria de residuos sólidos a disponer más la cantidad de material de cubierta demandado para cubrir esos residuos, expresado en M<sup>3</sup>/día

## 9. DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA.

### 9.1 Altura de la celda.

La altura máxima deberá de ser de 3.00 m. incluyendo el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido.

### 9.2 Ancho de la celda.

El ancho de la celda (frente de trabajo) deberá estar determinado por la longitud necesaria para el funcionamiento adecuado y ejecución de maniobras del equipo, tanto de compactación como de transporte.

9.2.1 Para poblaciones de hasta 250,000 hab. el frente de trabajo se define conforme a la ecuación siguiente:

$$F = 0.0333 N T X$$

Donde:

F = Longitud del frente de trabajo, expresado en metros

N = Número de vehículos recolectores en la hora pico

T = Tiempo promedio de descarga de cada vehículo recolector, expresado en minutos.

X = Ancho de los vehículos recolectores, expresado en metros.

9.2 Para poblaciones mayores de 250,000 hab. El ancho mínimo del frente de trabajo debe calcularse conforme a la ecuación siguiente:

$$F = \frac{h}{\sum_{i=1} (X_i)^2}$$

\*Nota: la  $(X_i)^2$  va dentro de la sumatoria  $\sum$ ,

Donde:

F = Longitud del frente de trabajo, expresado en metros

$X_i$  = Ancho de la hoja tapadora de cada una de las máquinas que se utilizarán simultáneamente, expresado en metros.

i = Número de equipos.

9.2.3 El largo de la celda se deberá calcular en función de la altura y ancho del previamente determinados, conforme a la ecuación siguiente:

$$L = \frac{\quad}{WA}$$

Donde:

L = Largo de la celda expresado en metros

V = Volumen de la celda expresado en M<sup>3</sup>

W = Ancho de la celda expresado en metros

A = Altura de la celda expresado en metros

9.2.4 Con base al método de área de las celdas se construirán inicialmente en un extremo del sitio y se avanza hasta terminar con el otro extremo, cuando existan ondulaciones y depresiones en el terreno deberán ser utilizadas como respaldo conforme a las primeras celdas de una determinada capa constructiva.

**Criterio constructivo:**

I. Se prepara el terreno para trabajarlo a base de terrazas y al mismo tiempo extrae material para cubierta

II. El frente de trabajo o ancho de la celda se calculará de acuerdo a lo establecido en los puntos 9.2.1 y 9.2.2

III. Los cortes al terreno se harán, siguiendo la topografía del sitio para formar terrazas y aprovechar al máximo el terreno.

IV. El talud de la celda diaria tendrá una relación de 1:3 ángulo de 18°.

V. Cada celda del relleno será contigua con la del día anterior y así sucesivamente hasta formar una hilera de celdas que se denominarán franjas. Estas celdas se construirán de acuerdo a la topografía del sitio.

VI. Las franjas al irse juntando forman capas, estas se construirán considerando la altura del sitio disponible para el relleno y al ubicarse en el plano de construcción, se calendarizan y se numeran de abajo hacia arriba usando 3 subíndices, uno indicando capa, el segundo indicará la franja y una tercera para la celda diaria.

VII. Las cubiertas intermedias que sirven de separación de las celdas diarias serán de 30 cms. el espesor de la cubierta debe ser de 60 cms.

VIII. La compactación de los residuos dependerá de su composición, del grado de humedad y del equipo utilizado. Para obtener entre un 50 y 70 por ciento de reducción de su volumen.

IX. Las cubiertas tendrán una pendiente del 2% para el drenado adecuado que impidan el paso del agua, para evitar la erosión se deberán revegetar con especies propias de la región

9.2.5 Con base al método de trinchera las celdas se construirán sobre la base del talud de la trinchera donde los residuos son compactados en capas

inclinadas, posteriormente será cubierta con el material excavado de la futura trinchera.

### Criterio constructivo

I. La profundidad mínima de la trinchera será de 2.00 m. de los cuales 1.50 m. será de residuos y el resto de material de cubierta.

II. La trinchera deberá contar con una pendiente del 2% que permita el drenado de la excavación a lo largo de toda su longitud.

III. El ancho de la trinchera será como mínimo de 9.00 m. para facilitar la descarga de los residuos sólidos y la operación de excavación de la máquina.

IV. El procedimiento constructivo, será el mismo a partir del punto IV de los criterios de construcción de las celdas por el método de área.

### 10. OBRAS COMPLEMENTARIAS.

El relleno sanitario deberá comprender además del diseño de las celdas de confinamiento, con las obras complementarias que correspondan de acuerdo a la densidad de población expresado en la tabla siguiente:

Tabla 5.4

INSTALACIÓN DE	RANGO DE POBLACIÓN			
	HASTA 50 MIL	NUMERO DE HABITANTES		500 MIL EN ADELANTE
		50,001 A 200 MIL	200 MIL A 500	
ÁREA DE ACCESO Y ESPERA		*	*	*
CERCA O ÁREA PERIMETRAL		*	*	*
CASETA DE VIGILANCIA	*	*	*	*
CASETA DE PESAJE Y BASCULAS		*	*	*
CAMINOS PERMANENTES	*	*	*	*
ÁREA DE EMERGENCIA DE DISPOSICIÓN FINAL		*	*	*
DRENAJES PERIMETRALES E INTERIORES	*	*	*	*
INSTALACIÓN DE ENERGIA ELECTRICA		*	*	*
POZOS DE MONITOREO PARA LIXIVIADOS		*	*	*
SEÑALAMIENTOS FIJOS Y MOVILES	*	*	*	*
SISTEMA DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS	*	*	*	*
AREA DE AMORTIGUAMIENTO		*	*	*
ALMACEN Y GOBERTIZO		*	*	*
AREA ADMINISTRATIVA		*	*	*
SERVICIOS SANITARIOS		*	*	*
SISTEMA DE MONITOREO DE BIOGÁS		*	*	*
SISTEMA DE CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS		*	*	*

## **11. ÁREAS DE ACCESO Y ESPERA.**

**11.1** Las áreas de acceso y espera tiene como propósito el control de entrada y salida del personal y de los vehículos de recolección.

**11.2** El acceso al relleno sanitario debe tener un ancho de 8.0 m. como mínimo

**11.3** Antes del acceso al frente de trabajo se deberá tener un área de espera con la capacidad suficiente para el estacionamiento de los vehículos recolectores y de transferencia en hora pico.

## **12 CERCA PERIMETRAL.**

El relleno sanitario deberá estar cercado como mínimo con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m de alto, a partir del nivel del suelo con postes de concreto o tubos galvanizados, debidamente empotrados y colocados a \*no se ve bien pag 76 primera sección diario oficial\* entre sí para poblaciones de hasta 500,000 habitantes, y como mínimo con maya ciclónica de \*no se ve bien\* en poblaciones mayores.

## **13. CASETA DE VIGILANCIA.**

Las dimensiones de la caseta de vigilancia tendrán como mínimo 16 m<sup>2</sup> y deberá instalarse a la entrada del relleno sanitario, pudiendo ser construida con materiales propios de la región.

## **14. CASETA DE PESAJE Y BASCULA.**

**14.1** Las dimensiones de la caseta de pesaje tendrán como mínimo 16 m<sup>2</sup> para alojar el sistema dispositivo indicador de la bascula y el mobiliario necesario para el registro y archivo de datos.

14.2 La bascula deberá ubicarse cerca de la entrada del relleno sanitario y contar con:

14.2.1 Superficie de dimensiones suficientes para dar servicio a la unidad recolectora o de transferencia de mayor volumen de carga.

14.2.2 Capacidad acorde a la unidad recolectora de mayor volumen de carga.

14.2.3 La bascula deberá ser de una precisión de 5 Kg y su instalación deberá apegarse a las especificaciones del fabricante.

## 15. CAMINOS.

15.1 Los caminos serán de dos tipos exteriores e interiores

Los caminos exteriores deben cumplir como mínimo de con las especificaciones siguientes:

15.2.1 Ser de trazo permanente, y

15.2.2 Garantizar el tránsito por ellos en cualquier época del año, a todo tipo de vehículos que acudan al relleno sanitario.

15.3 Cuando por volumen de tránsito y de la capacidad de carga de los vehículos, se haga necesario la colocación de carpeta asfáltica esta superficie rodante deberá estar sobre el nivel de despalme, misma que definirá la subrasante, en este caso, para recibir la carpeta se deberá construir:

15.3.1 Una subbase de espesor mínimo de 12 cm formada de material natural producto de la excavación o explotación de bancos de materiales, y

15.3.2 Una base con espesor de 12 cm de grava controlada y arena compactada al 90% de la prueba proctor.

15.3.3 El espesor de la carpeta asfáltica cuya finalidad es proporcionar una superficie estable, uniforme, permeable y de textura apropiada, se calculará en función del valor relativo del soporte del suelo de la carga de diseño y del volumen del tránsito.

15.4 Los caminos internos deben cumplir las especificaciones siguientes:

15.4.1 Deberán permitir la doble circulación de los vehículos recolectores, hasta el frente de trabajo del relleno sanitario.

15.4.2 Deberán de ser de tipo temporal y que no presenten pendientes mayor de 5%

## 16. CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMINOS.

Los caminos interiores y exteriores deberán ser diseñados y construidos conforme a los criterios básicos establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 5.5

CARACTERISTI CAS	CRITERIOS BASICOS PARA CAMINOS				
	CAMINOS EXTERNOS	CLASES DE CAMINOS			CAMINOS INTERNOS
	PLANO Y ONDULADO	MONTAÑOSO	MUY ACCIDENTADO	PLANO Y ONDULADO	ACCIDENTADO
VEL DE DISEÑO EN KM/H	60	40	30	40	25
GRADO MÁXIMO	11-00	24-30	44-00	23-00	57-00
RADIO MÍNIMO (M)	105	47	26	50	20
ANCHO DE CORONA	6	6	6	4	4
PENDIENTE MÁXIMA (M)	8	9	10	5	5
CARGA PARA DISEÑO	HS-20	HS-20	HS-20	HS-10	HS-10
CARGA SUPERF. DE RODAMIENTO	REVESTIDO	REVESTIDO	REVESTIDO	TRANSITABLE EN CUAÑQUIER EPOCA DEL AÑO	TRANSITABLE EN CUALQUIER EPOCA DEL AÑO

## 17. ÁREA DE EMERGENCIA.

17.1 El área de emergencia será destinada para la recepción de los residuos municipales, cuando por situaciones climatológicas no permita la operación en el frente de trabajo, para facilitar la operación del relleno, además se deberá contar con lonas plásticas, residuos provenientes de demolición, o del barrido de calles para cubrir los residuos.

17.2 El área de emergencia deberá:

17.2.1 Estar ubicada en el área que presente las mejores condiciones para su operación.

17.2.1 Que su capacidad sea suficiente para una operación ininterrumpida de 6 meses.

17.2.3 Que exista material adecuado y en condiciones suficientes para cubrir diariamente los residuos.

## 18 DRENAJE.

18.1 Las obras de drenaje serán de tipo permanente y temporal.

18.1.1 Las obras de drenaje permanentes se construirán en los límites del terreno que tienen como objeto la Captación del escurrimiento de aguas de arriba, los canales deberán revestirse con mortero: cemento-arena en proporción de 1:3 ó mediante un sampeado de piedra junteada con mortero cemento-arena en proporción 1:5 la velocidad del agua dentro de los canales no debe ser menor de 0:60 m/seg ni mayor de 2.00 m/seg.

18.1.2 Las obras de drenaje temporal deberán construirse mediante canales de sección triangular con taludes de 3:1, relleno de grava de 3 cm. De

tamaño máximo para evitar socavaciones, y captar las aguas pluviales para conducir las fuera del área de trabajo.

18.1.3 Para los drenajes permanentes y temporales, el dimensionamiento de canales, se deberá efectuar mediante la fórmula de Manning, obteniendo el gasto de diseño a partir del método racional americano o la fórmula de Burklieziegler.

#### Fórmula del método racional americano

$$Q = \frac{CIA}{0.36}$$

Donde:

Q = Gasto máximo expresado en L/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento

I (minúscula) = Intensidad de lluvia máxima horaria promedio, expresado en mm/hr.

A = Área por drenar expresado en ha

0.36 = Factor de conversión

#### Fórmula de Burklieziegler

$$Q = 27.78 C I A^{3/4}$$

Donde

Q = Gasto máximo expresado en L/seg.

C = coeficiente de escurrimiento en mm/hr

I = intensidad de lluvia máxima promedio

S = pendiente del terreno expresada en milésimas

A= área por drenar expresada en hectairas

27.78 = factor de conversión

Estas obras de drenaje, deberán diseñarse con capacidad para manejar caudales iguales o mayores al de una tormenta con período de retorno de 25 años.

## 20. SEÑALAMIENTOS.

Los señalamientos se dividirán en tres géneros: informativos, preventivos y restrictivos, pudiendo ser de tipo móvil o fijo y deberán ajustarse a lo establecido en el manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

## 21 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN.

21.1 El sistema de impermeabilización será utilizado para aquellos rellenos sanitarios donde el nivel de aguas freáticas se localice a menos de 10 m. De profundidad.

21.2 El sistema de impermeabilización deberá diseñarse para toda la base del relleno y podría ser de origen natural como sintético, o bien alguna combinación de estos, debiendo asegurar una permeabilidad mínima de  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg. S deberá demostrar que los materiales que integran dicho sistema no se deteriorarán ni perderán sus propiedades y ser resistentes a los esfuerzos físicos que resulten del peso de los materiales y residuos que serán colocados sobre este sistema de impermeabilización.

21.3 Los materiales de origen natural pueden ser importados o bien del mismo sitio y en ambos casos se deberá especificar el manejo o trato que deberá dárseles para reducir su permeabilidad o a los límites establecidos o en su defecto se deberá demostrar que su espesor es capaz de absorber o atenuar la carga contaminante de los lixiviados, evitando su migración hacia los acuíferos.

## **22 SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LIXIVIADOS.**

22.1 Deberá instalarse un sistema de Captación de lixiviados inmediatamente por encima del sistema de impermeabilización.

22.2 Los sistemas de Captación de lixiviados deberán ser capas drenantes, ubicadas principalmente en la base del relleno y sobre cualquier capa superior donde se espere tener acumulación de líquidos y estar diseñada para conducir de la forma más rápida posible las aguas de lluvia fuera del relleno hasta carcamos de colección. Estas capas drenantes podrán constituirse en forma de redes de drenes (tuberías perforadas) o trincheras. Su pendiente mínima deberá ser de 0.4 % y su conductividad hidráulica de  $1 \times 10^{-5}$  m/seg. Para espesores de 0.3 m. O bien o una transmisibilidad hidráulica de  $3 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/seg. Para espesores menores.

## **23 POZOS DE MONITOREO PARA LIXIVIADOS.**

23.1 Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar por lo menos con tres pozos de muestreo que sitúen uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 500 metros antes de llegar al sitio del relleno sanitario otro a 500 metros aguas abajo del sitio, y el último en el sitio del relleno.

23.2 Los pozos que se ubican fuera del relleno sanitario deberán profundizar 2 metros dentro del acuífero y en nivel o base del relleno.

23.3 La construcción de los pozos de monitoreo para lixiviados deberán realizarse únicamente con materiales y técnicas que aseguren la no contaminación del acuífero y podrán ser de un diámetro mínimo, que permita la introducción y recuperación del sistema muestreador debiendo ser este último resistente a la corrosión.

## **24 SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS.**

24.1 Se deberán construir estructuras verticales de 60 a 100 cms de lados a manera de chimenea, con malla y varilla, rellenos con piedra, esta estructura se desplantará 30 cms abajo del fondo del relleno y en la parte superior se cubre con una placa de concreto, dejando un tubo con cuello de ganso u otro sistema dependiendo de la cantidad generada de gas y el uso que se le de.

24.2 Se deberá instalar dos pozos por hectárea de relleno.

24.3 Independientemente del sistema de control que se use el biogás que sea venteado o extraído, deberá ser quemado. El diseño de las instalaciones y del quemador deberán reunir las condiciones adecuadas para un óptimo funcionamiento.

## 25 SISTEMA DE MONITOREO PARA BIOGÁS.

25.1 El sistema de monitoreo de biogás será utilizado para aquellos rellenos sanitarios que sean construidos en oquedades, barrancas, depresiones, zanjas, etc.; en el caso que exista el contacto directo de los residuos sólidos con paredes, en las cuales se pueda presentar la migración de biogás de forma horizontal.

25.2 Los sistemas de monitoreo para identificar la migración de biogás estará integrado por pozos distribuidos a lo largo del perímetro del relleno.

Estos se construirán con una separación máxima de 50 metros entre pozo y pozo a una distancia mínima de 2 m del límite de los residuos sólidos. La profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más un metro.

## 26 ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO.

26.1 El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 15 y 30 m.

26.2 Esta franja deberá estar forestada con espacios vegetales que reduzcan la salida de polvos, ruido, y materiales ligeros durante la operación.

## **27 ALMACEN Y COBERTIZO.**

Se deberá construir un cobertizo para guardar equipo, herramienta, materiales que sean de uso para el relleno, el tamaño dependerá del equipo de que se disponga, traxcavos y deberá tener el frente un patio de maniobras suficientemente grande, para poder recibir vehículos que vengan a descargar materiales al almacén.

## **28 ÁREA ADMINISTRATIVA.**

El área administrativa deberá contar con el espacio suficiente para la instalación de las oficinas respectivas, así como el mobiliario y equipo que se requiera.

## **29 SERVICIOS SANITARIOS.**

Los servicios sanitarios se instalarán conforme a los requisitos que establezcan las disposiciones legales aplicables.

## **30 VIGILANCIA.**

Los Gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y Municipios en sus respectivas jurisdicciones, son las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

## **31. SANCIONES.**

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en cada entidad y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

## 5.6.-LEY ORGÁNICA DEL D. F. (12 / X / 1962)

De acuerdo con lo establecido en el artículo 23 de la Ley Orgánica del D. D. F.; el sistema de limpia, recolección y disposición final es un servicio público al servicio de la ciudadanía, y dice:

“...Para los efectos de esta Ley, se entiende por servicio público, la actividad organizada que se realice conforme a las leyes o reglamentos vigentes en el Distrito Federal, con el fin de satisfacer en forma continua, uniforme, regular y permanente, necesidades de carácter colectivo. La prestación de estos servicios es de interés público.

El servicio de limpia esta a cargo del Gobierno de la ciudad, conforme al artículo primero del reglamento para el servicio de limpia en el Distrito Federal, que dice:

“... El servicio de limpia de la Ciudad de México, de las poblaciones del Distrito Federal y de las calzadas que comunican entre si estas poblaciones, estará encomendado al Departamento del Distrito Federal quien lo prestará con la consideración del vecindario por conducto de la oficina respectiva y de las demás dependencias conexas del propio departamento.”

Las dependencias conexas mencionadas en el reglamento son las Delegaciones políticas que, aunque dependen en gran medida de la administración central, son entidades autónomas legalmente.

En el artículo 7º del mismo reglamento del servicio de limpia dice:

“... Las basuras y desperdicios provenientes de las vías públicas serán recolectadas precisamente por personal de limpia o por cualquier otro autorizado para el caso por el Departamento del Distrito Federal ...”

La mención de ese artículo o de “cualquier otro autorizado” es probable que se haga para no obstaculizar la posibilidad futura de una privatización total o parcial del servicio.

De cualquier manera el servicio de limpia, recolección y disposición final, prestado por un particular, sólo se otorga con una concesión que se asienta en el artículo 25 de la Ley Orgánica de D. D. F.

“A fin de que una empresa particular pueda prestar el servicio público, será necesario que además de darse los presupuestos que prescriben los artículos anteriores de este capítulo, el Presidente de la República, a través del Jefe del DDF, le otorgue una concesión la que contenga las normas básicas que establece el artículo 27; así como las estipulaciones contractuales que precedan en cada caso.”

El otorgamiento de estas concesiones sólo podrá hacerse a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana será por tiempo determinado, y al cumplirse, los bienes utilizados por el concesionario, bienes de uso público volverán al poder del D. D. F., al termino de la concesión.

En caso de ampliación en el plazo de estas concesiones, sólo podrá ser autorizada por el Presidente de la República, mediante proposición del Regente capitalino, siempre y cuando el concesionario demuestre que ha cumplido con los términos y obligaciones de la concesión respectiva.

Por otro lado, si una empresa está interesada en industrializar la basura orgánica, procesándola para obtener composta, la declaratoria general No. 273 del 23 de octubre de (1972), publicada por el Diario Oficial, especifica la exención de impuestos para la fabricación de mejoradores orgánicos, a partir de procesar y fermentar los residuos. Nacional Financiera, desde 1974, ha elaborado diversos proyectos de inversión para plantas procesadoras de basura.

Se estima que el medio mexicano podrá optar por los siguientes métodos de disposición final:

- 1.- Planta de recuperación de subproductos y fabricación de composta.
- 2.- Incineración
- 3.- Relleno Sanitario

## **5.7.-REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE LIMPIA EN EL DISTRITO FEDERAL.**

**(13 / VII / 1989)**

### **CAPITULO I. Generalidades**

**ARTÍCULO 1º.-** El presente Reglamento es de orden social y de interés general y tiene por objeto regular la prestación del servicio de limpia en el Distrito Federal.

**ARTÍCULO 2º.-** La prestación del servicio de limpia en el Distrito Federal *constituye un servicio público. Estará a cargo del Departamento del Distrito Federal, a través de las Delegaciones y unidades Administrativas centrales, en los términos de la Ley Orgánica del propio Departamento y de su Reglamento Interior.*

**ARTÍCULO 3º.-** Para los efectos del presente Reglamento se entenderá por:

**1.- Departamento:** El Departamento del Distrito Federal;

**II.- Delegación:** La Delegación del Departamento del Distrito Federal;

**III.- Reglamento:** El presente Ordenamiento;

**IV.- Residuo sólido:** El material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control y tratamiento de cualquier producto, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; que no esté considerado como residuo peligroso de acuerdo a la normatividad emitido oficialmente por la *Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología*, y que provenga de actividades que se desarrollen en domicilios, mercados, establecimientos mercantiles, industrias, vías publicas y áreas comunes, y

V.- Áreas comunes: Son espacios de convivencia y uso general de los vecinos del Distrito Federal.

**ARTÍCULO 4°.-** El Departamento, para el debido cumplimiento de la prestación del servicio de limpia, coordinará la colaboración de los vecinos del Distrito Federal y de las organizaciones de colonos, asociaciones de comerciantes, industriales o representativas de cualquier sector organizado de la población.

**ARTÍCULO 5°.-** Corresponde al Departamento:

I.- Prestar el servicio de limpia;

II.- Aplicar las normas técnicas ecológicas vigentes para la recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos no peligrosos;

III.- Dar mantenimiento a los contenedores;

IV.- Conectar con medios de comunicación masiva y con los sectores social y privado, en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la realización de campañas de limpieza, podrá participar en dichas campañas la Asamblea de Representantes del Distrito Federal;

V.- Diseñar, construir y operar directamente o bajo el régimen de concesión, estaciones de transferencia, plantas de tratamiento de residuos sólidos y sitios de disposición final, y

VI.- De considerarlo necesario y conveniente por la exigencias de la ciudad y sus habitantes, concesionar la prestación del servicio público de limpia de acuerdo con las disposiciones de su Ley Orgánica y de lo dispuesto en el primer párrafo del artículo 10 de este Reglamento.

**ARTÍCULO 6°.-** Corresponde al Departamento por conducto de las Delegaciones:

1.- Nombrar al personal necesario y proporcionar los elementos, equipos, útiles y en general todo el material indispensable para efectuar el barrido manual y mecánico, así como la recolección de residuos sólidos; su transporte a las estaciones de transferencia, planta de tratamiento o sitios de disposición final, según lo indique la unidad administrativa central competente del Departamento;

II.- En términos del artículo 4º; coordinar a los vecinos que auxiliarán a las Delegaciones en la vigilancia y cumplimiento del presente Reglamento. Tales vecinos tendrán el carácter de Inspectores Honorarios;

III.- Organizar Administrativamente, el servicio público de limpia y formular el programa anual del mismo;

IV.- Instalar contenedores de residuos sólidos, depósitos metálicos o similares, en los hogares que previamente se hayan seleccionado en base a estudios. Se supervisará en forma periódica el buen funcionamiento de los mismos.

V.- Atender oportunamente las quejas del público y dictar las medidas necesarias para su mejor y pronta solución;

VI.- Establecer rutas, horarios y frecuencias en que debe prestarse el servicio público de limpia pudiendo, después de escuchar a los vecinos, modificarlos de acuerdo a las necesidades de dicho servicio;

VII.- Aplicar las sanciones que correspondan por violaciones al presente Reglamento, y

VIII.- Las demás que en la materia le otorguen el Reglamento y otros ordenamientos aplicables.

**ARTÍCULO 7º.-** El cargo de Inspector Honorario será de servicio social, y lo cumplirá el vecino a quien se le confirió en los horarios que le resulten más convenientes. Ya que su función no será considerada como administrativa,

no percibirá remuneración alguna y en ningún caso podrán aplicar sanciones ni intervenir directamente con carácter ejecutivo en la aplicación de este Reglamento.

**ARTÍCULO 8°.-** Corresponde a los Inspectores Honorarios:

I.- Informar a la Delegación sobre la existencia de sitios no autorizados en los que se depositen residuos sólidos, a efecto que se tomen las medidas pertinentes para su recolección, ya sea instalando nuevos depósitos, ampliando los existentes, colocando contenedores, modificando las fechas y horarios de recolección u orientando a la población sobre la ubicación de los sitios de depósito autorizados.

II.- Comunicar a la Delegación los nombre o manera de identificar a las personas que en forma reiterada depositen residuos sólidos en sitios no autorizados. La Delegación verificará en todos los casos la veracidad de esa información;

Informar a la Delegación de cualquier violación a las normas de este reglamento para que se tomen las medidas que correspondan, y

IV.- Informar a la Delegación sobre las deficiencias o carencias del servicio.

**ARTÍCULO 9°.-** Los contenedores de residuos sólidos depósitos metálicos o similares a que se refiere la fracción IV del Artículo 6°. de este Reglamento, deberían cumplir con lo siguiente:

I.- Que su capacidad esté en relación con la cantidad de residuos sólidos que deba contener, atendiendo a la superficie asignada y tomando en cuenta las necesidades del caso;

II.- Que su construcción será de material resistente;

III.- Que sean revisados y aseados regularmente para un adecuado mantenimiento, a fin de que no se favorezca la procreación de fauna nociva y

de microorganismos perjudiciales para la salud, así como evitar la emisión de olores desagradables, y

IV.- Deberán tener la inscripción alusiva a su uso y podrán contener, además, propaganda comercial y del servicio de limpia, cuando sea autorizado por concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal a través del Departamento.

**ARTÍCULO 10.-** El servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios será gratuito.

1.- En el caso de establecimientos mercantiles, industriales o similares cuyo volumen de residuos sólidos generados por día, sea superior a 200 kg, los propietarios, poseedores o administradores podrán convenir con la Delegación correspondiente la recolección y transporte de dichos residuos, cubriendo los derechos que para el efecto establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

II.- En el supuesto de que no se convenga en los términos señalados en la fracción anterior, los propietarios, poseedores o administradores deberán sufragar los costos de recolección transporte de residuos sólidos, a los lugares determine la Delegación respectiva, debiendo observar las condiciones de higiene que establezcan las disposiciones sanitarias aplicables.

Los usuarios procurarán separar los desechos sólidos en orgánicos e inorgánicos, de conformidad con el procedimiento que al efecto emita el Departamento.

## **CAPITULO II**

### **De la prestación del servicio público de limpia**

**Artículo II.-** El servicio de limpia comprende

1.- El barrido de vías públicas y áreas comunes;

II.- La recolección de residuos sólidos, y

III.- El diseño, instrumentación y operación de sistemas de almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento y disposición final de dichos residuos.

**ARTÍCULO 12.-** El barrido de vías públicas y áreas comunes se hará por lo menos tres veces por semana, conforme a los horarios que señale el

Departamento, los cuales deberán fijarse preferentemente entre los 22:00 horas y 14:00 horas del día siguiente.

**ARTÍCULO 13.-** La recolección de residuos sólidos deberá realizarse por lo menos tres veces a la semana, en los horarios y días que fije la Delegación.

La Delegación deberá informar periódicamente a la población las fechas y horas fijadas mediante su publicación en mamparas o cartelones colocados en los sitios destinados para la recolección de residuos sólidos y, en dos de los diarios de mayor circulación o a través de cualquier otro medio masivo de comunicación.

**ARTICULO 14.-** El Departamento vigilará la operación de depósitos especiales u hornos incineradores en hospitales, clínicas, sanatorios, consultorios médicos, mercados y establecimientos públicos que lo requieran. Estos deberán cumplir con las condiciones de seguridad e higiene que establecen la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; la Ley de Salud y el, Reglamento de Construcción, ambos para el Distrito Federal, y además ordenamientos aplicables. En dichos hornos se incinerarán únicamente los desechos que por su naturaleza lo requieran.

En ningún caso la Delegaciones recolectarán residuos sólidos clasificados como peligrosos.

**ARTÍCULO 15.-** Cuando existan hornos incineradores en términos del artículo anterior, el Departamento únicamente estará obligado a recolectar los

residuos sólidos que tengan una temperatura de combustión superior a 770 grados centígrados.

**ARTÍCULO 16.-** El Departamento podrá procesar los residuos sólidos o disponerlos en rellenos sanitarios. En ningún caso permitirá tiraderos a cielo abierto.

**ARTÍCULO 17.-** Las actividades de selección de subproductos, sólo se realizará en los sitios de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y podrán hacerlo las personas, empresas u organizaciones que para tal efecto sean autorizadas por el Departamento que además supervisará las actividades de selección de dichos lugares.

**ARTÍCULO 18.-** Cuando por razones de orden económico y de interés general, los residuos sólidos puedan ser aprovechados industrialmente, el aprovechamiento quedará sujeto a las disposiciones legales vigentes, previo el otorgamiento de la concesión respectiva, la cual autorizará construcciones, procesos y procedimientos que nos afecten el ambiente ni la salud pública.

**ARTÍCULO 19.-** Para el servicio de limpia del Distrito Federal se adoptará un distintivo general aprobado por el Departamento y se usará en todos los equipos.

**ARTÍCULO 20.-** Los empleados del servicio de limpia estarán provistos del distintivos que se apruebe y de credencial que contenga su categoría, nombre, firma o huella digital, una fotografía adherida y sellada por el Departamento, y usarán uniforme, así como el casco protector en los casos que se requiera.

### **CAPITULO III**

#### **De las obligaciones**

**ARTÍCULO 21.-** Es obligación de los habitantes del Distrito Federal y de las personas que transiten por su territorio, el participar activamente para conservar limpias las vías públicas y áreas comunes de esta entidad.

**ARTÍCULO 22.-** Los habitantes del Distrito Federal deberán:

1.- Barrer diariamente las banquetas de los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, y

II.- Mantener limpios los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, a efecto de evitar contaminación y molestias a los vecinos.

**ARTÍCULO 23.-** Los locatarios de los mercados conservarán aseadas las áreas comunes de los mismos y el espacio comprendido dentro del perímetro de sus puestos, dejando los residuos sólidos en los depósitos o contenedores destinados para ello, quedando la obligación de vigilar que sean retirados diariamente, en la persona del administrador del mercado.

**ARTÍCULO 24.-** Los propietarios o encargados de expendios y bodegas de toda clase de artículos, carga o descarga ensucie la vía pública, están obligados al aseo inmediato del lugar una vez terminadas las maniobras respectivas.

**ARTÍCULO 25.-** Los conductores de vehículos destinados al transporte de materiales, deberán cubrir la caja de sus vehículos con el equipo adecuado para evitar que la carga se esparza en el trayecto que recorran.

Quando los materiales que se transportan corran el peligro de esparcirse o producir polvo, deberán cubrirse con lonas o costales húmedos.

**ARTÍCULO 26.-** Los conductores de los vehículos de transporte de materiales, deberán barrer el interior de la caja del vehículo una vez que hayan terminado su recorrido o hayan descargando los materiales respectivos, para evitar que se escapen polvos, desperdicios o residuos sólidos, durante el recorrido de regreso.

**ARTICULO 27.-** Los propietarios o encargados de puestos fijos y semifijos establecidos en la vía pública, deberán tener limpia permanentemente el área que ocupan para su actividad, debiendo depositar los residuos sólidos que se produzcan en los recipientes que para tal objeto instalen.

**ARTÍCULO 28.-** Los propietarios o encargados de establos, caballerizas o cualquier otro local o sitio destinado al alojamiento de animales, están obligados a transportar diariamente el estiércol producido, llevándolo por cuenta propia a los depósitos señalados previamente para ello.

**ARTÍCULO 29.-** Los propietarios o encargados de establecimientos o talleres para la reparación de automóviles, carpintería, pintura y otros establecimientos similares, deberán ejecutar sus labores en el interior de los establecimientos, y no en la vía pública y transporta por su cuenta al lugar que les indique la Delegación correspondiente, los residuos sólidos que generen, observando para tal efecto lo dispuesto en el artículo 10 de este Reglamento.

**ARTÍCULO 30.-** Los propietarios o encargados de los expendios o bodegas de carbón o leña, están obligados a mantener en perfecto estado de aseo el frente de sus establecimientos, así como evitar la propagación de polvo o residuos sólidos, poniendo especial cuidado en las maniobras de carga, descarga y despacho de dichos combustibles.

**ARTÍCULO 31.-** Los propietarios, directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables solidariamente de la diseminación de materiales, escombros y cualquier otra clase de residuos sólidos. El frente de las construcciones o inmuebles en demolición deberán mantenerse en completa limpieza, quedando estrictamente prohibido acumular escombros y materiales en la vía pública. Los responsables deberán transportar los escombros a los sitios que determine el Departamento.

**ARTÍCULO 32.-** Los propietarios, administradores o encargados de los establecimientos que se dedican a la venta de gasolina o servicio de

lubricación y limpieza de vehículos, deberán mantenerlos aseados, así como los pavimentos de la vía pública correspondientes al frente de sus locales.

**ARTÍCULO 33.-** Los propietarios, administradores o encargados de camiones y transporte colectivo en general, destinados al servicio de pasajeros y de carga, así como de automóviles de alquileres, deberán

mantener en perfecto estado de limpieza los pavimentos de la vía pública de sus terminales o lugares de estacionamiento.

**ARTÍCULO 34.-** Los propietarios, condóminos, administradores, arrendatarios o encargados de edificaciones habitacionales, comerciales o públicas, mandarán colocar en lugares que crean conveniente en el interior de sus inmuebles, los depósitos necesarios, a fin de que en ellos se recolecten los residuos sólidos, debiendo sacarlos a la banqueta en horario que señale la Delegación con el objeto de que su contenido sea recogido por el personal del vehículo recolector. Dichos depósitos deberán satisfacer las necesidades de servicio del inmueble, y cumplir con las condiciones de seguridad e higiene que, de conformidad con la Ley de Salud para el Distrito Federal y demás ordenamientos aplicables, emita el Departamento.

**ARTÍCULO 35.-** Los propietarios de animales domésticos estarán obligados a recoger y limpiar los desechos fecales que arrojen sus animales en la vías públicas y áreas comunes.

#### **CAPITULO IV** **De las prohibiciones**

**ARTÍCULO 36.-** Queda prohibido:

1.- Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, barrancas, y en general en sitios no autorizados residuos sólidos de cualquier especie.

II.- Orinar o defecar en cualquier sitio público distinto de los autorizados para tal efecto;

III.- Arrojar a la vía pública animales muertos o desechos y sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o que despidan olores desagradables;

IV.- Quemar en lugares no autorizados, cualquier tipo de residuo sólido;

V.- Arrojar o abandonar en lotes baldíos, residuos de sólidos de cualquier especie;

VI.- Entrar en los botes colectores, depósitos o contenedores instalados en la vía pública, los residuos sólidos que contengan;

VII.- Establecer depósitos de residuos sólidos en los lugares no autorizados;

VIII.- Utilizar la vía pública como estancia de animales de cualquier especie, y

IX.- Todo acto u omisión que contribuya al desaseo de las áreas públicas comunes o que impida la prestación del servicio de limpieza.

## **CAPITULO V**

### **De las sanciones**

**ARTÍCULO 37.-** El Departamento, a través de la Delegación correspondiente y en los términos de este capítulo, sancionará a quienes resulten responsables de las infracciones al presente Reglamento.

La imposición y cumplimiento de las sanciones no eximirá al infractor de la obligación de corregir las irregularidades que haya dado motivo a dicha sanción.

**ARTÍCULO 38.-** Se exceptúa de lo ordenado por el artículo anterior la sanción a las prohibiciones contempladas en las fracciones 1, II y III del Artículo 36 del presente Reglamento, que se impondrá en los términos del Reglamento de la Ley sobre justicia en Materia de Faltas de Policía y Buen Gobierno del Distrito Federal.

**ARTÍCULO 39.-** El Departamento, por conducto de la Delegación respectiva, para aplicar la sanción correspondiente, deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción y las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

Si el infractor fuese jornales, obrero o trabajador, no podrá ser sancionado con multa mayor del importe de su jornal o salario de un día.

Tratándose de trabajadores no asalariados, la multas no excederá del equivalente a un día de ingreso.

**ARTÍCULO 40.-** El incumplimiento a lo presentado en este reglamento, se sancionará en la forma siguiente:

1.- Con multa equivalente a un día de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, a quien infrinja lo dispuesto en la fracción 1 del artículo 22;

II.- Con multa equivalente a tres días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quienes infrinjan lo dispuesto en los Artículos 22, fracción II, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 35 y 36 fracciones V, VI, y VIII;

III.- Con multas equivalente de 4 a 30 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quienes infrinjan lo dispuesto en los Artículos 18, 24, 29, 31, 32, 33, 34 y 36 fracciones IV y IX de este Reglamento, y

IV.- Con multa equivalente de 30 a 180 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quienes infrinjan lo dispuesto en los Artículos 10, fracción 11, 14 y 36 fracción VII de este Reglamento.

**ARTÍCULO 41.-** En el caso de reincidencia se aplicará hasta el doble del máximo de la sanción correspondiente.

Para los efectos de este Reglamento, se considera reincidente a aquella persona que habiendo sido sancionada por cometer una infracción al mismo, viole nuevamente la misma disposición en el transcurso de un año.

## GLOSARIO

**Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente los residuos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se encargan al servicio de recolección ó se dispone de ellos.

**Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

**Aprovechamiento:** Proceso de separar, recuperar y utilizar materia y energía a partir de ciertos residuos sólidos.

**Banco de préstamo:** El sitio del que se extraen materiales de diversas aplicaciones.

**Biodegradable:** Propiedad que tienen los residuos de tipo orgánico, para ser metabolizados por medios biológicos.

**Biodiversidad:** La variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, en metros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Se produce por la descomposición de materia orgánica.

**Biogas:** Mezcla de gases compuestos por metano 50 - 60 por ciento, bióxido de carbono 40 - 50 por ciento y trazas de ácido sulfídrico y nitrógeno, que se producen por la descomposición biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales.

**Camino de acceso:** Es la vialidad que permite llegar ó ingresar al relleno sanitario, desde una carretera externa a él.

**Campos de agua:** Los lagos, lagunas, acuíferos, ríos y sus afluentes, directos e indirectos, permanentes o intermitentes, presas o embalses, cenotes,

manantiales, lagunas litorales, estuarios, marismas, y en general las zonas marinas mexicanas y otras corrientes de agua.

**Capa:** La constituye la unión de todas las franjas ubicadas en un mismo plano.

**Capacidad de intercambio catiónico del suelo:** La suma total de cationes intercambiables que puede absorber un suelo, expresado en miliequivalentes por unidad de peso del mismo.

**Celda:** El bloque unitario de construcción de un relleno sanitario

**Celda diaria:** Las áreas definidas donde se esparcen y compactan los residuos sólidos durante un día, siendo cubiertos al final del mismo, con una capa de un material que en caso de ser suelo, también se compacta.

**Centro de Acopio:** Es el lugar donde se juntan limpios y clasificados los residuos inorgánicos. papel, cartón, metales, plástico, vidrio y otros productos no biodegradables.

**Centro de recepción:** Sitio en el cual se reciben los residuos separados por la población, para reintegrarlos a las industrias.

**Composta o Compos:** Es un producto negro ligero, con un 15% máximo de humedad, sin restos y, por lo general, de forma granulada y fina. Es también un producto húmedo y cálcico, fertilizante y oxigenador de suelos.

**Conductos de venteo:** Estructura de ventilación que permiten la salida de los gases producidos por la descomposición biológica de los residuos depositados en el relleno sanitario.

**Consumismo:** Deseo desmedido de poseer bienes materiales con la creencia de que éstos permitirán identificarse con determinado nivel.

**Contaminación.** La presencia en el ambiente de uno a más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su condición o composición natural.

**Cubierta diaria:** La capa de material natural o sintético con que se cubre a los residuos depositados durante un día de operación.

**Cubierta final:** El revestimiento de material natural o sintético que confina el total de las capas de que consta un relleno sanitario.

**Cubierta intermedia:** El estrato de material natural o sintético con que se cubre una franja o capa de residuos en un relleno sanitario

**Descripción estratigráfica:** La descripción de los estratos del suelo, en cuanto a su espesor y características físicas y químicas.

**Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación

**Disposición:** La descarga, depósito, inyección vertido, derrame o colocación de cualquier tipo de residuo en o sobre el suelo o cualquier cuerpo de agua.

**Disposición final:** La acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

**Ecosistema:** Es una colectividad formada por plantas y animales de las mismas o diferentes especies que actúan, accionan e interactúan entre sí, el ecosistema es la unidad fundamental de la biosfera y constituye el nivel de organización en donde se integran los elementos vivos y no vivos en el espacio y en el tiempo.

**Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Falla geológica:** El área que presenta desplazamientos por una fisura longitudinal o transversal de origen sísmico o tectónico las cuales producen porosidad y permeabilidad de tipo secundario, dependiendo de su origen.

**Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**Flora silvestre:** Las especies vegetales así como los hongos, que subsistan sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo los especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Franja:** Unión de extremo a extremo de las celdas diarias, de la parte más alta a la más baja de la superficie de la celda.

**Frente de trabajo:** Ancho mínimo de la celda diaria del relleno sanitario, destinada para que los vehículos descarguen durante la jornada de trabajo.

**Generación:** Cantidad de residuos sólidos originados por el componente unitario de una determinada fuente en un determinado tiempo.

**Geohidrología:** El estudio del comportamiento de las aguas subterráneas y su composición química.

**Geología:** Estudio de la formación, evolución, distribución, correlación y comparación de los materiales terrestres.

**Hidrología superficial:** El estudio del comportamiento de las aguas superficiales de una cuenca hidrográfica.

**Hora crítica:** Período de mayor afluencia de vehículos recolectores que lleguen a descargar a la planta.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos sólidos, el cual se forma por percolación y que contiene, disueltos o en suspensión sustancias que se encuentran en los mismos residuos.

**Manifestación de impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base a estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

**Material de cubierta:** Material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos con el propósito de controlar el ingreso de diversos organismos, así como controlar la humedad de los estratos de residuos, el movimiento de gas producido por la degradación de la materia orgánica, el inicio y propagación de incendios, la dispersión de residuos y también proporcionar al sitio una apariencia adecuada.

**Material peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas inflamables o biológico infecciosas.

**Mejorador de suelo:** Producto obtenido en el tratamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales, mediante la fermentación controlada.

**Nivel freático:** La superficie de agua que se encuentra únicamente bajo el efecto de la fuerza de gravitación y que delimita la zona de aireación, de la saturación

**Obras complementarias:** Conjunto de instalaciones y edificaciones mínimas necesarias, para la correcta operación de un relleno sanitario.

**Ordenamiento ecológico:** el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

**Permeabilidad:** La propiedad que tiene una sección unitaria de terreno para permitir el paso de un fluido a través de ella sin deformar su estructura, bajo la carga producida por un gradiente hidráulico.

**Peso volumétrico:** El peso de los residuos sólidos contenidos en una unidad de volumen

**Planta de reciclaje de residuos sólidos municipales:** sitio en el cual se realiza la separación de subproductos mediante métodos semimecánicos o automáticos.

**Pozos de monitoreo de acuíferos:** Pozos para controlar y vigilar en forma permanente, los acuíferos cercanos al relleno sanitario.

**Preservación:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat naturales.

**Prevención:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

**Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

**Puente grúa:** Estructura metálica soporte y grúa viajera accionada por sistemas electromecánicos para levantamiento de cargas y traslado de esta transversal y longitudinalmente hasta la tolva de alimentación.

**Reciclaje:** Proceso mediante el cual los residuos sólidos se reintegran a un ciclo de producción, reincorporándolos como materias útiles, para fines productivos.

**Recuperación:** Proceso de recobrar materia y energía a partir de residuos sólidos.

**Región ecológica:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

**Relleno sanitario:** Obra de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales se depositan, compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra al término de las operaciones del día.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero.

**Residuo sólido municipal:** El residuo que proviene de actividades que se desarrollan en casas-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso.

**Residuos peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**Restauración:** conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

**Separación:** Acción de seleccionar los residuos sólidos en subproductos considerando físicamente apartados de los residuos unos de otros.

**Sistema activo de extracción:** El control del movimiento del Biogás mediante una presión negativa inducida (vacío)

**Sistema pasivo de extracción:** El sistema utilizado para controlar el movimiento del Biogás a presión natural y mediante el mecanismo de *convección*.

**Subproducto:** Componentes físicos de los residuos sólidos municipales, tales como: *papel, cartón, vidrio, plástico rígido, plástico película, algodón, material ferroso, material no ferroso, madera y otros, susceptibles de ser recuperados.*

**Topografía:** *Las características de relieve que presenta el terreno natural.*

**Zona de aireación:** El área localizada debajo de la superficie del terreno, en la que las aperturas están *parcialmente llenas de aire y parcialmente de agua retenida por atracción molecular.*

**Zona fracturada:** El área que *presenta aperturas longitudinales en las rocas o en el suelo conocidas como fracturas sin desplazamiento (diaclasas), las cuales producen porosidad y permeabilidad de tipo secundario, dependiendo de su origen; se clasifican en fracturas de contracción, retención, enfriamiento, erupción, sísmicas o tectónicas.*

**Zona de saturación:** El área que *se caracteriza por tener todos sus poros rellenos de agua y sus límites se fijan inmediatamente abajo de la zona de aireación y arriba de alguna capa permeable en la profundidad.*

## CONCLUSIONES

1. Es indispensable concientizar a la sociedad sobre la producción de Residuos Sólidos, para disminuir el consumismo y por consiguiente la generación de basura.
2. La generación de Residuos Sólidos Municipales es de 1.099 Kg/hab/día; por lo que se generan aproximadamente 9,300 Toneladas por día en la Ciudad de México.
3. Las Delegaciones que más Desechos Sólidos generan son Cuahutemoc, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Venustiano Carranza e Iztacalco de las cuales las cuatro últimas depositan en el Bordo Poniente.
4. Se compone de un 53% de materia orgánica la basura de la Ciudad de México, seguida por un 15% cartón y papel, 8% vidrio, 5% plásticos, 6% fierros, 5% aluminio, 4% trapos y 4% otros.
5. Durante la Recolección de los Residuos es indispensable concientizar a las personas que no la tiren en Barrancas, Lotes Baldíos..., y sea entregada al camión Recolector, Barrendero, etc.; lo ideal es que el servicio pase constantemente mínimo cada tercer día ó bien se de a conocer a los vecinos la hora y días que pasa o poner sistemas de acopio en unidades habitacionales y residenciales, estas Unidades sean Móviles, para su fácil manejo y traslado a las Estaciones de Transferencia.

6. Solo el 70% de la basura generada es recolectada por el servicio de limpia, el resto va a dar a Lotes Baldíos y Barrancas.
  
7. Para un mejor manejo de los Desechos Sólidos Municipales se cuenta con 15 Estaciones de Transferencia bien distribuidas en la Ciudad para evitar que las unidades pequeñas realicen grandes recorridos y dar un mejor servicio.
  
8. Implementar Sistemas de Recolección de Residuos Sólidos mediante unidades pequeñas permite brindar un servicio eficiente de limpieza pública a domicilio, en especial en zonas de difícil acceso, requiere de poca inversión y absorbe mano de obra de la localidad, este sistema complementa y dinamiza la Operación de las unidades de Recolección e incrementa la vida útil de los camiones.
  
9. Las Estaciones de Transferencia constan de Instalaciones Fijas amplias para alojar en las horas pico todos los vehículos. Además cuentan con sistemas de extracción y purificación de aire, sistema de aspersión con agua tratada para evitar la salida de polvos y el Sistema de Vaciado es por medio de Tolvas, el cual es el mas económico.
  
10. El Equipo Motriz de las Instalaciones son los Tractocamiones con capacidades de 35 a 70 m<sup>3</sup>, constan con cajas tipo Gondola, Compactadoras Móviles o Sistema de Cadena.

11. Las Estaciones de Transferencia abiertas representan un peligro de tipo epidemiológico para la población de los alrededores. Investigaciones realizadas en la Estación de Transferencia Central de Abastos II, las cuales demostraron una gran producción de bacterias y hongos patógenos.
  
12. La Recuperación es tan solo de un 23% pudiendo llegar a un 50% o más, los Subproductos que se pueden recuperar son dentro de los inorgánicos el vidrio, cartón, papel, plásticos, trapo, hueso, madera, metales y los orgánicos para la producción de composta y como alimento para animales.
  
13. Poner Instalaciones para Recuperación y Reciclaje de Subproductos en lugares estratégicos o cerca del Relleno Sanitario, para realizar actividades de Segregación y Reciclaje, que aumentan la Vida Útil del Relleno Sanitario y posibilitan la Recuperación de materia prima con beneficios económicos y Ambientales.
  
14. La producción de composta tanto manual como industrial beneficia al campo, proporcionando nutrientes y humedad al suelo desgastado y no se cuenta con ninguna.
  
15. Una adecuada evaluación de las características Físico-químicas de los Residuos Sólidos, en particular de la materia orgánica, nos permite definir la utilización como materia prima para elaboración de composta o alimento para animales y de la inorgánica se puede reciclar el vidrio, metales, cartón, papeles, etc.

16. Se producen beneficios económicos, sociales y ambientales de los procesos de Reciclaje y Reutilización de Residuos Sólidos, en el mediano y largo plazo.
17. De los sistemas de disposición final de desechos sólidos municipales el más apropiado es el Relleno Sanitario por su Bajo Costo y Mínimo deterioro al Medio Ambiente.
18. El Método de Relleno Sanitario debe ser complementado con otros métodos de Disposición Final, como es el de recuperación y/o reciclaje, considerándose la producción de composta, para el aprovechamiento al máximo de los recursos y materias primas que se encuentran en la basura.
19. Antes o durante el vaciado de los Residuos Sólidos Municipales no Recuperables es indispensable implementar un sistema de Trituración para incrementar la vida útil del relleno.
20. La implementación de Relleno Sanitario llevándolo con estricto apego a las Normas Técnicas es la solución más adecuada para la Disposición Final de Residuos Sólidos, con bajo costo de inversión posibilitando la generación de empleo y protegiendo al Medio Ambiente.
21. Ya que en el bordo poniente no se cuenta con un sistema de Captación de lixiviados, se debe implementar este, para evitar que se siga contaminando el suelo y el acuífero, dentro de estos se puede instalar con bajo costo un

sistema de Aspersión y/o Construcción de Pozas para el posterior reciclaje del lixiviado.

22.El Relleno se encuentra muy cerca de las áreas urbanas y los vientos llevan los gases de esta zona residencial, por lo que crea malestar a la población los olores que emanan del Relleno Sanitario.

23.En el relleno sanitario bordo poniente se infringe la ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente y normas técnicas complementarias; En cuanto a control de lixiviados, vegetación a emplear para el uso final del relleno, los olores del mismo son arrastrados por el aire al área urbana, se encuentra cerca del aeropuerto y no existe sistema de control de lixiviados.

24.El funcionamiento adecuado de un Relleno Sanitario depende de Realizarlo de acuerdo a las Normas Técnicas Ecológicas, NOM-ECOL-83-94; referente a las características que deben reunir los lugares de disposición final por el método de relleno sanitario y NOM-ECOL-84-94 para las obras para disposición final de Desechos Sólidos por el método de relleno sanitario y del estricto apego a estas.

## BIBLIOGRAFÍA

Proyecto Nacional de Desechos Sólidos, Coordinación de Programas de Desarrollo, México, D.F., 1983, 114 p.

La Basura Consumo y Desperdicio en el D.F., Instituto Nacional del Consumidor, Méx. D.F. 1982, 193 p

Sistemas de manejo de desechos sólidos SAHOP; Méx. D.F., 1981, 177 p.

Contaminación por Desechos Sólidos en el D.F., I.P.N., Méx D. F. 1983, 132 p.

Proyecto Tipos para tres modelos de Rellenos Sanitarios a Nivel Nacional, SEDUE, México D.F., 1984, 335 p. 1ª y 2ª parte

Evaluación del Impacto Ambiental de los Programas Calica y Peñones.

Arquitectura Basura y casa, S.E.P., CIONESCAL, Méx D.F., S.F. 98 p.

Programa Maestro sobre Desechos Sólidos, D.D.F. Secretaría General de Obras, D.G.S.U., México D.F. 45 p Sin fecha.

Plan Maestro del Sistema de manejo de Desechos Sólidos, Dirección General de Servicios Urbanos, México D. F. F. 314 p.

Manual de Factores Ambientales, SARH, México D.F. 1982, 706 p.

Informe de Desechos Sólidos por Delegación, D. D. F., México D. F., 1986 116 p.

Manual de Basura y Artesanía, SEDUE, México D. F., 1987, 105 p.

Basura y Contaminación, Centro de Desarrollo, México D. F., 1991, 272 p.

Acciones Contra la Contaminación, México D. F., SPP, SEDUE, S. F: 7 p.

Informe Manuel Camacho Solis, Informe, Situación que guarda la Administración Pública Federal, México D. F., 1992, 30 p.

Reduce, Rehusa, Recicla, México D. F. 1993, 43 p.

La Basura y Medio Ambiente, SERFIN, México D. F., 1984, 120 p.

Desechos Sólidos sin Basura, Grupo de Estudios Ambientales A. C., México D. F., 1986, 82 p.

Industrialización de la Basura en el D. F., Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México D. F., 1972, 321 p.

Dime que Tiras y Te diré Quién Eres ; SEDUE, México. D. F., S. F., 10 p.

Qué Hacer con la Basura, CONAFE, México D. F., 1985, 47 p.

Manual de composta de Residuos Orgánicos a Escala Domestica, Instituto de Ecología A. C., México D. F., 1994, 19 p.

Programa Nacional de Desechos Sólidos, Presencia De La República, México D. F., S. F. 1992 Y1994; 398 p. Y 320P.

Foro de Consulta Popular sobre Política Ambiental Plan Nacional de Desarrollo, SEMARNAP, México D. F., 1995, P. V:

México Ante los Retos de la Biodiversidad, Congreso Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad, 1992, 343 p.

Gestion de Residuos Solidos, Madrid España, 1982, 241p.

Programa del Medio Ambiente 10825 p.

Programa de Protección a la Vida Silvestre., I. N. E. , SEMARNAP, México D. F., 1997, 207 p.

Medio Ambiente Calidad de Vida , Instituto de Estudios Políticos, México D. F., 1982, 143 p. S. Por 491 p.

Investigación sobre la Adopción de Especies Arbolareas en el Vaso del Lago Texcoco, SAGAR, México D. F., Enero 1975; 30 p.

Plantas Mexicanas, Consejo de Fondo Económico, México D. F., 1994, 1247 p.

Temas ambientales (zona metropolitana de la ciudad de México), SEMARNAP, Gobierno del Edo. De Méx., Cd. de México, U.N.A.M., 1996, 123P.

Gaceta Ecológica, INE-SEMARNAP, México D.F. 1996, 102 p.p.

Diario Oficial de la Federación del 13 /7/94, ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente, México D.F.

Diario Oficial de la Federación del 22/6/94, normas NOM-83 Y 84-ECOL-94, México D.F.

Diario Oficial de la Federación del 12/10/62 ley Orgánica del D.F., México D.F.

Diario Oficial de la Federación del 13/7/89 reglamento de limpia para el Distrito Federal, México D.F.