



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ EL MÉTODO DE CELDAS PARA LA  
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS  
BIOLÓGICOS INFECCIOSOS ”**

T E S I S QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

**MARGARITO ANTONIO SÁNCHEZ JUÁREZ**

DIRECTOR  
ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI



México, D. F.

Julio, 2005

m341211



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/069/04

Señor  
MARGARITO ANTONIO SÁNCHEZ JUÁREZ  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"EL MÉTODO DE CELDAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS
- III. LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS
- IV. DISEÑO DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL
- V. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL
- VI. OBRAS COMPLEMENTARIAS
- VII. MANUAL DE OPERACIÓN
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. BIBLIOGRAFÍA
- X. ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 16 de agosto de 2004.  
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/AJP/crc

Vo. Bo.  
G2  
15/feb/05

Vo. Bo.  
31/1/05

Vo. Bo.  
11/feb/05

Vo. Bo.  
8/feb/05

Vo. Bo.  
9-FEB-05

Vo. Bo.  
9/02/05



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/069/04

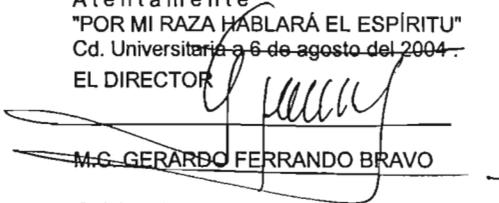
**ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI**  
Presente

El señor MARGARITO ANTONIO SÁNCHEZ JUÁREZ de la carrera de INGENIERO CIVIL, me ha solicitado designar al profesor que le señale Tema de Tesis para su Examen Profesional.

En atención a esa solicitud ruego a usted se sirva formular el Tema solicitado y enviarlo a esta Dirección para comunicarlo oficialmente al interesado.

Doy a usted de antemano las más cumplidas gracias por su atención y le reitero las seguridades de mi consideración más distinguida.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitario a 6 de agosto del 2004.  
EL DIRECTOR

  
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB/AJP\*crc.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Sánchez Juárez  
Margarito Antonio

FECHA: 21- Febrero - 2005



## **DEDICATORIA.**

---

La presente tesis de investigación la dedico:

A mi **papá** que en paz descanse, y yo sé que desde arriba me alienta y me cuida, para seguir adelante.....

A mi **mamá** que fue la bujía y el chico para la conclusión de este trabajo.....

A **mis hermanos**, amigos y a aquellas personas que de una manera desinteresada me apoyaron y me alentaron para seguir adelante.....

Y, muy en especial, a mi director de tesis **Ing. Alberto Coria I.**, por haberme soportado, en las llamadas y aclaración de las dudas que se me presentaron en esta tesis y por su paciencia para esperarme a la conclusión de este trabajo de investigación.....

**GRACIAS, GLORIOSA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MÉXICO Y A MI FACULTAD DE  
INGENIERÍA.**

Margarito Antonio Sánchez Juárez.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.....	5
I.1 Manejo de residuos sólidos hospitalarios.....	5
I.1.1 Etapas del manejo de los residuos sólidos hospitalarios.....	5
I.2 Clasificación de los residuos hospitalarios.....	6
I.2.1 Residuos no peligrosos.....	6
I.2.2 Residuos peligrosos.....	6
I.3 Generación de residuos infectocontagiosos en el Distrito Federal.....	8
I.3.1 Generación.....	8
I.3.2 Densidad.....	9
I.3.3 Características principales de los residuos infectocontagiosos.....	10
I.4 Geohidrología.....	11
I.4.1 Unidad hidrogeológica I.....	12
I.4.2 Unidad hidrogeológica II.....	13
I.4.3 Unidad hidrogeológica III.....	13
I.4.4 Unidad hidrogeológica IV.....	13
I.4.5 Unidad hidrogeológica V.....	13
I.5 Climatología.....	14
I.6 Temperatura.....	14
I.6.1 Precipitación.....	15
I.6.2 Lluvia máxima en 24 horas.....	16
I.6.3 Humedad.....	16
I.6.4 Evaporación total.....	16
I.6.5 Frecuencia de días nublados y despejados.....	17
I.6.6 Velocidad y dirección del viento.....	17
I.6.7 Topografía.....	17
I.6.8 Hidrología superficial.....	18
II. LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	19
II.1 Legislación ambiental sobre residuos peligrosos.....	19
II.1.1 Disposiciones generales sobre residuos peligrosos.....	19
II.2 Materiales y residuos peligrosos.....	23
II.3 Reglamento en materia de residuos peligrosos.....	26
II.4 Manifiesto de residuos peligrosos.....	38
II.5 Reglamento de control sanitario.....	39
II.6 Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.....	42
II.7 Sanciones.....	44
III. DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL.....	47
III.1 Descripción general.....	47
III.1.1 Consideraciones generales.....	47
III.1.2 Selección del método de operación.....	47
III.2 Superficie impermeable.....	48
III.2.1 Acondicionamiento de fondo.....	48
III.2.2 Geomembrana.....	49
III.2.3 Protección de geomembrana.....	50
III.3 Celda diaria.....	50
III.3.1 Calendarización.....	54
III.4 Cubierta diaria y cubierta final.....	55
III.4.1 Bases para el diseño de la cubierta final en el sitio de disposición final de bordo poniente.....	56
III.4.2 Componentes del sistema de cubierta.....	57
III.4.3 Capa de cimentación.....	57

III.4.4	Capa de suelo para área verde.....	58
III.4.5	Rutas de drenajes y control de erosión.....	58
III.4.6	Membranas sintéticas impermeables. Selección del material.....	58
III.4.7	Vialidad.....	59
III.4.8	Infiltración de agua pluvial.....	60
III.5	Captación y transporte de lixiviados.....	60
III.5.1	Generación de lixiviados.....	60
III.5.2	Componentes que influyen en la formación de lixiviado.....	61
III.5.3	Determinación de la infiltración al sitio de disposición final.....	61
III.5.4	Teoría contra practica.....	62
III.6	Captación y manejo de biogás.....	63
III.6.1	Fases de generación de biogás.....	63
III.6.2	Diseño del sistema de captación de biogás.....	64
IV.	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.....	65
IV.1	Generalidades de obra civil.....	65
IV.1.1	Definición.....	65
IV.1.2	Referencias.....	65
IV.1.3	Materiales.....	65
IV.1.4	Requisitos de ejecución.....	65
IV.1.5	Control de obra, criterios de medición y base de pago.....	66
IV.2	Trazo y nivelación.....	67
IV.2.1	Definición.....	67
IV.2.2	Referencias.....	67
IV.2.3	Materiales.....	67
IV.2.4	Requisitos de ejecución.....	67
IV.3	Acarreos.....	69
IV.3.1	Definición.....	69
IV.3.2	Requisitos de ejecución.....	69
IV.3.3	Concepto de obra, criterios de medición y base de pago.....	71
IV.4	Obra civil edificación en planta.....	72
IV.4.1	Excavación en edificaciones.....	72
IV.4.2	Cimbra.....	72
IV.4.3	Concreto hidráulico para construcción.....	73
IV.4.4	Aditivos para concreto.....	73
IV.4.5	Acero de refuerzo para concreto.....	74
IV.4.6	Instalaciones sanitarias.....	74
V.	OBRAS COMPLEMENTARIAS .....	75
V.1	Caseta de vigilancia.....	75
V.2	Cobertizo.....	75
V.3	Cerca perimetral.....	75
V.4	Señalización.....	76
V.5	Protección a conductos de escurrimiento pluvial.....	76
VI.	MANUAL DE OPERACIÓN.....	77
VI.1	Definiciones.....	77
VI.2	Generación.....	78
VI.3	Preparación de los residuos.....	78
VI.3.1	Segregación.....	78
VI.3.2	Uso de recipientes.....	78
VI.3.3	Uso de bolsas.....	79
VI.3.4	Recipientes para embalaje de punzocortantes o líquidos.....	79
VI.3.5	Uso de colores y símbolos.....	79
VI.4	Clasificación de los residuos sólidos hospitalarios.....	79
VI.4.1	Residuos no peligrosos.....	80

## ÍNDICE.

---

VI.4.2 Residuo peligroso.....	81
VI.4.3 Etapas del manejo de los residuos sólidos hospitalarios.....	82
VI.5 Celda de residuos biológico-infecciosos.....	83
VI.5.1 Método de operación.....	84
VI.5.2 Acceso.....	85
VI.5.3 Frente de trabajo.....	86
VI.5.4 Dimensionamiento de la celda diaria.....	86
VI.5.5 Formación del frente de trabajo.....	87
VI.5.6 Generación de lixiviados.....	87
VI.5.7 Pozos de monitoreo.....	88
VI.5.8 Sistema de captación y control de biogás.....	88
VI.6 Aspectos estéticos del relleno.....	88
VI.7 Mantenimiento de la celda de residuos biológico infecciosos después de la clausura.....	90
VII. CONCLUSIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	95

## INTRODRUCCIÓN.

La disposición adecuada de los residuos sólidos provenientes de las instituciones de atención médica en nuestro país es un problema actual que se está incrementando día con día debido principalmente al aumento de la generación de estos residuos y a la imposibilidad de destinar mayores recursos económicos a su disposición final adecuados. Esta situación se ve incrementada en su complejidad por a la aparición de diversas enfermedades letales que ha provocado la infección y muerte para los desechos que pueden provocar infecciones se manejen eficientemente.

Una de las respuestas iniciales a esta situación ha sido el establecimiento de legislación ambiental que tiende a normar la identificación, recolección, transporte y disposición final adecuados de los residuos infectocontagiosos. Esta legislación aparecida en el diario oficial el 07 de noviembre de 1995 y que establecía un período de seis meses para su aplicación, establece el marco regulatorio base que debe de ser observado por las autoridades médicas en el control de sus desechos. En forma resumida, a nivel de tratamiento y disposición final establece lo siguiente:

- I. Los residuos peligrosos biológico infecciosos deberán ser tratados por métodos físicos o químicos.
- II. Los métodos de tratamiento deberán garantizar la eliminación de microorganismos patógenos y deberán volver irreconocibles a los residuos peligrosos biológico-infecciosos.
- III. Una vez tratados e irreconocibles, los residuos biológico infecciosos se eliminarán como residuos no peligrosos.
- IV. En localidades de hasta 100,000 habitantes se podrán disponer los residuos biológico infecciosos en celdas especiales como lo establece la propia norma.

A partir de la entrada en vigor de dicha ley se pudo observar que los organismos que controlan las actividades en los centros de atención médica, se dieron a la tarea de coordinar las actividades necesarias para dar cumplimiento a estas disposiciones; sin embargo se pudo igualmente comprobar que no era posible observar el cumplimiento de la norma por parte de los involucrados por múltiples razones de diversa naturaleza y que en forma resumida a continuación se destacan algunos de los principales aspectos:

- I. Carencia de recursos económicos provocada principalmente por una situación de crisis económica a nivel nacional en los últimos años.
- II. Aunque la legislación se publicó en noviembre de 1995 no se contemplaron en los programas de inversión anual de 2003 las inversiones requeridas para poder cumplir con esta normatividad.

## INTRODUCCIÓN.

---

- III. No se tenía realizados los estudios de planeación previos que permitieran identificar la solución más adecuada para el manejo de los residuos sólidos en los hospitales baja cada una de las condiciones específicas que estos representan.
- IV. No se contaba con infraestructura suficiente y a costo razonables para dar tratamiento adecuado a los residuos sólidos de acuerdo con lo establecido en la norma.

Todos estos aspectos se han ido subsanando a lo largo de 2003 y se prevé que posiblemente una parte de los residuos infectocontagiosos de las unidades de atención médica puedan ser procesados eficientemente a principios de 2004; sin embargo es muy probable que una gran porción de estos desechos no pueda ser manejado eficientemente sino uno o dos años más adelante.

Ante esta situación, la Dirección General de Servicios Urbanos del Distrito Federal intentó participar en la aplicación de la legislación ambiental obligando a los usuarios del servicio a manejar en forma interna los residuos infectocontagiosos estableciendo como obligatorio el que solo se recolectarían a través de los camiones de limpia de las delegaciones y de la propia Dirección General los residuos sin peligrosidad. Esta situación provocó problemas muy severos ya que los hospitales al carecer de la infraestructura adecuada no han sido capaces de manejar sus desechos adecuadamente demandando el servicio de recolección a las autoridades. Esta situación ha motivado que a pesar de los intentos por hacer que se observe la legislación, actualmente es necesario el recolectar todos los desechos que se generen en estas instituciones ya que de no hacerlo se generaría un problema mayor.

El Gobierno del Distrito Federal no cuenta con vehículos adecuados para el transportes de este tipo de desechos y de igual forma no cuenta con los procesos para su tratamiento. Ante esta situación que se ha creado, la Dirección de Servicios Urbanos que consideró conveniente el estar preparados ante la eventual necesidad de seguir, en forma obligada, prestando el servicio de recolección de desechos que no han sido previamente seleccionados y que deben ser considerados como peligrosos o potencialmente peligrosos. De esta forma se procedió a diseñar a nivel ejecutivo un sistema que ofreciera las seguridades de un manejo adecuado de dichos procesos en forma temporal hasta que las instituciones de salud pudieran destinar los recursos necesarios y construir y operar eficientemente sus propios procesos de tratamiento.

Esencialmente el sistema contempla la presentación de un servicio de transporte mediante vehículos que cumplan con las condiciones establecidas en la normatividad relativas al manejo de desechos infectocontagiosos y que principalmente son:

- I. Los residuos peligrosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.

## INTRODUCCIÓN.

---

- II. Los contenedores deberán ser elevados y desinfectados después de cada círculo de recolección.
- III. Los vehículos recolectores deberán ser de caja hermética cerrada con captación de escurrimientos y sistemas mecánicos de carga y descarga.
- IV. Las unidades para transporte de residuos peligrosos biológico infecciosos deberán contar con un sistema de enfriamiento de 4° C cuando la SEMARNAP lo considere necesario.
- V. Los residuos peligrosos biológico infecciosos sin tratamiento no deberán mezclarse con ningún tipo de residuos municipales o de origen industrial durante su transporte.

De igual forma, a pesar de que en la legislación se establece que las celdas para disposición de residuos biológico infecciosos solo serán aplicables a poblaciones de menos de 100,000 habitantes se contempla el diseño de una celda que cumpla con todas y cada una de las características que aseguran el confinamiento de estos desechos, en el área de disposición final de Bordo Poniente donde actualmente se lleva a cabo el depósito de la mayor parte de los desechos sólidos generados en la Ciudad de México. Las condiciones básicas a que se debería sujetar el proyecto ejecutivo de esta celda serían las siguientes:

- I. Tener capacidad suficiente para recibir los residuos infectocontagiosos de las unidades de atención médica de las instituciones de gobierno que prestan este servicio. Considerando que la observancia de la normatividad por parte de los hospitales es un proceso paulatino creciente, el diseño de la celda deberá contemplar un período cercano a los 2 años y que decreciera suficientemente la demanda de este servicio.
- II. Deberían de observarse todas las condiciones de una celda de residuos infectocontagiosos.
- III. Debe de contemplarse el aislamiento total mediante materiales de probada resistencia.
- IV. Se debe tener un control total de los lixiviados que se generen.
- V. Se debe tener contemplar un manejo eficiente del biogás que se produzca en la celda incluyendo la posibilidad de eliminarlo en caso de que se detecte la presencia de elementos patógenos en los mismos.

## INTRODUCCIÓN.

---

Con base en estas consideraciones básicas se procede a **CUMPLIR CON LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS**, el cual se integra en la siguiente TESIS. En este documento se incluye **CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS, DISEÑO DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL, ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL, OBRAS COMPLEMENTARIAS, MANUAL DE OPERACIÓN, CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.**

## I. CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSO.

### I.1.- MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS.

Se llaman residuos sólidos hospitalarios al conjunto de desechos que se generan en un hospital durante la realización de sus funciones y que según su origen dentro del establecimiento son o no son contaminantes. Su manejo correcto tiene el propósito de contribuir al control de las infecciones y de la contaminación microbiológica, con el fin de proporcionar por una parte la seguridad de las personas internadas, de las que laboran y de las que concurren al hospital y por otra, a la prevención de problemas de contaminación ambiental que afecten a la población exterior del mismo.

Las consideraciones en que se base el manejo correcto de los residuos hospitalarios tienen que ver con la prevención de las infecciones intra-hospitalarias, con la protección de la población exterior de enfermedades contagiosas, con sus características físicas y químicas que puedan dañar al medio ambiente, así como razones éticas y estéticas que las involucran. De ello surgen la necesidad de clasificar los distintos tipos de residuos en grupo, según el manejo que la experiencia ha demostrado como el más adecuado para cada uno de ellos.

#### I.1.1.- ETAPAS DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS.

El manejo de los residuos sólidos hospitalarios consta de las siguientes etapas de proceso:

**Almacenamiento in situ:** El almacenamiento de los residuos es la primera fase que se debe de considerar dentro de todo el proceso de manipulación de los residuos sólidos, dicho almacenamiento deberá ir acorde a la cantidad, volumen y tipo de residuo por almacenar.

**Recolección interna:** Es la acción de recolectar los residuos sólidos que se encuentran en el contenedor de almacenamiento in-situ para ser posteriormente transportados a su almacenamiento temporal.

**Transporte interno:** Posterior a la recolección se procede a transportar los residuos de su lugar de origen a su almacenamiento temporal, generalmente esta etapa se realiza por medio de carros manuales.

**Almacenamiento temporal:** Es el lugar destinado a almacenar los residuos sólidos para ser llevados posteriormente a su tratamiento y/o sitio de disposición final.

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

**Tratamiento:** Proceso químico o físico al cual serán sometidos los residuos sólidos peligrosos para la eliminación de microorganismos patógenos, quedando los residuos de forma irreconocible.

### **I.2.- CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS**

Principalmente se tienen dos tipos de residuos generados en los hospitales agrupándolos de forma general como residuos peligrosos y no peligrosos.

#### **I.2.1.- RESIDUOS NO PELIGROSOS.**

Los residuos no peligrosos son aquellos cuyas características y componentes no afectan en lo más mínimo al personal que los maneja ni al medio ambiente, es decir, que no han tenido contacto directo con pacientes durante su diagnóstico y tratamiento, por lo que no poseen ningún elemento que pueda tener la capacidad de causar infección o que contenga o pueda contener toxinas producidas por microorganismos que puedan causar efecto nocivos a seres vivos y al ambiente.

Así los residuos denominados no peligrosos no requieren de técnicas especiales de manejo, ya que prácticamente son similares a los domiciliarios, por lo tanto las técnicas de manejo pueden ser las mismas que son aplicadas a los residuos urbanos.

Estos residuos son los provenientes de las áreas administrativas, de limpieza general, de la elaboración de alimentos, de las oficinas integradas a las áreas médicas, de salas de espera, del auditorio, de aulas y similares.

Cabe destacar que en las áreas médicas también se generan residuos no peligrosos unas en mayor proporción que en otras, como es el caso de consulta externa. En estas áreas aunque predominan los desechos peligrosos, también se generan residuos no contaminados como es el caso de las envolturas, o bien, de recipientes que contuvieron soluciones no peligrosas como son los sueros; los cuales ocupan un volumen considerable debido a que prácticamente todo el material empleado en el tratamiento de los pacientes es completamente desechable.

#### **I.2.2.- RESIDUOS PELIGROSOS.**

Se entiende como residuos peligrosos a aquel residuo que presenta una o más de las características del código (LGEEPA, 1996)

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

- Corrosividad
- Reactividad
- Explosividad
- Toxicidad
- Inflamabilidad
- Biológico Infeccioso.

Las características biológico infecciosas son lo que hacen a un residuo peligroso.

Se determina que es un residuo biológico infeccioso cuando éste contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismo que causen efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica. Considerándose un residuo peligroso biológico infeccioso los siguientes:

- La sangre.
- Los productos derivados de la sangre incluyendo, plasma, suero y paquete globular.
- Los materiales con sangre o sus derivados aún cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contiene o los contuvieron.
- Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.
- Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generadores en la producción de biológicos.
- Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.
- Los patológicos.
- Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o a algún otro tipo de intervención.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.
- Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centro antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.
- Los residuos no anatómicos derivados de la atención de pacientes y de los laboratorios.
- El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a pacientes.
- Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras.
- Los objetos punzo cortantes usados y sin usar.
- Los objetos que han estado en contacto con pacientes o sus muestras clínicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturíes, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubreobjetos, tubos de ensayo y similares.

### **I.3.- GENERACIÓN DE RESIDUOS INFECTOCONTAGIOSOS EN EL DISTRITO FEDERAL.**

La Dirección General de Servicios Urbanos a partir de 1990 inició medidas correctivas a los problemas asociados con el manejo indiscriminado de residuos provenientes de unidades médicas realizando la separación del manejo de 77 unidades médicas del GDF, SS, ISSSTE, PEMEX y IMSS para su disposición controlada en el relleno Sanitario en Bordo Poniente con la construcción en 1996 de una celda especial para el confinamiento de residuos de tipo biológico infeccioso con un depósito diario de 75 toneladas.

A partir de diciembre de 1996 da inicio la instrumentación de un sistema especializado de manejo de residuos hospitalarios de acuerdo con lo siguiente:

- Clasificación y separación interna de los residuos hospitalarios por parte del personal de la unidad médica.
- Colocación en bolsa de plástico de los residuos que representan riesgo; almacenamiento en contenedores para cada tipo de residuos.
- Recolección mecanizada, nocturna y por tipo de residuo.
- Transporte con vehículos y rutas especiales.
- Confinamiento controlado en celda impermeabilizada.

Las unidades de asistencia médica que participaron en el programa de instrumentación para el manejo de residuos hospitalarios fueron 26 unidades médicas del G.D.F., 64 de la S.S.A., 17 del ISSSTE, y 8 privadas como el Hospital López Mateos, Juárez, De la Mujer, Ignacio Zaragoza y los Institutos Nacionales de Neurología, Pediatría, Nutrición, Cancerología y Enfermedades Respiratorias entre otros.

#### **I.3.1.- GENERACIÓN.**

De acuerdo con los indicadores de generación de residuos sólidos biológico infeccioso que se generan en unidades médicas realizados por la Dirección General de Servicios Urbanos a partir de los diferentes niveles de atención médica como a continuación se menciona:

Primer nivel: Cuando la unidad otorga exclusivamente consulta externa.

Segundo nivel: Cuando además de la consulta externa se cuenta con los cuatro servicios básicos de hospitalización: Medicina Interna, Pediatría, Cirugía y Gineco-Obstetricia.

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

Tercer nivel: Cuando a lo anterior se agrega cualquier servicio de hospitalización especializada así como instalaciones de investigación.

En la tabla se muestran índices de generación de residuos sólidos para diferentes y países de acuerdo con su generación por nivel hospitalario.

### GENERACIÓN UNITARIA EN UNIDADES MEDICAS POR NIVEL DE ATENCION

PAIS	GENERACIÓN UNITARIA		
	NIVEL I (kg/consultorio/día)	NIVEL II (kg/cama/día)	NIVEL III (kg/cama/día)
U.S.A.	3.20	6.20	8.30
MÉXICO	1.26	4.73	5.39
PERU	1.60	2.93	4.80
CHILE	0.97	3.70	4.21
BRASIL	1.20	2.63	3.80
VENEZUELA	1.56	3.10	3.71
ARGENTINA	1.85	2.80	3.65

#### I.3.2.- DENSIDAD

El peso volumétrico de los residuos generados en unidades médicas del Distrito Federal son:

NIVEL DE ATENCIÓN	PESO VOLUMÉTRICO ( KG/M3 )
Nivel I	65
Nivel II	141
Nivel III	183
<b>PROMEDIO</b>	<b>130</b>

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

### I.3.3.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS RESIDUOS INFECTOCONTAGIOSOS.

De acuerdo con estudios desarrollados por la Dirección General de Servicios Urbanos a través de la Dirección Técnica de Desechos Sólidos la composición física de los residuos generados en unidades médicas del Distrito Federal se muestra en las tablas siguientes.

#### COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN CENTROS DE SALUD

SUBPRODUCTOS	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	PROMEDIO
Abate lenguas	0.20	0.10	5.60	1.97
Algodón	0.10	0.30	5.50	1.97
Cartón	5.40	8.80	10.70	8.30
Cuero	0.00	0.00	0.00	0.00
Envase de cartón	0.00	1.80	1.40	1.07
Fibra dura vegetal	0.00	0.60	0.00	0.20
Fibra sintética	0.30	0.50	0.00	0.27
Gasa	7.70	0.50	3.10	3.77
Hueso	1.00	0.20	0.00	0.07
Hule	3.60	0.40	4.80	2.07
Jeringa desechable	1.00	0.30	4.50	2.80
Lata	0.00	0.60	3.60	1.73
Loza y cerámica	1.10	0.00	0.00	0.00
Madera	0.00	0.20	0.00	0.43
Material de construcción	0.00	0.00	0.00	0.00
Material ferroso	0.70	0.60	4.40	1.90
Material no ferroso	0.20	0.00	0.00	0.07
Neopreno ( llantas )	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros	1.60	1.10	0.70	1.13
Papel Bond	8.20	4.30	7.20	6.57
Papel Periódico	5.30	3.20	4.60	4.37
Papel sanitario	15.40	4.80	102.80	11.00
Papel desechable	1.90	1.70	0.70	1.43
Placas radiológicas	0.90	0.00	0.00	0.30
Plástico de películas	3.40	1.70	4.70	3.27
Plástico rígido	1.50	0.30	1.10	0.97
Poliestireno expandido	0.00	3.60	1.50	1.70
Poliuretano	0.40	1.50	0.40	0.76
Residuos alimenticios	17.00	57.00	6.90	26.96
Residuo de Jardinería	2.60	0.00	1.30	1.30
Residuo Fino	0.50	0.00	0.80	0.43
Toallas sanitarias	0.00	0.00	0.00	0.00
Trapo	1.20	0.30	0.00	0.50

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

Venda	0.10	0.00	1.00	0.36
Vidrio de color	18.30	0.10	1.70	6.70
Vidrio transparente	0.40	5.50	11.0	5.63
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICA DE RESIDUOS GENERADOS EN UNIDADES MEDICAS DEL DISTRITO FEDERAL

COMPONENTES FÍSICO QUÍMICOS	% EN PESO
Carbono	52.60
Hidrógeno	6.05
Oxígeno	31.18
Nitrógeno	1.06
Materia orgánica	90.97
Azufre	-----
Humedad	57.81
Cenizas	9.03
Poder calorífico ( kcal / kg )	2,617.60

#### I.4.- GEOHIDROLOGIA.

El relleno Sanitario de Bordo Poniente se localiza en la porción nororiente de la Ciudad de México dentro de la zona Federal del Ex-lago de Texcoco y al oeste la zona urbana de la Ciudad de México.

Bajo el relleno sanitario se encuentra un paquete de materiales lacustres. Principalmente arcillosos, con espesor promedio de 72 m con lentes e intercalaciones de material arenosos de mayor compactación que por lo general se encuentran de manera errática en la zona; sin embargo, se ubican dos capas más continuas, intercaladas entre los sedimentos arcillosos, a los que se les conoce como “capas duras”.

Estas capas son de composición areno-limosa principalmente y se encuentran a profundidades promedio de 30 metros la primera y de 60 m la segunda.

Las capas arcillosas son definidas como acuitardos, mientras que las capas duras como acuíferos; ambas contienen agua altamente salina.

El primer acuitardo tiene un espesor de 36 m promedio y el segundo de 20 m. Las capas duras son de 7 a 10 metros de espesor y debido a su mayor permeabilidad presentan tanto flujo horizontal como vertical en cambio en los acuitardos el flujo es esencialmente vertical.

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

Los materiales que subyacen a los depósitos lacustres descritos por debajo de los 72 metros en promedio, forman un sistema acuífero semiconfinado y sus materiales son de origen aluvial volcánico y vulcanoclástico, arenas, gravas y limos con horizontes arcillosos. Este acuífero es considerado como una extensión del acuífero principal de la Ciudad de México y su espesor varía de 100 a 400 metros de acuerdo con trabajos geofísicos consultados.

Debido a que existe un flujo de las arcillas hacia el acuífero inferior, estas se están consolidando, lo que se traduce en hundimiento. Mediante mediciones realizadas a partir de 1972, el hundimiento regional detectado de 1972 a 1977 fue de 16.5 cm/año de 1977 a 1982 de 23.6 cm/año, de 1982 a 1987 de 22.7 cm/año de 1987 a 1990 de 30 cm/año, de 1991 a 1998 de 36 cm/año, lo que muestra que el hundimiento se incrementa con el tiempo.

Localmente los asentamientos en el relleno sanitario son inducidos por la compresibilidad del terreno donde se esté desplantando, de sus características geométricas ( altura y base ) y de las características de sus desechos.

Se sabe que el asentamiento al centro del relleno puede ser de 2 metros en 5 años.

El hundimiento por este efecto y por el drenado de las arcillas induce la formación de grietas, lo que podría disminuir la capacidad de las arcillas para proteger al acuífero principal de la contaminación por los lixiviados.

La parte superior del subsuelo en la zona del ex-lago, ha sido dividida de la siguiente manera según terminología informal establecida por Marsall y Mazarí:

- Capa superior o Manto superficial (MS).
- Formada por arcillas, limos arcillosos y arenas limosas, con un espesor promedio de 1.5 metros.
- Formación arcillosa superior (FAS).
- Constituida por arcillas blandas altamente plásticas con espesor que van de 6 a 40 metros.
- Capa Dura (CD).
- Compuesta por materiales limo-arenosos cementados por carbonato de calcio; su espesor varía entre 2 y 3.5 metros.

### **I.4.1.- UNIDAD HIDROGEOLÓGICA I.**

Agrupa derrames basálticos, brechas volcánicas y depósitos aluviales, por sus altas características se les considera una permeabilidad que varía de media a alta, por lo que es capaz de construir acuíferos o zonas de recarga.

**I.4.2.- UNIDAD HIDROGEOLOGICA II.**

Engloba a todas y a derrames andesíticos y dacíticos; en el primer caso su permeabilidad es baja, por lo que no permite la infiltración de agua; en el caso de los derrames la permeabilidad varía de media a baja, por lo que conforman zonas de recarga restringida, o acuíferos de baja potencialidad.

**I.4.3.- UNIDAD HIDROGEOLOGICA III.**

Está constituida por los sedimentos lacustres, que presentan permeabilidades bajas a muy bajas, por lo que dan lugar a acuitardos que están drenando su agua en sentido vertical descendente y que de forma continua están sufriendo asentamientos y compactación. Su baja permeabilidad puede verse incrementada por agrietamientos.

**I.4.4.- UNIDAD HIDROGEOLOGICA IV.**

Sólo se presenta en el subsuelo, debajo de la unidad III; esta compuesta por material arenoso, limos, gravas y horizontes de arcilla: Su permeabilidad es variable según la granulometría y compactación de sus diferentes capas. Constituye al sistema acuífero que es explotado para abastecer a la Ciudad de México.

**I.4.5.- UNIDAD HIDROGEOLOGICA V.**

También está localizada en el subsuelo: La conforman tobas y margas compactadas; se estima una permeabilidad que varía de baja a media y constituye el basamento del acuífero.

Las permeabilidades encontradas en las arcillas por diversos investigadores son del orden de  $5 \times 10^{-9}$  m/seg, lo que indica una permeabilidad muy baja.

La calidad química del agua contenida en las capas duras es muy mala, de tal forma que el fluido se clasifica como salmuera, con contenidos químicos de 87.5 gr/l de cloruro de sodio 90 gr/l de alcalinidad total expresada como carbonato de sodio.

Los piezómetros instalados en la zona muestran que la carga hidráulica en las arcillas es menor conforme aumenta la profundidad, lo que genera un movimiento vertical descendente del agua y un gradiente hidráulico prácticamente unitario.

En términos generales se puede decir que el acuífero en explotación para abastecer a la Ciudad de México (UNIDAD HIDROLOGICA IV), se localiza en la zona de estudio a profundidades mayores de 80 m, por encima de las cuales existen materiales

predominantemente arcillosos, está situación permite concluir que debería ser prácticamente imposible la contaminación de acuífero por los lixiviados derivados de los rellenos sanitarios de la zona, sin embargo la presencia de grietas desarrolladas en las arcillas hacen dudar de la capacidad de autodepuración de las mismas por lo que resulta indispensable conocer cual es la profundidad máxima que estas pueden alcanzar y que tanto pueden incrementar su permeabilidad.

### **I.5.- CLIMATOLOGIA.**

Con base en la clasificación de Köppen modificada por Enrique García ( 1998), el clima predominante en el área de influencia es según fórmula climática el BS, Kw (i')g.

Esto es:

B = Grupo de los secos, tipo semiseco;

(S<sub>1</sub>) = El menos seco;

(K) = Templado con verano cálido, la temperatura media anual entre 12° y 18° C, temperatura del mes más frío entre -3° y 18° C y la temperatura del mes más cálido mayor de 31.47°C;

(w) = Con lluvias de verano, % de precipitación invernal de 3.0. Con un cociente P/T de 36.0;

i' = Variante, isotermal con poca oscilación de 6.4, y;

g = Variante, marcha de la temperatura tipo ganges.

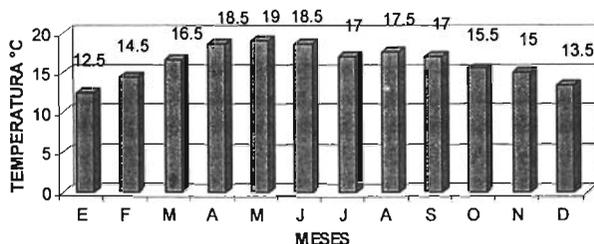
La estación climatológica considerada para este estudio es una de las más cercanas al sitio y cuenta con registros confiables a través de varios años, es la estación Aeropuerto ( clave SMN 09-064), coordenadas 19° 26' y 99° 05', situada a los 2, 234 msnm, se tomaron datos de los años 1979 a 1998.

### **I.6.- TEMPERATURA.**

La temperatura media anual en la región es de 16.3° C, presentándose la temperatura media más alta en el mes de mayo con 18.98°C, y la más baja en enero con 13.08°C.

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

### TEMPERATURA MEDIA (° C).



### TEMPERATURA MEDIA PROMEDIO (° C).

#### COORDENADAS:

LATITUD = 19 - 22

LONGITUD = 098 - 59

La temperatura máxima extrema registrada en la región es de 31.47°C, en el mes de mayo y la mínima extrema de -1.57°C, la cual se presenta en el mes de enero.

AÑO	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

1991	11.30	14.20	16.90	17.80	18.70	18.10	17.00	17.50	17.30	16.90	13.90	14.00
1992	14.50	15.20	17.90	20.10	18.80	19.40	17.00	17.50	17.80	16.10	14.50	13.60
1993	12.60	13.30	16.40	19.60	21.40	20.20	17.50	17.60	17.00	16.10	15.10	13.90
1994	13.20	14.70	17.70	20.30	17.40	17.70	16.60	16.50	15.90	17.20	13.90	12.90
1995	13.10	14.50	16.90	16.40	18.40	17.60	16.70	17.30	17.10	16.30	14.90	13.60
1996	11.50	14.80	15.20	18.00	18.50	17.40	16.90	17.30	17.70	16.30	15.40	14.00
1997	13.60	15.30	17.10	17.80	18.20	17.90	17.50	18.00	18.50	15.10	14.90	14.80
1998	12.70	15.20	16.50	19.20	19.70	18.60	17.60	17.80	17.20	15.90	15.40	13.40
1999	14.30	14.50	15.40	17.00	19.30	18.50	18.00	17.40	16.60	15.80	16.30	12.90
2000	14.00	14.30	16.70	17.20	19.40	18.80	18.10	18.00	18.00	16.10	15.70	
PROMEDIO	13.08	14.60	16.67	18.34	18.98	18.42	17.29	17.49	17.31	16.18	15.00	13.68

**PROEDIO ANUAL 16.41**

Los meses más calurosos del año son de marzo a junio, y los meses más fríos son de diciembre a febrero.

#### 1.6.1.- PRECIPITACION.

En la cuenca del Valle de México, ocurre durante la época de secas un aumento de la nubosidad y en ocasiones, precipitaciones en forma de lluvia ligera o llovizna que pueden persistir uno o varios días. Es frecuente en esta época el hecho de que las masas de aire

## CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

polar continental que penetran a la Cuenca de México sean bastantes secas, generando tiempo frío y ventoso con poca nubosidad.

Por otra parte, a partir del mes de abril, la circulación atmosférica de invierno comienza a cambiar prevaleciendo la corriente húmeda tropical de los vientos alisios, que propicia la formación de nubes convectivas que originan los aguaceros en verano.

Con base en los datos de la estación Aeropuerto, en la región se tiene una precipitación media anual en el orden de los 568.3 mm.

La precipitación total promedio es de 46.37 mm. Los meses en que se registra una mayor precipitación en el año son junio, julio, agosto y septiembre; y el mes que registra la menor precipitación es diciembre.

### **I.6.2.- LLUVIA MÁXIMA EN 24 HORAS.**

En la región de estudio se tiene que los meses con el valor más alto de lluvia máxima en 24 horas es el mes de junio con una media de 27.97 mm y julio con 25.4 mm en 24 horas.

### **I.6.3.- HUMEDAD.**

En general, la humedad relativa es menor en el área urbana que en los espacios vecinos, ya que la urbe cuenta con escasas fuentes de humedad. Es conocido el efecto benéfico de regulación de la humedad que tiene las áreas verdes, como puede ser el Bosque de Aragón, sin embargo, estas no son abundantes.

Las fuentes de humedad como parques y jardines públicos no han crecido al mismo ritmo que se ha extendido el área urbana de la ciudad. Sin embargo, las grandes áreas verdes de la Ciudad como Chapultepec, Tlalpan son fuente importante de humedad. El resultado, es que en la zona Centro se ha perdido humedad y que en la periferia es un poco mayor.

A nivel macroubicación, el ex-lago de Texcoco, la mayor humedad se encuentra en la zona lacustre con cuerpos de agua superficial y la menor humedad se extiende hacia la zona del proyecto.

### **I.6.4.- EVAPORACIÓN TOTAL.**

En lo que respecta a la evaporación total, en la región se registran los más altos índices de evaporación en los meses de marzo, abril, mayo y junio de 132 a 165.21 mm; y los índices más bajos en los meses de enero, noviembre y diciembre este último con 89.99 mm.

**I.6.5.- FRECUENCIA DE DIAS NUBLADOS Y DESPEJADOS.**

El área de estudio, posee una alta frecuencia mensual de días despejados en un rango de 9 a 25 días, resultando abril como el mes con el mayor número de días despejados.

En cuanto a los días nublados, el mayor número ocurrieron durante los meses de junio, julio y septiembre en la época estival.

**I.6.6.- VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.**

El área se ubica dentro de la región que forma la Cuenca de México, donde los vientos soplan con velocidades menores a 1.5 m/seg, dominando los vientos del noreste.

Estos vientos entran por el corredor Tula-Mixcoac, área altamente industrializada y con los bancos de extracción de materiales de construcción, y son dirigidos hacia la ciudad, las emisiones de los giros industriales localizados en Naucalpan, Atizapan, Tlalnepantla, Cuatitlan, Azcapotzalco, Coacalco y Ecatepec.

En los tres primeros meses del año, los vientos dominantes son del noreste provocando las tolvaneras características de febrero y marzo.

Cerca de los 13 Km a la altura de la temporada, los vientos sobre la cuenca alcanzan velocidades cercanas a los 100 Km/h. Estos vientos máximos del oeste soplan en las alturas, en los niveles cercanos al suelo llegan masas de aire procedentes de las regiones polares y del Pacífico Norte. La subsidencia del aire asociada a la circulación anticiclónica prevaleciente origina en la ciudad de México muchos días de cielos despejados y de períodos de calma en los niveles inferiores especialmente por la noche y en la mañana.

Cabe indicar que dado el carácter del proyecto, no constituirá afectación alguna en el movimiento de los vientos en la zona, ni creará una barrera al paso natural de los vientos dominantes.

**I.6.7.- TOPOGRAFIA.**

El terreno donde se ubicará la celda de residuos biológico infecciosos pertenece a la denominada 4ª. Etapa del sitio de disposición final Bordo Poniente. Las condiciones topográficas de sitio son muy uniformes prácticamente planas con pequeñas alteraciones oscilando alrededor de los 2231 msnm, las modificaciones al suelo por actividades de control en el sistema hidráulico de la Ciudad de México, las actividades de depósito de residuos sólidos y las acciones que se han realizado en el marco del rescate ecológico del

ex-lago de Texcoco son los elementos que más han influido para modificar la estructura planta del suelo y que permite ahora identificar sobre elevaciones de cierta importancia.

#### **I.6.8.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL.**

La zona de estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 26 (RH 26), denominada del alto Pánuco; dentro de la cuenca "D" Río Moctezuma perteneciente a la subcuenca "p" del Lago de Texcoco y Zumpango y cuyas superficies son 7, 933.83 km<sup>2</sup> respectivamente (INEGI, 1983).

Con base en la carta hidrológica, la zona de estudio y área de influencia tiene un coeficiente de escurrimiento superficial de la precipitación media anual del 5% al 10%.

Esta unidad de escurrimiento se localiza principalmente en los alrededores de la Ciudad de México.

Su característica más importante es la de ser valles permeables dedicados al cultivo, con lluvias menores de 700 mm anuales.

Se considera una de las regiones más importantes del país, tanto por el volumen de sus corrientes superficiales, como por su extensión. Abarca una gran extensión que comprende toda la parte norte, noreste y noroeste del Estado de México, donde se localizan Ecatepec, Nicolás Romero, Nezahualcoyotl, Cuautitlan, Tepotzotlan, Canalejas, Jilotepec de Abasolo, etc.

A pesar de que en forma natural no existen corrientes superficiales en la zona del lago de Texcoco, ya que era punto de confluencia de los escurrimientos de la Sierra del nororiente y de otros arroyos mas en una compleja interacción con otros cuerpos lagunares, actualmente se pueden identificar canales artificiales que han sido dragados para conducir principalmente las aguas residuales de una zona importante de la ciudad de México. A este sitio confluyen el Río Churubusco como corriente superficial más importante, y el Río de la Compañía que después de su unión integran el Dren General del Valle que descarga al Gran Canal del Desagüe esta situación y la disponibilidad de grandes áreas de terreno federal prácticamente improductivo en el lago de Texcoco, han originado el desarrollo de algunos elementos de control de avenidas del sistema hidráulico. Se identifican principalmente los lagos de regulación horaria que algunas desviaciones del río Churubusco en una serie de interconexiones.

Una de estas interconexiones da origen a un canal que marca el límite de la denominada 4ª. Etapa del relleno sanitario de Bordo Poniente y que se localiza al extremo suroeste siendo prácticamente el límite de la franja de terreno que se ha considerado para alojar la celda de residuos biológico infecciosos. Hacia este canal se conducirán los escurrimientos pluviales de la zona.

## **II. LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

### **II.1.- LEGISLACIÓN AMBIENTAL SOBREA RESIDUOS PELIGROSOS.**

Los residuos sólidos cuenta con un marco normativo importante que tiene como base la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 27, a partir del cual se publicó, el 28 de enero de 1998, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, que sienta las bases para reglamentar o normatizar las actividades inherentes en materia de residuos peligrosos. De igual manera, en esta Ley se indica que la regularización de las actividades relacionadas con materiales o residuos considerados como peligrosos es de alcance federal; la misma ley se encarga del aspecto sobre el manejo de los mismos, desde su generación hasta su disposición final, de conformidad con las normas oficiales mexicanas y demás procedimientos que se establezcan. A continuación se enuncian los artículos de la citada ley, aplicables para el caso de los residuos peligrosos.

#### **II.1.1.- DISPOSICIONES GENERALES SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS.**

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que a continuación se escriben:

### **CAPITULO I**

#### **DISPOSICIONES GENERALES:**

**ARTICULO 1o.-** El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

**ARTICULO 2o.-** La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

## LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

**ARTICULO 3o.-** Para efectos de este Reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

**Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

**Confinamiento controlado:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su aislamiento definitivo.

**Confinamiento en formaciones geológicas estables:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo.

**Contenedor:** Caja o cilindro móvil, en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

**Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

**Disposición final:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

**Envasado:** Acción de introducir un residuo peligroso en un recipiente, para evitar su dispersión o evaporación, así como facilitar su manejo.

**Empresa de servicios de manejo:** Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

**Generación:** Acción de producir residuos peligrosos.

**Generador:** Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

**Incineración:** Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

**Jales:** Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

<b>Ley:</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
<b>Lixiviado:</b>	Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.
<b>Manifiesto:</b>	Documento oficial, por el que el generador mantiene un estricto control sobre el transporte y destino de sus residuos peligrosos dentro del territorio nacional.
<b>Presa de jales:</b>	Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales.
<b>Reciclaje:</b>	Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.
<b>Recolección:</b>	Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reuso, o a los sitios para su disposición final.
<b>Reglamento:</b>	El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos.
<b>Residuo incompatible:</b>	Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación; o, partículas, gases o vapores peligrosos; pudiendo ser esta reacción violenta.
<b>Reuso:</b>	Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.
<b>Secretaría:</b>	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
<b>Tratamiento:</b>	Acción de transformar los residuos, por medio del cual se cambian sus características.
<b>ARTICULO 4o.-</b>	Compete a la Secretaría:
<b>I.-</b>	Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley;

- II.-** Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este Reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- III.-** Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios;
- IV.-** Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;
- V.-** Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización;
- VI.-** Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos;
- VII.-** Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;
- VIII.-** Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente Reglamento;
- IX.-** Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento a que hace referencia este Reglamento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos generados en el país;
- X.-** Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos;
- XI.-** Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente Reglamento
- XII.-** Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que se trata este Reglamento;

- XIII.-** Promover la participación social en el control de los residuos materia de este Reglamento;
- XIV.-** Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;
- XV.-** Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos e materia de este Reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación; y
- XVI.-** Las demás que le confieren este Reglamento y otras disposiciones legales.

Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.

**ARTICULO 5o.-** Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

**ARTICULO 6o.-** Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de residuos peligrosos que expida la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.

## **II.2.- MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.**

### **CAPITULO V :**

**ARTICULO 150o.-** La Secretaría, previa la opinión de la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, de Salud y de Energía, de Agricultura y

Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Gobernación, determinará y publicará en el Diario Oficial de la Federación, los listados de materiales y residuos peligrosos para efecto lo establecido en la Ley.

**ARTICULO 151o.-** La instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos, requerirá la autorización previa de la Secretaría.

**ARTICULO 152o.-** Los materiales y residuos que se definan como peligrosos para el equilibrio ecológico deberán ser manejados con arreglo a las normas oficiales mexicanas y procedimientos que establezca la Secretaría, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Gobernación.

**ARTICULO 153o.-** La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal. En todo caso deberán observarse las siguientes disposiciones.

- I.- Corresponderá a la secretaria el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse, aplicando las medidas de seguridad que correspondan, sin perjuicio de lo que este particular prevé la Ley Aduanera;
- II.- Únicamente podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o reúso, cuando su utilización sea conforme a las leyes, reglamento y disposiciones vigentes;
- III.- No podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;
- IV.- No podrá autorizarse el tránsito por territorio nacional de materiales peligrosos que no satisfagan las especificaciones de uso o consumo conforme a las que fueron elaboradas, o cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos o restringidos en el país al que estuviesen destinados; ni podrá autorizarse dicho tránsito de residuos peligrosos, cuando tales materiales y residuos provengan del extranjero para ser destinados a un tercer país;

- V.- El otorgamiento de autoridades para la exportación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objetivo sea su disposición final en el extranjero, quedará sujeto a que exista consentimiento expreso del país receptor;
- VI.- Los materiales y residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración, o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, inclusive los regulados en el artículo 85 de la Ley Aduanera, deberán ser retornados al país de procedencia dentro del plazo que para tal efecto determine la Secretaría;
- VII.- El otorgamiento de autorización por parte de la Secretaría par la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que se garantice debidamente el cumplimiento de los que establezca la presente Ley y las demás disposiciones aplicables, así como la reparación de los daños y perjuicios que pudieran causarse tanto en el territorio nacional como en el extranjero, y;
- VIII.- La adición a lo que establezcan otras disposiciones aplicables, podrán revocarse las autorizaciones que se hubiesen otorgado para la importación de materiales y residuos peligrosos, sin perjuicio de la imposición de la sanción o sanciones que corresponda, en los siguientes casos:
  - a).- Cuando por causas supervinientes, se comprueba que los materiales o residuos peligrosos autorizados constituyen mayor riesgo para el equilibrio ecológico que el que tuvo en cuenta para el otorgamiento de la autorización correspondiente;
  - b).- Cuando la importación o exportación no cumpla los requisitos fijados en la guía ecológica que expida la Secretaría;
  - c).- Cuando los materiales o residuos peligrosos ya no poseen los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y
  - d).- Cuando se determine que la solicitud correspondiente contenga datos falsos, presentados de manera que se oculte información necesaria para la correcta apreciación de la solicitud.

### II.3.- REGLAMENTO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

El reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

De manera específica se cuenta con el reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos, en donde se regulan el transporte, el almacenamiento, la recolección, la disposición final, la importación y exportación de estos residuos, así como los sitios para su confinamiento. Los artículos del reglamento quedan conformados de la siguiente manera:

ACTIVIDAD	ARTICULOS APLICABLES
Generación	5, 6, 7, 8
Almacenamiento	5, 7, 8, 10, 12, 15, al 21
Transporte	5, 7, 8, 10, 12, 14, 22, 23, 25 al 29 y 42
Reciclaje	5, 7, 10, 11, 12, 23, 25, 52
Incineración	5, 7, 10, 11, 12, 23, 25, 39
Disposición Final	5, 7, 8, 10, 11, 12, 23, 25, 30 al 37, 39, 53
Importación	43 al 57
Exportación	43 al 50, 53, 54

Para efectos de este reglamento, se entiende por manejo el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.

En este reglamento se establecen artículos sobre la generación y manejo de los residuos, así como la importación y exportación de los mismos y las medidas de control y sanciones de aplicación.

#### ARTICULO 40.- Compete a la Secretaría:

- I.- Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley;
- II.- Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este Reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

- III.- Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios;
- IV.- Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;
- V.- Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización;
- VI.- Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos;
- VII.- Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;
- VIII.- Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente Reglamento;
- IX.- Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento a que hace referencia este Reglamento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos generados en el país;
- X.- Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos;
- XI.- Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente Reglamento
- XII.- Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que se trata este Reglamento;
- XIII.- Promover la participación social en el control de los residuos materia de este Reglamento;
- XIV.- Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;

- XV.-** Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos e materia de este Reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación; y
- XVI.-** Las demás que le confieren este Reglamento y otras disposiciones legales.

Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.

**ARTICULO 5o.-** Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

**ARTICULO 6o.-** Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de residuos peligrosos que expida la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.

## **CAPITULO II**

### **DE LA GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS**

**ARTICULO 7o.-** Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría, en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

En la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos.

- ARTICULO 8o.-** El generador de residuos peligrosos deberá:
- I.- Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;
  - II.- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;
  - III.- Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;
  - IV.- Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;
  - V.- Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
  - VI.- Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;
  - VII.- Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
  - VIII.- Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;
  - IX.- Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas;
  - X.- Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;
  - XI.- Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período; y
  - XII.- Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

**CAPITULO III**

**DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

- ARTICULO 9o.-** Para los efectos del Reglamento se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.
- ARTICULO 10.-** Se requiere autorización de la Secretaría para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, así como para prestar servicios en dichas operaciones sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud y de seguridad e higiene en el trabajo.
- ARTICULO 11.-** En el caso de instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, previamente a la obtención de la autorización a que se refiere el artículo anterior, el responsable del proyecto de obra respectivo deberá presentar a la Secretaría la manifestación de impacto ambiental prevista en el artículo 28 de la Ley, de conformidad con el procedimiento señalado en el Reglamento de Impacto Ambiental.
- ARTICULO 12.-** Las personas autorizadas conforme al artículo 10 de este Reglamento, deberán presentar, previo al inicio de sus operaciones:
- I.-** Un programa de capacitación del personal responsable del manejo de residuos peligrosos y del equipo relacionado con éste;
  - II.-** Documentación que acredite al responsable técnico; y
  - III.-** Un programa para atención a contingencias.
- ARTICULO 13.-** El generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos, para cualquiera de las operaciones que comprende el manejo. Estas empresas deberán contar con autorización previa de la Secretaría y serán responsables, por lo que toca a la operación de manejo en la que intervengan, del cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que de él se deriven.

- ARTICULO 14.-** Para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, el generador deberá envasarlos de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos en su caso, en envases:
- I.- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo; y
  - II.- Identificados, en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes, con el nombre y características del residuo.
- ARTICULO 15.-** Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:
- I.- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
  - II.- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
  - III.- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
  - IV.- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
  - V.- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
  - VI.- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm<sup>2</sup> durante 15 minutos; y
  - VII.- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

**ARTICULO 16.-** Además de lo dispuesto en el artículo anterior, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- I.- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- II.- Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;
- III.- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y
- IV.- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

**ARTICULO 17.-** Además de lo dispuesto en el artículo 15, las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- I.- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;
- II.- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- III.- Contar con pararrayos; y
- IV.- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

**ARTICULO 18.-** En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.

**ARTICULO 19.-** Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

- I.- Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente;
- II.- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento; y

- III.- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del Reglamento.

**ARTICULO 20.-** Queda exceptuado de lo dispuesto en los artículos 15, 16, 17, 18 y 19 fracción III, el almacenamiento de jales. Estos residuos deberán almacenarse conforme a lo que dispongan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 21.-** Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora. En la bitácora se debe indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

**ARTICULO 22.-** La recolección de residuos peligrosos fuera de las instalaciones donde se generen o manejen, así como el transporte de los mismos, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas, que al efecto se expidan.

**ARTICULO 23.-** Para transportar residuos peligrosos a cualquiera de las instalaciones de tratamiento o de disposición final, el generador deberá adquirir de la Secretaría, previo el pago de los derechos que correspondan por ese concepto, los formatos de manifiesto que requiera para el transporte de sus residuos.

Por cada volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo.

El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final.

El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.

El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservadas por el generador, por el transportista y por el destinatario de los residuos peligrosos, respectivamente, conforme a lo siguiente:

- I.- Durante diez años en el caso del generador, contados a partir del momento en el que el destinatario entregue al primero el original del manifiesto;

- II.- Durante cinco años en el caso del transportista, contados a partir de la fecha en que hubiere entregado los residuos peligrosos al destinatario; y
- III.- Durante diez años en el caso del destinatario, contados a partir de la fecha en que hubiere recibido los residuos peligrosos para su disposición final.

En el caso de la fracción III, una vez transcurrido el plazo señalado, el destinatario deberá remitir a la Secretaría la documentación, en la forma en que esta determine.

El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante diez años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final.

**ARTICULO 24.-** Si transcurrido un plazo de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, el generador no recibe copia del manifiesto debidamente firmado por el destinatario de lo mismos, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho, para que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

**ARTICULO 25.-** El transportista y el destinatario de los residuos peligrosos deberán entregar a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los residuos que hubiesen recibido durante dicho periodo para su transporte o para su disposición final, según sea el caso.

**ARTICULO 26.-** Cuando para el transporte de residuos peligrosos, el generador contrate a una empresa de servicios de manejo, el transportista contratado estará obligado a:

- I.- Contar con autorización de la Secretaría,
- II.- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse;
- III.- Firmar el original del manifiesto que le entregue el generador, y recibir de éste último las dos copias del manifiesto que correspondan;

- IV.- Verificar que los residuos peligrosos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes;
- V.- Sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como a las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes; y
- VI.- Remitir a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos peligrosos recibidos para transporte durante dicho periodo.

**ARTICULO 27.-** Sin perjuicio de las autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades competentes, los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deberán contar con registro de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y reunir los requisitos que para este tipo de vehículos determine dicha dependencia.

Una vez registrados los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éstos sólo podrán usarse para dicho fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tractocamiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos, por tener como única función la de arrastrar contenedores.

**ARTICULO 28.-** Queda prohibido el transporte de residuos peligrosos por vía aérea.

**ARTICULO 29.-** Quienes recolecten y transportes residuos peligrosos, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de tránsito, salud y comunicaciones y transportes, están obligados a lo siguiente:

- I.- Observar los programas de mantenimiento del equipo; y
- II.- Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos, de acuerdo al tipo de residuos que se transporte.

**ARTICULO 30.-** Cuando sea necesario dar tratamiento previo a un residuo peligroso para su disposición final, éste deberá tratarse de acuerdo a los métodos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 31.-** La disposición final de residuos peligrosos se sujetará a lo previsto en este Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan. Los sistemas para la disposición final de residuos peligrosos son:

- I.- Confinamientos controlados;
- II.- Confinamientos en formaciones geológicas estables; y
- III.- Receptores de agroquímico.

Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

**ARTICULO 32.-** La selección del sitio, así como el diseño y construcción de confinamientos controlados y de receptores de agroquímicos deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

La localización y selección de sitios para confinamientos en formaciones geológicas estables, deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

El proyecto para la construcción de un confinamiento controlado deberá comprender como mínimo lo siguiente:

- I.- Celdas de confinamiento;
- II.- Obras complementarias; y, en su caso,
- III.- Celdas de tratamiento.

El diseño y construcción de las celdas de confinamiento y de tratamiento, así como la construcción de las obras complementarias, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 33.-** La operación de los confinamientos controlados y de las celdas de confinamiento y de tratamiento a que se refieren las fracciones I y III del artículo anterior, así como la operación de los confinamientos en formaciones geológicas estables y de los receptores de agroquímicos, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**ARTICULO 34.-** Una vez depositados los residuos peligrosos bajo alguno de los sistemas a que se refiere el artículo 31, el generador y, en su caso, la empresa de servicios de manejo contratada para la disposición final

de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría un reporte mensual con la siguiente información:

- I.- Cantidad, volumen y naturaleza de los residuos peligrosos depositados;
- II.- Fecha de disposición final de los residuos peligrosos;
- III.- Ubicación del sitio de disposición final;
- IV.- Sistemas de disposición final utilizado para cada tipo de residuo.

**ARTICULO 35.-** Los lixiviados que se originen en las celdas de confinamiento o de tratamiento de un confinamiento controlado, deberán recolectarse y tratarse para evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

Los métodos para su recolección y tratamiento deberán ajustarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**ARTICULO 36.-** La disposición final de los residuos peligrosos generados en la industria minera se efectuará en presas de jales y de conformidad con lo dispuesto en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

Las presas de jales podrán ubicarse en el lugar en que se originen o generen dichos residuos, excepto arriba de poblaciones o de cuerpos receptores ubicados a una distancia menor de 25 kilómetros que pudieran resultar afectados.

**ARTICULO 37.-** Ningún residuo que hubiere sido depositado en alguno de los sistemas de disposición final previstos en el Reglamento deberá salir de éste, excepto cuando hubieren sido depositados temporalmente con motivo de una emergencia.

**ARTICULO 38.-** El manejo de los bifenilos policlorados deberá sujetarse a lo dispuesto en el Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

## **II.4.- MANIFIESTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

El reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos, señala que deben llenarse una serie de formatos para el manejo controlado de los residuos peligrosos los cuales se resumen a continuación:

### **1.- Manifiesto de empresas generadoras de residuos peligrosos.**

Este formato se debe de presentar ante la secretaría, cuando se considere que los residuos que se generan en los centros hospitalarios tienen características de tipo peligroso de acuerdo con el código CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y/o Biológico infeccioso).

### **2.- Manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.**

Este formato debe presentarse ante la Secretaría, cuando sea necesario transportar los residuos de tipo peligroso hacia el sitio o instalación de tratamiento o confinamiento controlado.

### **3.- Manifiesto para casos de derrame de residuos peligrosos por accidente.**

Este formato debe de llevarse siempre que se transporten residuos peligrosos, hacia la instalación de tratamiento o confinamiento controlado y deberá llenarse cuando ocurra un derrame de residuo peligroso, durante las actividades de transporte.

### **4.- Reporte semanal de residuos peligrosos para su reciclaje, tratamiento, incineración o confinamiento.**

Este formato deberá especificarse las cantidades de residuos peligrosos enviados a las instalaciones de reciclaje, tratamiento, incineración o confinamiento controlado; dicho formato deberá enviarse de manera semestral a la Secretaría.

### **5.- Reporte semestral de residuos peligrosos recibidos para reciclaje o tratamiento.**

Los generadores o compañías autorizadas que cuenten con instalaciones de tratamiento o que se dediquen a reciclar residuos peligrosos, deberán presentar este formato a la Secretaría de manera semestral.

### **6.- Reporte mensual de residuos peligrosos confinados en sitio de disposición final.**

En el caso de las compañías autorizadas para la operación de confinamientos controlados, deberán presentar este formato a la Secretaria de manera mensual.

La LGEEPA prevé la expedición de normas oficiales mexicanas ( NOM ), en las que se establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos parámetros y

limites permisibles que deben seguirse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, que causen o puedan causar desequilibrio a los ecosistemas o al medio en general.

## **II.5.- REGLAMENTO DE CONTROL SANITARIO.**

Además de los elementos jurídicos ambientales mencionados, se encuentra el reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios publicado en enero de 1988. Dicho documento contiene diversas disposiciones que se aplican al manejo de sustancias tóxicas y residuos peligrosos, y contempla los siguientes artículos.

### **Capítulo Único.**

#### **Título XXII.**

La clasificación de las sustancias tóxicas se hará tomando en consideración los siguientes factores de riesgo:

- Las características de las sustancias.
- El estado físico del producto o sustancias.
- Las vías de absorción por el organismo humano.
- El grado de toxicidad.
- La existencia de antídotos específicos.
- Las características de su utilización.
- La acción mutagénica, cancerígena o teratogénica.
- El grado de acumulación y efecto residual.
- La inflamabilidad, explosividad, reactividad y características corrosivas y los que determine la Secretaría.

**ARTICULO 1218.-** La Secretaría publicara en la Gaceta Sanitaria la clasificación de los establecimientos que intervengan en el proceso de las sustancias tóxicas. Asimismo, emitirá y publicará normas técnicas para prevenir riesgos a la salud de establecimientos, transportes y sitios de disposición final.

**ARTICULO 1219.-** La Secretaría establecerá los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de sustancias tóxicas y sus residuos, en el aire, agua y alimentos.

**ARTICULO 1220.-** En materia de exposición de personas a los productos y sustancias, la Secretaría determinará y publicará:

- Los límites máximos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto y a la población en general.
- Las condiciones y límites máximos de exposición, en caso de situaciones de emergencia.
- Los límites máximos permisibles de sustancias, materias primas y productos de uso y consumo humano.
- Los métodos de muestreo y análisis en el aire, agua, suelo y alimentos.
- Los métodos de medición y documentación del personal ocupacionalmente expuesto.
- Las características y requisitos sanitarios de los equipos de protección personal.
- Los requisitos y periodicidad de los exámenes médicos a los que deba someter el personal ocupacionalmente expuesto.
- Y demás aspectos o medidas que considere necesarios que deben adoptarse para proteger la salud humana.

**ARTICULO 1221.-** La Secretaría determinará los requisitos sanitarios para la protección de la salud durante todo acto relacionado con el proceso, aplicación y uso de los productos y sustancias tóxicas. Asimismo, establecerá:

- Los procedimientos y requisitos de descontaminación de áreas y equipos de trabajo.
- Los requisitos sanitarios para su embalaje, envase, almacenamiento y transporte.
- Los requisitos sanitarios para la recolección, transporte y disposición final de sus envases, desechos y residuos.

## LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

- Y los demás aspectos, condiciones, requisitos y características que juzgue necesarios para la vigilancia y control sanitario de su proceso, aplicación y uso.

**ARTICULO 1222 y 1223.-** Los envases de los productos y sustancias tóxicas deberán estar etiquetados y con información de uso y manejo.

**ARTICULO 1226.-** Se deberá someter al personal ocupacionalmente expuesto a los exámenes médicos que determine la Secretaria y con la periodicidad que la misma establezca.

**ARTICULO 1227.-** El personal debe utilizar el equipo de protección individual y el responsable sanitario debe vigilar que tal equipo sea utilizado en forma adecuada.

**ARTICULO 1229.-** En la composición de productos de uso domestico o de venta al público en general solo podrán utilizarse las sustancias tóxicas y en las concentraciones que previamente autorice la secretaia.

**ARTICULO 1231.-** Los recipientes utilizados para contener sustancias tóxicas, solas o mezcladas, no podrán utilizarse posteriormente para contener productos destinados al consumo humano, directo o indirecto.

**ARTICULO 1233.-** Para disminuir, riesgos a la salud, la Secretaria promoverá ante las autoridades competentes, limitar la ubicación de los establecimientos que se dediquen al proceso o a la disposición final de los productos y sustancias a que se refiere este titulo.

**ARTICULO 1235.-**

- Su transporte con propósitos industriales o comerciales, junto con cualquier producto que se destine para uso o consumo humano, o animales domésticos.
- Su venta a granel y su envase, almacenamiento o transporte en recipientes abiertos, deteriorados, inseguros, desprovistos de rótulos, sin etiquetas o con indicadores ilegibles; o envases que se destinen para contener productos de consumo humano.

- Su transporte con propósitos industriales o comerciales, cuando no posean un embalaje adecuado para la protección de la salud durante su manejo.
- La realización de cualquier parte de su proceso, en establecimientos dedicados al proceso de productos de uso o consumo humano.
- Su emisión o disposición final o temporal, así como la de sus residuos, en sitios que carezcan de licencia sanitaria.

## **II.6.- REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.**

De acuerdo con la LGEEPA, así como con las leyes de Vías Generales de Comunicación y de Salud, la SCT publicó en abril de 1996 en el Diario Oficial de la Federación el reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, conformados por nueve capítulos que comprenden 136 artículos. A continuación se citan los aspectos más relevantes del mismo.

### **TITULO PRIMERO**

#### **DISPOSICIONES GENERALES**

**ARTICULO 3o.-** Sin perjuicio de la competencia de otras dependencias del Ejecutivo Federal, corresponde a la Secretaría la aplicación de este Reglamento en vías Generales de Comunicación terrestres y sus servicios auxiliares y conexos..

**ARTICULO 5o.-** Para transportar materiales y residuos peligrosos por las vías generales de comunicación terrestre, es necesario que la Secretaría así lo establezca en el permiso otorgado a los transportistas, sin perjuicio de las autorizaciones que otorguen otras dependencias del ejecutivo federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. Las condiciones de operación se sujetarán a las disposiciones establecidas en este Reglamento.

**ARTICULO 6o.-** Queda prohibido transportar en unidades que no hayan sido autorizadas para transportar materiales y residuos peligrosos:

**I.-** Personas o animales.

- II.- Productos alimenticios de consumo humano o animal, o artículos de uso personal;
- III.- Residuos sólidos municipales.

Cuando por razones económicas el transportista tenga la necesidad de transportar otro tipo de bienes en estas unidades, diferentes a los materiales o residuos peligrosos, se ajustará a la norma que al efecto se expida.

#### CAPITULO I:

#### CLASIFICACION DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS.

ARTICULO 7o.- Considerando sus características, las sustancias peligrosas se clasifican en nueve clases que se indican a continuación:

DIVISION	DENOMINACION
1.-	Explosivos.
2.-	Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión.
3.-	Líquidos inflamables.
4.-	Sólidos inflamables.
5.-	Oxidantes y peróxidos orgánicos.
6.-	Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos.
7.-	Radioactivos.
8.-	Corrosivos.
9.-	Varios.

ARTICULO 13.- Clase 6, tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos, son sustancias que se definen y dividen tomando en consideración su riesgo en:

DIVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS SUSTANCIAS
6.1	Tóxicos agudos ( venenos ): son aquellas sustancias que pueden causar la muerte, lesiones graves o ser nocivas para la salud humana si se ingieren, inhalan o entran en contacto con la piel. Los gases tóxicos ( venenos ) comprimidos pueden incluirse en la clase “gases”.
6.2	Agentes infecciosos: son las que contienen microorganismos viables incluyendo bacterias, virus, parásitos, hongos o una combinación híbrida o mutante: que son conocidos o se cree que pueden provocar enfermedades en el hombre o animales.

## II.7.- SANCIONES.

Las infracciones a lo dispuesto en el presente Reglamento, serán sancionadas en la siguiente forma:

**ARTICULO 58.-** Las infracciones de Carácter administrativo a los preceptos de la Ley y del Reglamento serán sancionadas por la Secretaría con una o más de las siguientes sanciones:

- I.- Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción;
- II.- Clausura temporal o definitiva, parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad de un residuo peligroso, en forma dolosa no se de a éste el manejo previsto por el Reglamento y las normas técnicas ecológicas correspondientes; y
- III.- Arresto administrativo hasta por 36 horas.

**ARTICULO 59.-** Independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con lo que dispone el artículo anterior, la Secretaría podrá revocar las autorizaciones que hubiera concedido, en los términos del presente Reglamento.

**ARTICULO 60.-** Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y vencido el plazo en su caso concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aun subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

## LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Para efecto de lo dispuesto en el presente Reglamento se entiende por reincidencia la acción de incurrir dos veces en un mismo año, en alguna de las infracciones a los preceptos del Reglamento.

**ARTICULO 61.-** La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento.

Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que establezcan las disposiciones contenidas en el Título Sexto de la Ley.

**ARTICULO 62.-** Cuando por infracciones a las disposiciones de la Ley y del Reglamento se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto.

**ARTICULO 63.-** Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría, o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley y del Reglamento.

### **II.7.1.- TRANSITORIOS.**

**ARTICULO PRIMERO.-** El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**ARTICULO SEGUNDO.-** Se deroga el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos, expedido el 16 de enero de 1986 y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 19 de enero de 1987, por lo que respecta a los residuos peligrosos, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por el presente Reglamento.

**ARTICULO TERCERO.-**

Se concede un plazo de seis meses, contados a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento, para que las personas físicas o morales que a esa fecha se encuentren generando residuos, cumplan con los requisitos y presenten las solicitudes de autorización, los proyectos y los programas exigidos en el mismo.

Dentro de dicho plazo deberán presentarse además, un inventario sobre el volumen, características y procesos de generación de sus residuos peligrosos.

**ARTICULO CUARTO.-** La Secretaría deberá emitir los formatos, instructivos y manuales necesarios para la aplicación del presente Reglamento, en un plazo de cinco meses a partir de la fecha en que éste entre en vigor.

### **III.- DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL.**

#### **III.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.**

De acuerdo con la restitución fotográfica del sitio donde se ubicará la celda experimental el terreno es prácticamente plano por lo que a fin de incrementar su vida útil y con objetivo de operación, será necesario elevar el camino perimetral un metro sobre el nivel de terreno natural de la cota +/- 0.00 a la cota + 1.00.

El relleno sanitario se conformará por medio de terraceo y pendiente del 1.0% para propiciar el escurrimiento superficial y evitar la infiltración de agua pluvial, el talud será 2.5:1, el cual se considera estable para el tipo de residuos sólidos a disponer. Finalmente la altura máxima que alcanzará la celda de residuos biológico infecciosos será de +7.453 para el depósito de residuos sólidos y material de cobertura diaria y 0.60 m de cubierta final, es decir a celda alcanzará la cota +8.053. Como se muestra en forma esquemática.

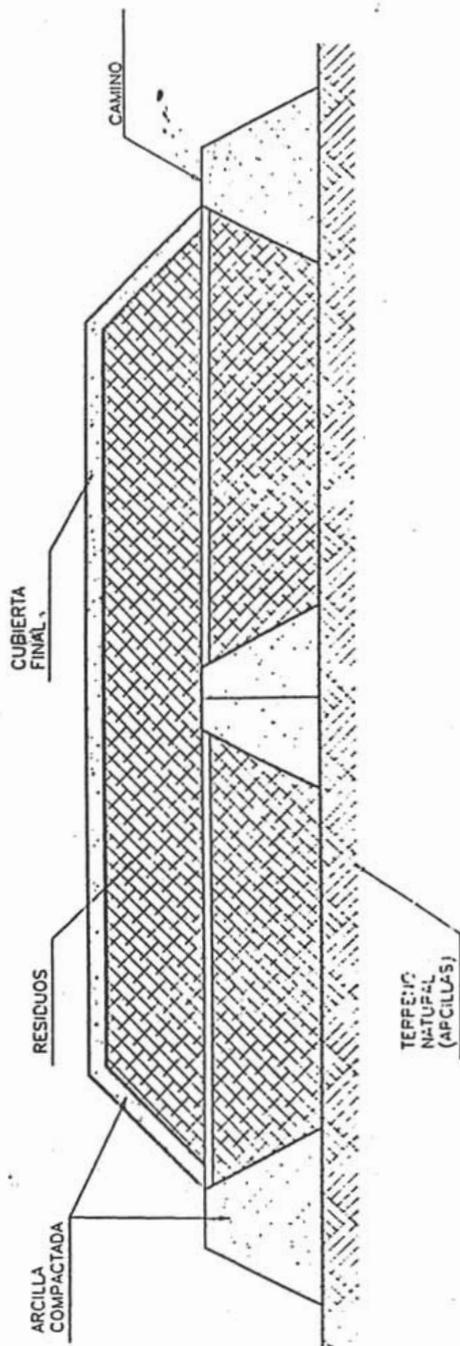
Al finalizar la vida útil de la celda de residuos biológico infecciosos se recuperará la zona con especies del lugar.

#### **III.1.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.**

La superficie destinada para la celda de residuos biológicos infecciosos es de 50, 520 m<sup>2</sup> incluyendo el camino perimetral. De acuerdo con el plano proporcionado por la Dirección Técnica de Desechos Sólidos, el terreno es prácticamente plano por lo que a fin de incrementar su vida útil y para facilitar la operación de la celda especial se levantará el camino 1 metro sobre el nivel del terreno natural quedando este en la cota +1.00 lo que implica "rellenar" partir de la cota +/-0.00 se comenzará la disposición de los residuos biológicos infecciosos con una primera capa de 2.30 m de altura llegando a la cota +2.30 para posteriormente poner dos capas más con alturas de 2.30 para la segunda y 2.678 como altura mínima y 3.272 como altura máxima para la tercera capa quedando la conformación final conforme se vaya llenando la tercera capa de residuos como se muestra.

#### **III.1.2.- SELECCIÓN DEL MÉTODO DE OPERACION**

El método constructivo y la secuencia de operación de la celda de residuos biológicos infecciosos están determinados por la topografía del terreno. En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar.



### **III.2.- SUPERFICIE IMPERMEABLE.**

El desarrollo del relleno controlado de residuos biológico infecciosos se basará en 5 macroceldas como se muestra en la figura el nivel de desplante variará debido a las pendientes que se darán en la base del desplante para la captación y conducción del lixiviado generado, considerándose como la cota más baja  $-0.787$  m.

De acuerdo con el método de operación a seguir, es necesario realizar los cortes para dejar como base de cada macrocelda.

#### **III.2.1.- ACONDICIONAMIENTO DE FONDO.**

De acuerdo con varios estudios de geología y suelos realizados en la zona Bordo de Xochiaca, donde se desarrollará la celda especial para residuos hospitalarios se ha podido identificar que a pesar de que se tiene una capa de arcilla plástica de más de 80 m de espesor, existe la posibilidad de permeabilidad a través de lentes de arena que se fueron desarrollando en el transcurso de los años conforme se fue conformando el fondo del lago de Texcoco. Aparentemente, cuando se tenían períodos con poca precipitación pluvial el lago se desecaba exponiendo el fondo a la intemperie y provocando su agrietamiento por la evaporación del agua.

Estas grietas se rellenaban con arena muy fina arrastrada por el viento. Subsecuentes períodos de mayor intensidad pluvial volvían a cubrir el fondo y a provocar los depósitos de arcilla. La repetición de estos ciclos durante miles de años provocó la identificación de estos lentes de arena con muy poca continuidad pero que originan lecturas de permeabilidad superiores a las que deberían identificarse para arcillas como las que predominan en este lugar.

Ante esta situación se y con la idea de minimizar al máximo la posible migración de agua contaminada hacia el subsuelo, los expertos en geología y suelos recomendaron en acondicionar el fondo de los sitios que fueron a ser acondicionados en depósitos de residuos, mediante la escarificación de una capa de aproximadamente 40 cm de espesor reacomodando el mismo material a un nivel de compactación similar al que actualmente se tiene en forma natural. De esta forma se pretende romper la posible continuidad de los lentes de arena y reducir la permeabilidad en forma importante.

Esta acción se ha recomendado para la celda especial, con la recomendación de utilizar la maquinaria de menor peso posible debido a la baja capacidad de carga de estos suelos.



### III.2.2.- GEOMEMBRANA.

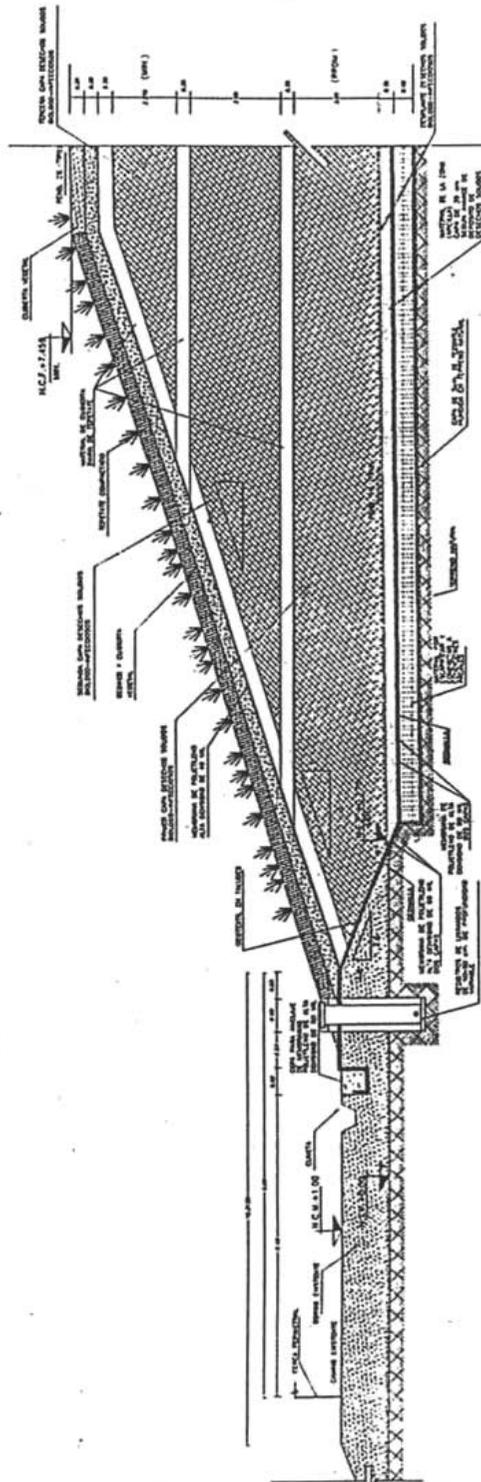
La zona del ex-vaso de Texcoco, especialmente en la región definida como Bordo de Xochiaca donde las autoridades han permitido el uso de este espacio para depósito de residuos sólidos se presentan dos condiciones naturales que reducen significativamente el peligro potencial de contaminar las aguas subterráneas por migración de los altamente contaminados lixiviados que se generan en estos depósitos de residuos. La primera corresponde a la natural muy baja permeabilidad de las arcillas que tradicionalmente han sido utilizadas como su sustento impermeable en obras de ingeniería. Esta situación aunada a la actividad de acondicionamiento de fondo ya descrita, reduce la posibilidad de permeabilidad en forma importante.

La segunda característica corresponde a la calidad del agua freática en esta zona, la cual debido a los ciclos de precipitación pluvial, escurrimiento evaporación intensa han originado un cuerpo de aguas subterráneo con una muy elevada concentración de sales inorgánicas; en algunos casos superior a la concentración de sales del agua de los océanos. De hecho esta agua fueron utilizados durante muchos años en un evaporador solar que permitía la recuperación de grandes cantidades de sales permitiendo su industrialización y comercialización. Esta agua extremadamente salobre no ha sido posible utilizarla en otras actividades y en la actualidad hasta su aprovechamiento descrito ha sido abandonado. Las características de los lixiviados que pudieran generarse en esta zona presentarían condiciones muy probablemente de menor concentración de contaminantes que el agua freática eliminando el concepto de contaminación.

Cabe aclarar que a mayor profundidad del manto salobre se ubica un acuífero de agua dulce que actualmente es explotado con fines de dotación a los usuarios de la zona metropolitana de la Ciudad de México. Dicho aprovechamiento y la excesiva y constantemente incrementada demanda de agua limpia está provocando la sobreexplotación de dicho acuífero e incrementando el peligro potencial de su contaminación por el agua salobre que la cubre. Ante todas estas situaciones, las autoridades del Gobierno del Distrito Federal han considerado conveniente el reducir al máximo el peligro potencial de contaminación protegiendo el suelo con una capa totalmente impermeable constituida por polietileno de alta densidad. En dos capas superpuestas con el espesor máximo que ha sido empleado en actividades de este tipo y que corresponden a 60 milésimas de pulgada. Cabe destacar que tradicionalmente se han empleado geomembranas de 40 milésimas de pulgada lo que implica que con la geomembrana seleccionada se tiene una mucho mayor protección y mucho menor riesgo de ruptura o penetración.

Existiendo la posibilidad extrema de que esta membrana pudiera romperse se decidió ir al extremo de la protección colocando dos geomembranas e intercalando una malla de geotextil que permitiera el escurrimiento y el desplazamiento del líquido que pudiera entrar entre las dos geomembranas y permitir su detección.

La detección del líquido se ha considerado factible mediante la colocación de sensores simples integrados por dos cables desnudos de cobre de calibre 14 separados una corta distancia (10 cm) y sujetos a la geomembrana por secciones de la propia geomembrana de



## DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

10x30 cm electrosoldadas que permiten mantener a los dos cables separados entre sí. Los extremos de estos cables de cobre están accesibles para poderse conectar a un conductímetro e identificar la presencia de agua con altas concentraciones de sales disueltas como es característico de los lixiviados y el agua freática de la zona. Altas lecturas de conductividad podrán indicar la ruptura de alguna de las dos geomembranas y el movimiento ya sea de lixiviados o del agua freática.

Entre las dos geomembranas se colocará una malla de geotextil para proteger a los cables de cobre y para permitir el paso de lixiviados o aguas freáticas hasta los sensores para su detección.

### **III.2.3.- PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANA.**

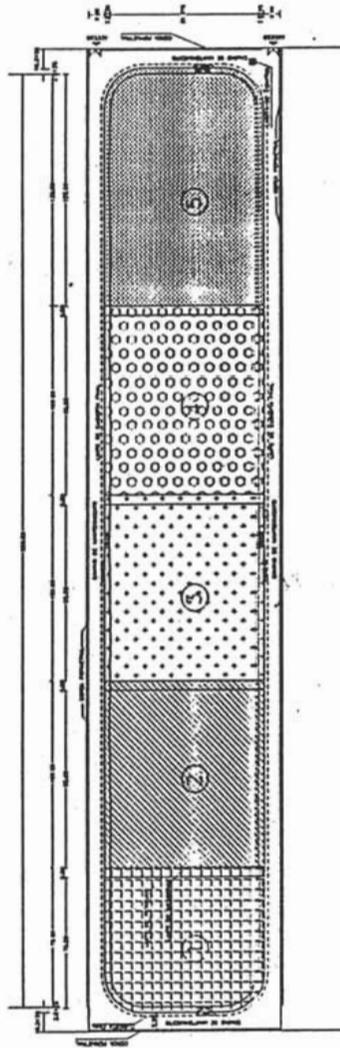
Uno de los principales problemas con el empleo de la geomembrana es su muy elevado costo y su inutilidad cuando estas llegan a romperse para ser penetradas. En la práctica se ha visto que objetos punzo cortantes incluyendo cristales rotos pueden fácilmente cortar la membrana plástica especialmente durante el proceso de compactación realizado con maquinaria pesada. Esta misma maquinaria produce esfuerzos importantes sobre la geomembrana en su tránsito para mover y compactar los desechos.

Ante esta situación, los propios fabricantes de la geomembrana recomiendan el emplear una capa de protección normalmente de material económico pero que asegure que los objetos punzo cortantes y las llantas u orugas de la maquinaria no dañen a las membranas. En este caso se consideró necesario el emplear una capa de 30 cm de arcilla del propio sitio que deberá ser transportada hasta un lugar cercano y posteriormente esparcida en la capa de 30 cm utilizando carretillas y palas manuales.

### **III.3.- CELDA DIARIA.**

La operación eficiente y por lo tanto la vida útil de un depósito de sólidos en el esquema de relleno sanitario o relleno controlado se basa en el manejo de un volumen específico diario que deben ser acomodado, compactado y cubierto diariamente tratando de lograr volúmenes regulares que permitan una estandarización de las acciones. Bajo este concepto se ha establecido lo que se denomina la celda diaria que corresponde a un prisma regular que se forma diariamente con el total de los desechos depositados a lo largo de la jornada. Este volumen se debe ajustar a las condiciones normales de operación de la maquinaria, especialmente tractores, que son empleados en estas acciones.

Aunque el acomodo final dependerá estrictamente del volumen de desechos que sean captados en la celda especial, para fines del proyecto ejecutivo de la celda de desechos procedentes de instituciones de salud, se consideró conveniente establecer una cantidad de estos desechos que pudiera esperarse en el frente de trabajo y una compactación máxima a



## DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

la que se pudiera llegar utilizando maquinaria pequeña, ya que las condiciones de carga del suelo en el sitio es muy pequeño y de acuerdo con la experiencia las máquinas grandes no son soportadas por el suelo y tienden a hundirse.

La cantidad de desechos que diariamente ingresaran a la celda diaria se obtuvo a partir de la generación de residuos sólidos en los hospitales y clínicas del sector público que se ubican dentro del Gobierno del Distrito Federal. Se muestran las estimaciones de generación en todos los hospitales y clínicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), los de la Secretaría de Salud (SSA) y los correspondientes a la administración del Gobierno del Distrito Federal. La generación que aparece en esta tabla corresponde a la totalidad de los desechos, incluyendo a la basura normal y los considerados peligrosos o potencialmente peligrosos por su capacidad infectocontagiosa.

A la celda de residuos biológico infecciosos solo se podrán canalizar los desechos sólidos que por sus características de generación solo puedan ser considerados en este rubro y que representan solo un porcentaje del total. El problema principal estriba en que este porcentaje no está totalmente definido y depende en gran medida de las acciones de separación que realizan las instituciones de atención médica dentro del manejo interno en cada unidad hospitalaria. De acuerdo con la bibliografía especializada, el porcentaje de desechos infecto-contagiosos en una unidad médica oscila entre el 10% para unidades con procedimientos muy especializados y cuantiosa infraestructura hasta el 60% o más cuando no se cuenta con los elementos indispensables para separar adecuadamente los desechos y al combinarse la totalidad de ellos se convierten en peligrosos. En la Ciudad de México y ante la aparición de la legislación ambiental relativa a manejo de desechos hospitalarios, la vigilancia sobre estos aspectos se ha intensificado; sin embargo la limitada disponibilidad de recursos y el involucramiento de varios entes que intervienen en esta actividad y que diluyen la responsabilidad han provocado que el manejo de los residuos sólidos internamente en los hospitales sea altamente deficiente.

Ante esta situación se consideró conveniente establecer que el 70% de los desechos generados en los hospitales pudieran eventualmente llegar a la celda especial. Esta es una condición en todo caso del lado de la seguridad ya que se espera que con una mayor participación positiva de las autoridades del sector salud se tenga un mas eficiente manejo de los residuos mayor separación y por lo tanto menor volumen de residuos infectocontagiosos.

### **GENERACIÓN DE RESIDUOS EN DIFERENTES CENTROS DE ATENCIÓN MEDICA**

No.	UNIDAD MEDICA	NIVEL DE ATENCIÓN	GENERACIÓN DE RESIDUOS TOTAL (KG/DÍA)
1	INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEDIA	3°	600
2	HOSPITAL GENERAL TICOMAN	3°	600
3	HOSPITAL JUAREZ DE MÉXICO	3°	2,700
4	HOSPITAL DE LA MUJER	3°	900
5	INSTITUTO NACIONAL DE VIROLOGIA	---	600

DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

6	INSTITUTO NACIONAL DE PERINATOLOGIA	---	1,800
7	C. NACIONAL DE TRANSFUSIÓN SANGUÍNEA	3°	300
8	HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO	3°	8,400
9	INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA	3°	3,00
10	INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA	3°	2,00
11	INSTITUTO NACIONAL HOMEOPÁTICO	3°	600
12	INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA	3°	3,600
13	INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION	3°	2,400
14	HOSPITAL PSIQUIATRICO INFANTIL	3°	450
15	INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGIA	3°	1,800
16	HOSPITAL PSIQUIATRICO FRAY B. DE S.	3°	750
17	HOSPITAL GENERAL MANUEL GEA GONZALEZ	3°	2,400
18	INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	3°	2,100
19	HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO	3°	2,500
20	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE	---	75
21	CONASIDA CHAPULTEPEC	---	40
22	HOSPITAL PSQUIATRICO SAMUEL R.	2°	600
23	CONASIDA COPILCO	---	70
24	HOSPITAL JUAREZ CENTRO	2°	600
25	CONASIDA PORTALES	---	75
26	INSTITUTO NACIONAL DE PSQUIATRIA	2°	900
27	LABORATORIO NACIONAL DE SALUD	2°	300
28	JURISDICCION SANITARIA CAMARONES	1°	35
29	JURISDICCION SANITARIA MARIANO ESCOBEDO	1°	35
30	JURISDICCION SANITARIA CUAJIMALPA	1°	35
31	C. S. DR. RAFAEL CARRILLO	1°	35
32	C. S. DR. FRANCISCO J. BALMIS	1°	35
33	C. S. DR. MANUEL PESQUERIA	1°	35
34	C. S. RAMOS MILLAN	1°	35
35	C. S. SAN ANDRES TOMATLAN	1°	35
36	JURISDICCION SANITARIA XOCHIMILCO	1°	35
37	JURISDICCION SANITARIA TLAHUAC	1°	35
38	JURISDICCION SANITARIA SAN FRANCISCO TLALTENCO	1°	35
39	C. S. DR. MAXIMILIANO RUIZ CASTAÑEDA	1°	35
40	C. S. SANTA MARIA AZTAHUACAN.	1°	35
41	C. S. QUETZALCOATL	1°	35
42	C. S. GUILLERMO RAMOS Y CARRILLO	1°	35
43	C. S. DR. LUIS MAZOTTI GALINDO	1°	35
44	JURISDICCION SANITARIA MERCED BALBUENA	1°	35
45	C. S. GERTRUDIS SANCHEZ	1°	35
46	C. S. NUEVA ATZACUALCO	1°	35
47	C. S. GABRIEL GARZON	1°	35
48	C. S. DR. MANUEL CARDENAS DE LA VEGA	1°	35
49	C. S. SAN PEDRO ZACATENCO	1°	35
50	C. S. PALMATITLA	1°	35
51	C. S. VILLA MADERO	1°	35
52	C. S. DR. RAFAEL RAMÍREZ S.	1°	35
53	C. S. BEATRIZ VELASCO	1°	140
54	C. S. DR. MANUEL ESCONTRIA	1°	105
55	C. D. DR. JOSE SOSAYA	1°	70
56	JURISDICCION SANITARIA TLALPAN	1°	140
57	C. S. MANUEL DOMÍNGUEZ	1°	105

## DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

58	C. S. JOSE MARIA MORELOS Y PAVON	1°	70
59	C. S. ROMERO RUBIO	1°	70
60	C. S. DR. LUIZ ENRIQUE RUIZ	1°	70
61	C. S. JUAN DUQUE DE ESTRADA	1°	70
62	C. S. JOSE CASTRO VILLAGRAN	1°	35
63	C. S. SANTA URSULA	1°	140
64	C. S. DRA. MARGARITA CHORNET	1°	140

<b>TOTAL :</b>	<b>42, 225</b>
----------------	----------------

De acuerdo con la información disponible el sector salud oficial genera 122.05 toneladas por día de residuos sólidos de los cuales 85.44 toneladas podrían ser canalizadas hacia la celda especial. Considerando una densidad en la fuente de  $150 \text{ kg/m}^3$ , los residuos ocuparían un volumen total de  $569.6 \text{ m}^3$ , que sería necesario transportar hasta el sitio de disposición ya que no se permite la compactación en el manejo interno ni en el transporte externo.

Los residuos sólidos que ingresan a la celda podrán ser compactados pero por las condiciones de capacidad de carga del suelo y pretendiendo reducir al máximo los asentamientos diferenciales esta compactación solo se podrá realizar con equipo ligero dentro del esquema de maquinaria pesada. Se ha establecido que solo se podrá utilizar una maquinaria similar a un tractor D4 que permita una compactación promedio de residuos sólidos cercana a  $400 \text{ kg/m}^3$  de esta forma la celda diaria tendrá un volumen real de  $213.59400 \text{ m}^3$  que para fines prácticos de una celda de 2 metros de altura 12.20 metros de largo y 8.75 metros de ancho.

La celda de residuos infectocontagiosos debe ser recubierta diariamente con material inerte (tepetate), con una capa de 30 cm de espesor lo que establece las dimensiones finales de la celda diaria de 2.30 metros de altura 12.50 metros de largo y 9.05 metros de ancho con un volumen total de  $224.30 \text{ m}^3$ . De esta forma se puede estimar que el mínimo tiempo disponible de la celda especial sería de aproximadamente 2.5 años y variará de acuerdo con el volumen de residuos que se destinen a ella.

Es conveniente destacar que ésta es una solución temporal que no está totalmente de acuerdo con los señalamientos de la norma técnica ecológica NOM-087-ECOL-SSA1-2002, que establece los criterios para el manejo de los residuos sólidos infecciosos; la cual señala que este tipo de disposición final estará solo permitida para comunidades de menos de 100,000 habitantes. Para los hospitales y clínicas del Distrito Federal contempla mecanismos de tratamiento que elimina el potencial infecto contagioso para depositar después los residuos como basura normal. Se esta por lo tanto en la etapa de que los hospitales apliquen la normatividad e implanten los procesos de tratamiento adecuados y por lo tanto ya no ingresarían esos desechos a la celda especial. La programación de estas actividades estaría en función de la disponibilidad de recursos económicos pero existen ya algunos esfuerzos por adquirir incineradores o por canalizar los desechos a través de empresas privadas que ofrecen esquemas de tratamiento como desinfección, con dióxido de cloro, esterilización por calor húmedo e incineración. Se estima por lo tanto que en muy



## DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

poco tiempo se podrá reducir en muy poco tiempo el volumen de desechos que ingresen y es posible que no se requiera la totalidad de la celda considerada. El diseño ejecutivo contempla por lo tanto el desarrollo de las actividades del relleno de tal forma que la celda pueda ser cancelada y sellada en forma parcial de acuerdo con la demanda.

A continuación se muestran esquemas de la celda diaria y el grado de avance a lo largo de la vida útil del sitio de disposición final.

### III.3.1.- CALENDARIZACION.

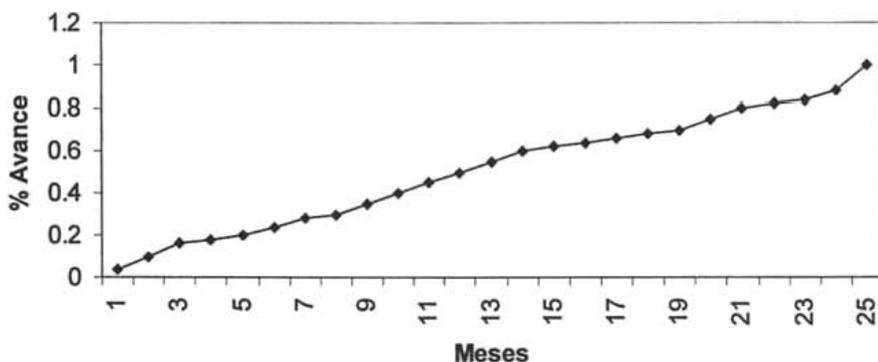
El propósito de la calendarización es mostrar en períodos preestablecidos y uniformes la secuencia de avance del relleno controlado a través de su vida útil. Como se muestra en la tabla donde se presenta la calendarización anual de la celda de residuos biológico infecciosos.

#### CALENDARIZACION DE LA CELDA DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS

MES	DESECHOS SOLIDOS Y MATERIAL DE COBERTURA (m <sup>3</sup> / mes)	DESECHOS ACUMULADOS (m <sup>3</sup> / mes)	% DE AVANCE ACUNULADO
1	7,745.93	7,745.93	3.52%
2	7,745.93	15,491.87	7.04%
3	7,745.93	23,237.80	10.55%
4	7,745.93	30,983.73	14.07%
5	7,745.93	38,729.67	17.59%
6	7,745.93	46,475.60	21.11%
7	7,745.93	54,221.53	24.63%
8	7,745.93	61,967.47	28.14%
9	7,745.93	69,713.40	31.66%
10	7,745.93	77,459.33	35.18%
11	7,745.93	85,205.27	38.70%
12	7,745.93	92,951.20	42.21%
13	7,745.93	100,697.13	45.73%
14	7,745.93	108,443.07	49.25%
15	7,745.93	116,189.00	52.77%
16	7,745.93	123,934.93	56.29%
17	7,745.93	131,680.87	59.80%
18	7,745.93	139,426.80	63.32%
19	7,745.93	147,172.73	66.84%
20	7,745.93	154,918.67	70.36%
21	7,745.93	162,664.60	73.88%
22	7,745.93	170,410.53	77.39%
23	7,745.93	178,156.47	80.91%
24	7,745.93	185,902.40	84.43%
25	7,745.93	193,648.33	87.95%
26	7,745.93	201,394.27	91.46%
27	7,745.93	209,140.20	94.98%
28	7,745.93	216,886.13	98.50%
29	7,745.93	220,188.52	100.00%

Asimismo se muestra en la grafica el % de avance contra el tiempo para conocer el progreso de llenado del sitio de disposición final, se toma el período en el eje de las abscisas y el valor se lleva hasta la curva, cuya ordenada indicará el % de avance respectivo. De esta misma gráfica se obtiene que es poco más de 2 años se concluirá la operación. Se estima que el valor acumulado de residuos será de 193, 402.30 m<sup>3</sup>.

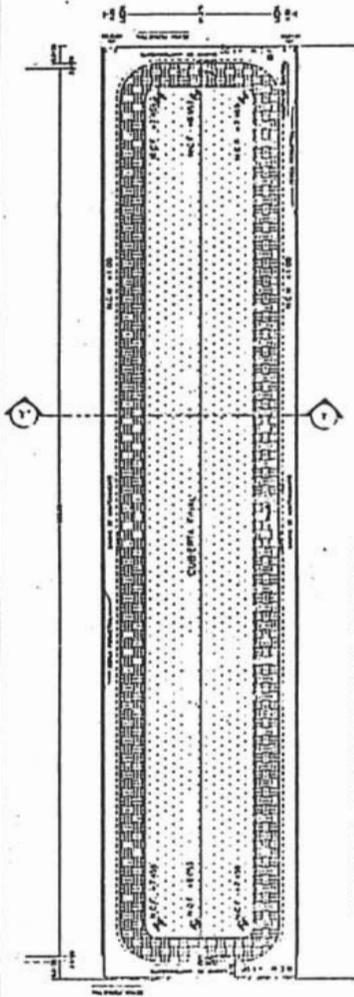
### AVANCE CONTRA TIEMPO



### III.4.- CUBIERTA DIARIA Y CUBIERTA FINAL.

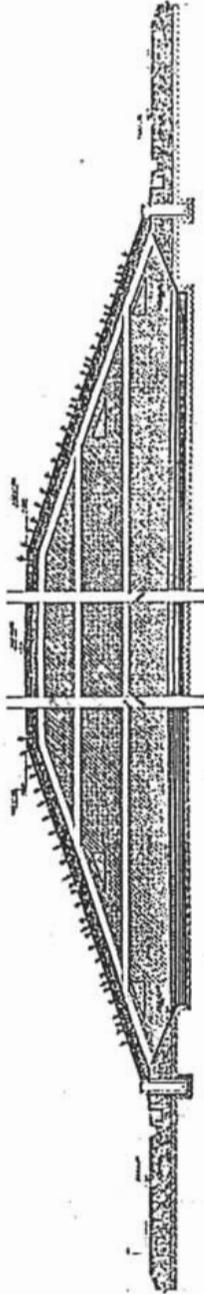
Los residuos sólidos que se dispongan en la celda controlada durante el día deberán concentrarse en unidades que llamaremos celda diaria. El dimensionamiento de las celdas diarias conformarán el sitio de disposición final con lo cual se establecerán los requerimientos de material de cubierta y la calendarización y avance teórico de la celda de disposición final.

Para fines de diseño se dimensionó una celda con el promedio de la generación de residuos sólidos generados por las instituciones del Sector Salud considerando 213.59 m<sup>3</sup> / día de residuos peligrosos (70% de la generación total). En la tabla que a continuación se muestra las dimensiones de la celda y los requerimientos de material de cobertura diaria. Cabe hacer mención que la generación de residuos hospitalarios se contempla constante a lo largo de la vida útil de sitio de disposición final.



PLANTA SEIDA DE RESIDUOS BIOLÓGICO-BIFÉRCICOS

ESCALA 1:100



DETALLE PELLON DE RESIDUOS BIOLÓGICO-BIFÉRCICOS

CORTE Y - Y

LEGENDA:



MO DE TUBO = 12712 DE 42.

MO DE CUBIERTA FINA = 23.310 DE 42

MO DE TUBO DE TUBO DE TUBO DE TUBO

MO DE TUBO DE TUBO DE TUBO DE TUBO

MO DE TUBO DE TUBO DE TUBO DE TUBO

**DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA DE ACUERDO CON LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

TONELADAS/DIA RESIDUOS = 122.05	
TONELADAS DE RESIDUOS PELIGROSOS (70%) = 85.435	
COMPACTACION ( kg / m <sup>3</sup> )	400.00
TOTAL RESIDUOS m <sup>3</sup> / día	305.125
<b>RESIDUOS PELIGROSOS m<sup>3</sup>/ día ( 70% )</b>	<b>213.5875</b>

	ALTURA ( m )	LARGO ( m )	ANCHO ( m )
CELDA DIARIA	2.00	12.20	8.750
DIMENSIONES TOTALES	2.3	12.50	9.050

**III.4.1.- BASES PARA EL DISEÑO DE LA CUBIERTA FINAL EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE BORDO PONIENTE.**

El principal objetivo de la cubierta final es la de minimizar la infiltración de agua por precipitación pluvial a fin de controlar la producción de lixiviados dentro del relleno sanitario. La cubierta final también contribuye al control de migración vertical de biogás y permite su conducción hacia los pozos de biogás.

Para la celda de confinamiento de residuos biológico infecciosos, el control de infiltración a través de la cubierta se ha considerado crítico por lo que se tiene contemplado cubrir el relleno con una membrana plástica de polietileno de alta densidad de 40 mm de espesor una capa de 30 cm, de espesor de tepetate y una cubierta vegetal como se muestra en la figura.

El uso de la membrana impermeable sintética como parte integral de la cubierta final se estableció de acuerdo con los factores que se enumeran a continuación:

- Las membranas sintéticas impermeables se deben usar cuando los componentes tóxicos del relleno sanitario presentan un alto riesgo para la salud pública.
- Las membranas se deben utilizar cuando se quiere evitar totalmente la infiltración de la precipitación o cuando la explotación de material de préstamo para la conformación del sistema de capas múltiple no es económicamente viable.

Los materiales sintéticos presentan ciertas condiciones que deben ser analizadas:

- No son resistentes a altos esfuerzos de tensión. No pueden ser expuestos a elementos sólidos protuberantes ni utilizados en pendientes muy elevadas.

- b) El tiempo de servicio no puede ser determinado fácilmente sin un estudio específico de las condiciones ambientales del sitio.
- c) Durante la construcción, se requiere de una instalación muy cuidadosa. Después de la construcción los materiales sintéticos fallan fácilmente debido a asentamientos diferenciales o faltas de soporte.

Para el diseño de la cubierta final del sitio confinamiento de residuos hospitalarios de Bordo Poniente se ha determinado que parte del material para la cubierta final sea el de una membrana sintética impermeable. Debido a la problemática que presentan los residuos a disponer.

### III.4.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE CUBIERTA.

En esta sección se presentan en forma descriptiva los diferentes componentes de un sistema de capas con la utilización de materiales sintéticos. El sistema de capas se puede presentar como se muestra en la figura a continuación.

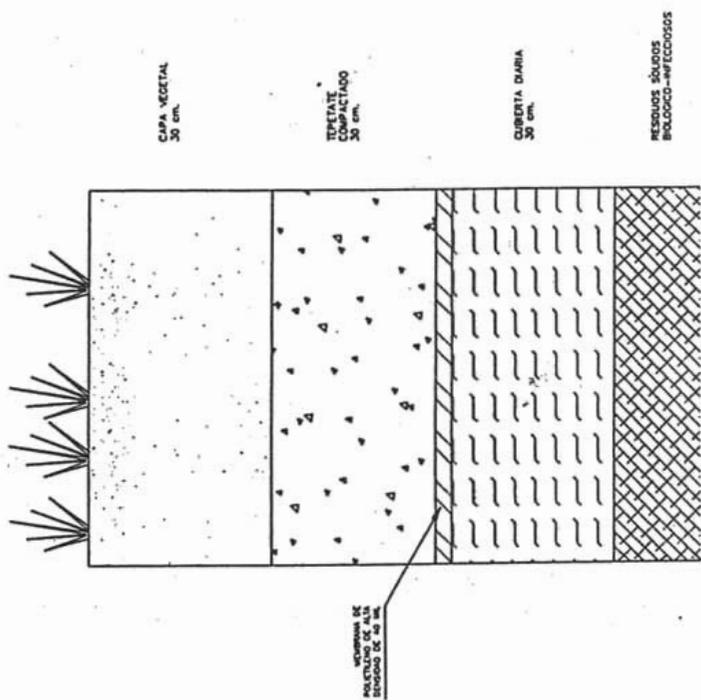
### III.4.3.- CAPA DE CIMENTACIÓN.

La capa más profunda del perfil de la cubierta final sirve para tres diferentes propósitos:

- a) Provee la plataforma de cimentación para recibir la membrana de polietileno de alta densidad, esta capa minimiza los asentamientos excesivos que puedan aumentar la conductividad hidráulica del sistema de cubierta.
- b) Provee áreas de alta conductividad hidráulica entre los desechos sólidos y la capa de baja permeabilidad. El material a utilizar para esta capa debe ser granular que al compactarse proporcione una alta resistencia mecánica reduciendo el potencial de fisuramiento de las capas superiores.

Después de la construcción se debe establecer un programa de monitoreo y control para establecer el tipo de mantenimiento óptimo.

Para taludes con pendientes elevadas se recomienda el uso de geotextiles de alta resistencia para aumentar la resistencia a la tensión y reducir el potencial de fisuramiento o falla. El geotextil debe ser colocado en la parte inferior y superior de la capa de baja permeabilidad.



#### **III.4.4.- CAPA DE SUELO PARA ÁREA VERDE.**

La capa de suelo para la conformación de la vegetación ayuda a reducir la precolación permitiendo la evapotranspiración y contribuyendo a la reducción de erosión.

La capa de suelo para vegetación debe ser del tipo SM, SC, o ML de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Esta capa no deberá ser compactada para permitir el desarrollo y crecimiento normal de las raíces de las plantas. Esta capa debe ser colocada inmediatamente después de que se termine la compactación de la capa de drenaje superior. El uso de equipo pesado de construcción será totalmente restringido. El contenido óptimo, nutrientes y ajuste del pH deberá ser establecido por una firma competente de la región de asuntos de agricultura. Se deberá determinar el tipo de vegetación que sea resistente a las condiciones atmosféricas de la región y que se desarrolle sin necesidad de riego artificial. El tipo de plantas o pastos debe ser tal que proporcione la mayor cobertura posible para la intercepción óptima de la precipitación.

#### **III.4.5.- RUTAS DE DRENAJES Y CONTROL DE EROSIÓN.**

Uno de los elementos más importantes en el diseño de la cubierta final es el establecimiento de rutas de drenaje para evitar erosión de la cubierta final. Consecuentemente, las pendientes finales de diseño deben ser especificadas de acuerdo con las rutas establecidas de drenaje. La energía de flujo de la precipitación debe ser limitada mediante el uso de canales de poca pendiente y el establecimiento de disipadores de energía de flujo en áreas críticas.

El diseño del sistema de drenaje necesita preliminarmente del establecimiento de rutas de drenaje que a la vez solo pueden ser determinados hasta que se tenga conocimiento de las pendientes finales. El análisis hace uso de los principios de flujo de canales abiertos y flujo de superficie para evitar la erosión excesiva.

#### **III.4.6.- MEMBRANAS SINTÉTICAS IMPERMEABLES. SELECCIÓN DEL MATERIAL.**

El uso y tipo de membranas impermeables sintéticas a utilizar como parte integral de la cubierta final se definió de acuerdo con los siguientes criterios generales:

- a) Las membranas sintéticas impermeables se deben usar cuando los componentes tóxicos del relleno sanitarios presentan un alto riesgo para la salud pública.
- b) Las membranas se deben utilizar cuando se quiere evitar totalmente la infiltración de lixiviados hacia el sustrato edáfico.

## DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

- c) Los materiales sintéticos a utilizar son resistentes a la degradación en presencia de vapor y biogás.
- d) Se deberá instalar dentro de materiales que no se expongan los elementos sintéticos a elementos sólidos protuberantes.
- e) Durante la construcción, se requerirá de una instalación muy cuidadosa. Debido a que los materiales sintéticos fallan fácilmente debido a asentamientos diferenciales o falta de soporte, se deberá proveer de una capa de cimentación competente que permita disminuir los asentamientos diferenciales.

La colocación de la membrana impermeable en la celda de residuos biológico infecciosos se realizará de acuerdo con lo siguiente:

- Se removerá aproximadamente 30 cm del suelo de desplante con el objeto de recibir la membrana sintética.
- Se colocará membrana tanto en el fondo como en las paredes y cubierta final.
- Se colocará 30 cm de material arenoso para evitar dañar la membrana con el paso de maquinaria que operará en el relleno controlado como se observa en la figura.
- El tendido de la membrana se realizará en forma parcial de acuerdo con el avance del relleno como se observa en la figura.
- El detalle de la colocación de la membrana en los canales en donde se encuentra la tubería de lixiviados .
- Sobre los taludes se colocará geotextil con el fin de proteger la membrana en la figura se puede apreciar el detalle de colocación.

### **III.4.7.- VIALIDAD.**

Los caminos de terracería estarán localizados en el perímetro de la celda de confinamiento controlado como se muestra en el esquema. A continuación se presentan algunas consideraciones para el tendido de caminos de terracería, sin embargo pueden llegar a modificarse de acuerdo con la experiencia adquirida de acuerdo con el tipo de terreno en el cual se está trabajando.

Los caminos de terracería estarán formados por:

- Cuerpo del terraplén: Estará formado por material producto de excavación compactado al 90% de su PVSM en capas no mayores de 30 cm, a fin de realizar la nivelación del terreno actual.

- Base y Sub-base: La base estará constituida por 40 cm de tepetate y la sub-base por 30 cm de grava controlada.

Si los materiales que se van a utilizar para la base y sub-base no tienen suficiente valor cementante, pueden estabilizarse mezclándoles materiales de baja plasticidad o sea materiales con límite líquido menor de 18% o contracción lineal menor a 6.5%.

### **III.4.8.- INFILTRACIÓN DE AGUA PLUVIAL.**

Durante la operación del relleno controlado antes de alcanzar el nivel de terreno natural, se deberá contar con una zona de infiltración del agua pluvial, dichas áreas deberán estar libres de residuos sólidos. Asimismo la pendiente que se dará al conformar la celda diaria será del 1% con lo que se ayudará al escurrimiento del agua de lluvia evitando con esto la generación excesiva de lixiviados.

### **III.5.- CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DE LIXIVIADOS.**

#### **III.5.1.- GENERACIÓN DE LIXIVIADOS.**

La producción de lixiviados puede ser minimizada eliminando o previniendo el contacto del agua con el residuo con el uso de drenajes en la superficie e internamente, además de una adecuada selección del material de cobertura y una clasificación de cubierta vegetal que presenta una alta evapotranspiración.

La cantidad de lixiviado producido en un relleno sanitario puede variar considerablemente de acuerdo con las condiciones de operación y manejo del sitio. Los factores operacionales que afectan la producción de lixiviados pueden ser manejo del material de cobertura, irrigación o precipitación anterior a la compactación, irrigación o precipitación después de la compactación, variación en la construcción de las celdas diarias, variación en la composición de los residuos.

Se han propuesto numerosos métodos matemáticos para la estimación de la producción de lixiviados en un relleno sanitario, especialmente basados en un balance de masa como es el caso del balance hídrico. Algunos componentes de este modelo son fáciles de obtener pero algunos componentes como el escurrimiento superficial y la evapotranspiración de la superficie del relleno son difíciles de establecer. Asimismo no existe una verificación de los modelos debido a lo limitado de los datos registrados en el campo y la planeación, precisión y susceptibilidad de los modelos para determinar la generación de los lixiviados que es prácticamente limitada.



### **III.5.2.- COMPONENTES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE LIXIVIADO.**

Para realizar la evaluación de la producción de lixiviado en un sitio de disposición final se establece una relación hidrológica básica, en la cual se examina los cambios en la cantidad de agua que viene determinados a través de un balance hídrico entre las entradas de todas las fuentes posibles así como sus pérdidas. A continuación se describe más a detalle el cálculo de cada uno de los factores que intervienen en el balance hídrico.

El volumen de lixiviados generados en un relleno sanitario depende de varios factores; en general este está determinado por los siguientes factores:

- Disponibilidad de agua.
- Condiciones de la superficie del relleno.
- Condiciones de los residuos .
- Condiciones del material de cobertura de las celdas.

Dentro de los factores que más influyen en la disponibilidad de agua se presenta la precipitación, el escurrimiento superficial, intrusión de agua freática, irrigación, descomposición de los desechos y disposición de los desechos líquidos de estas aportaciones de agua la principal contribución es directamente la precipitación pluvial.

El agua que alcanza la superficie del relleno sanitario por precipitación pluvial, escurrimiento superficial o irrigación puede ser evapotranspiración o infiltrada a través de la superficie del relleno. La distribución dirección que sigue el agua dentro del relleno depende de las condiciones de la superficie, dentro de estas las que más pueden afectar la generación de lixiviados son:

- La cubierta vegetal.
- Material de cobertura (tipo, compactación, permeabilidad, contenido de humedad, etc.)
- Topografía.
- Temperatura.
- Humedad.
- Velocidad del viento.

### **III.5.3.- DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN AL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL.**

Para realizar la estimación de la cantidad de lixiviado que percola a través de las diferentes capas de residuos sólidos se agrupan los parámetros que para su determinación requieren de información meteorológica y se calcula la infiltración mensual al relleno.

### III.5.4.- TEORIA CONTRA PRACTICA.

Aunque se han utilizado los criterios más recientes para estimar la generación de lixiviados en el relleno controlado, los propios autores de estos modelos y la misma práctica han identificado que los resultados no corresponden totalmente a los que sucede en realidad. Para el caso específico del sitio de disposición final se puede establecer que no se requeriría de un sistema de captación de lixiviados ya que no se generarán cuando se cuente con la cubierta final. Sin embargo después de haber obtenido resultados en campo en el sitio de disposición final de Bordo Poniente, la realidad indicó que los lixiviados se generan debido posiblemente a factores como los siguientes.

- La masa de sólido normalmente no ofrece las condiciones más apropiadas para desarrollar una capa de arcilla compactada que asegure impermeabilidad.
- Los asentamientos diferenciales provocan en algunos casos fisuras de la cubierta final permitiendo el paso de agua de lluvia en mayor proporción que la considerada en el ejercicio teórico. En otros casos forma depresiones donde se acumula el agua de lluvia provocando mayor infiltración de la deseada.
- En algunos casos las plantas y arbustos que se desarrollan sobre la cubierta final alcanza a tener raíces que penetran en la capa impermeable rompiendo su continuidad y permitiendo la infiltración del agua de lluvia.
- Los taludes, que en algunos casos representan una proporción importante del área del relleno normalmente tampoco son conformados para provocar la impermeabilidad deseada.
- Una deficiente canalización de los escurrimientos pluviales origina en muchos casos erosión de la cubierta final disminuyendo su impermeabilidad.
- Finalmente se ha observado que bajo ciertas condiciones es posible que la humedad del suelo, sobre todo si el nivel freático es somero, se incorpore a la masa de desechos incrementando la generación de lixiviados; situación no contemplada en los modelos de simulación.

De acuerdo con el balance hídrico se tiene que no hay precolación de lixiviados hacia el fondo del relleno sanitario, sin embargo este modelo matemático tiene como limitante que la estimación de la producción de lixiviados es a partir de la clausura del relleno y de acuerdo con los estudios de geología existe una gran interacción entre los lixiviados generados y las aguas freáticas que en el sitio de Bordo Poniente se encuentra a escasos 0.60 a 1.00 metros de profundidad.

Bajo estas condiciones se considera conveniente el que se cuente con un sistema adecuado para la captación, transporte, tratamiento y disposición final de lixiviados, será necesario sobre todo durante la etapa operativa.

### **III.6.- CAPTACIÓN Y MANEJO DE BIOGAS.**

A continuación se presenta el diseño y recomendaciones para el sistema de captación y conducción de biogás para la celda de residuos biológicos infecciosos basados en la siguiente información:

Capacidad para la disposición final de residuos hospitalarios: 159, 987.10 m<sup>3</sup>.

Capacidad total del confinamiento = 193, 402.30 m<sup>3</sup>.

Extensión del confinamiento: 50, 520 m<sup>2</sup> en esta área se incluye el camino perimetral.

#### **III.6.1.- FASES DE GENERACIÓN DE BIOGÁS.**

La formación de biogás y su composición dependen principalmente de las características de la descomposición biológica de los residuos sólidos; la fase aeróbica, anaeróbica y metanogénica. Bajo condiciones aeróbicas, sólo dióxido de carbono ( CO<sub>2</sub> ) se genera. Hidrógeno y CO<sub>2</sub> se generan bajo condiciones anaeróbicas. Los principales productos de la fase metanogénica son CO<sub>2</sub> y gas metano ( CH<sub>4</sub> ). Se distinguen en la fase anaeróbica y metanogénica pequeñas cantidades de materiales orgánicos volátiles, principalmente solventes.

Las siguientes características se distinguen en la fase aeróbica:

- Concentraciones significativas de oxígeno están presentes en el relleno sanitario.
- La cantidad de CO<sub>2</sub> producido es equivalente al consumo de oxígeno.
- Parte del CO<sub>2</sub> se disuelven para formar ácidos, por ejemplo ácido carbónico que normalmente puede generar compuestos químicos agresivos como es la formación de HCl.
- Se genera calor alcanzando temperaturas de aproximadamente 30° C y en ocasiones, dependiendo de la fase de degradación hasta 40° C.
- El periodo de duración de esta fase suele ser de unos pocos días y podría incrementarse si las condiciones del subsuelo son secas.

## DISEÑO DE CELDA DE DISPOSICIÓN FINALOS.

Las siguientes características se distinguen en la fase anaeróbica:

- Niveles altos de demanda de oxígeno ( bioquímica DBO y química DQO ), y de carbono orgánico total.
- El  $\text{CO}_2$  reduce el pH a niveles entre 5.5 y 6.5 que puede generar lixiviados con alta conductividad.
- Se puede generar alta acumulación de hidrógeno (  $\text{H}_2$  ) que con los ácidos orgánicos contribuyen a la formación de agentes metanogénicos.
- Se presenta la máxima concentración de  $\text{CO}_2$  ( 50% a 90% dependiendo de la disolución ). El período de duración de esta fase oscila entre 15 días y un año.

Las siguientes características se distinguen en la fase metanogénica:

- Se caracteriza porque utiliza productos generados durante la etapa anaeróbica (  $\text{H}_2$  y ácido acético )
- Los organismos metanogénicos trabajan eficientemente dejando poca materia orgánica degradable. Se presenta bajo contenido residual de productos orgánicos.
- La utilización de ácido acético y la baja producción de  $\text{CO}_2$  incrementa el pH a niveles entre 7 y 8 .

Los organismos metanogénicos requieren para su crecimiento un adecuado contenido de agua mayor al 20%, bajos contenidos de oxígeno, un pH neutro, temperaturas entre 35° y 45° C, una alcalinidad no menor de 2, 000 mg/l medida como  $\text{CaCO}_3$  y la existencia de materiales con bajos o ningún nivel de toxicidad. También se identifica que la producción incrementa si los valores de óxido reducción son menores que aproximadamente 330 mv.

### **III.6.2.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS.**

El biogás es una mezcla compuesta principalmente de metano, bióxido de carbono y en muy poca proporción amoníaco y ácido sulfídrico.

## **IV.- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.**

### **IV.1.- GENERALIDADES DE OBRA CIVIL.**

#### **IV.1.1.- DEFINICIÓN.**

Esta cláusula tendrá por objeto determinar con precisión el o los conceptos de trabajo a que se refiere la Norma y la terminología propia de los mismos.

#### **IV.1.2.- REFERENCIAS.**

El objeto de esta cláusula es el de enlistar los conceptos que tienen relación con el capítulo que se trata, así como las Normas correspondientes a dichos conceptos y los números de ellas, para no repetir lo ya tratado en capítulos de Normas de éstas u otras Dependencias.

#### **IV.1.3.- MATERIALES.**

Los materiales necesarios para la construcción de cualquier tipo de obra incluido en estas Normas, deberán cumplir y satisfacer con lo que especifique el proyecto en cada caso y lo indicado en las Normas Oficiales Mexicanas o en su defecto las Normas de Asociación o Internacionales que correspondan.

Esta cláusula tratará de los equipos y sistemas que pasen a formar parte de las obras y deberá determinarse con precisión su función, propiedades y características, así como las tolerancias respectivas y los requisitos que sean aplicables respecto a su inspección, transporte almacenamiento e identificación, operación, manejo e instalación en obra, de acuerdo con lo especificado por el fabricante.

#### **IV.1.4.- REQUISITOS DE EJECUCIÓN.**

Al iniciar una obra, deberán tomarse todas las precauciones necesarias para dar la máxima seguridad a peatones y trabajadores en las zonas donde se llevarán a cabo las obras de construcción e instalaciones, para la cual, deberán colocarse señales de tipo adecuado en los lugares que lo ameriten, así como las instalaciones necesarias para asegurar su integridad física y salud.

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

En todos los casos, antes de iniciar una obra o construcción, deberá limpiarse la zona para que el área de trabajo quede libre de desperdicios, arbustos, tierra vegetal o cualquier tipo de basura y en disposición de efectuar los trabajos subsecuentes.

Se trazará y nivelará el área donde se realizará la obra para ubicar su posición y dimensiones, localizando ejes, bancos de nivel, cotas, zonas verdes, líneas de conducción, etc., y todo lo necesario para el desplante de estructuras y demás etapas constructivas.

Deberán tomarse en cuenta las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones existentes y construcciones cercanas susceptibles de daños con el objeto de deslindar responsabilidades para lo cual, el contratista solicitará al residente, planos de localización de las instalaciones existentes y de proyecto, así como dictamen de las condiciones existentes de las mismas y realizará revisiones periódicas que anotará en la bitácora durante el proceso de la obra.

Todos los trabajos realizados que no cumpla con estas Normas, o que fueran ejecutados fuera de las líneas y/o niveles de proyecto sin mediar orden al respecto, no serán cuantificados para fines de pago y si el residente lo juzga conveniente, el contratista los desmantelará y/o lo demolerá por su cuenta.

La totalidad del equipo y maquinaria de construcción que se utilice en los diferentes tipos de obra, deberá ser previamente autorizado por el residente, y deberá contar con todas las refacciones y herramientas necesarias para realizar las reparaciones menores que se requieran y terminar la obra con la calidad requerida en el tiempo fijado.

En todos los casos, el residente evaluará las diferentes operaciones que haya decidido el contratista realizar, sea en forma manual, con maquinaria, o una combinación de ambas. Todos los materiales que se utilicen en los distintos tipos de obra, deberán ser de primera calidad y satisfacer los requisitos especificados en los proyectos respectivos, así como los señalamientos obligatorios que este respecto deben cumplir. En caso que los resultados de las pruebas no satisfagan las Normas de establecidas por la Dirección Técnica de Residuos Sólidos o en las Normas que específicamente se señalan, el material será rechazado.

El contratista tiene la obligación de mantener limpias y ordenadas las zonas de trabajo así como las áreas en las cuales la obra influye. Para la entrega final el contratista deberá efectuar una limpieza general que muestre la obra con buen aspecto, de lo contrario el residente ordenará a quien juzgue pertinente que ejecute dichos trabajos de limpieza por cuenta del contratista.

### **IV.1.5.- CONCEPTOS DE OBRA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.**

En esta cláusula deberán describirse los alcances de los conceptos a que se refiere la Norma para fines de estimación y pago, indicando materiales, mano de obra, equipos y herramientas que incluya cada concepto de obra, para determinar adecuadamente su precio

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

unitario. Asimismo, se reflejarán las unidades de medida, aproximación de los resultados y procedimientos para determinar cantidades de obra para efectos de pago.

### **IV.2.- TRAZO Y NIVELACION.**

#### **IV.2.1.- DEFINICIÓN.**

Trabajos necesarios para ubicar la posición y dimensiones de una obra en el terreno donde se realizará.

Comprende la localización de ejes ( principales, secundarios y auxiliares ), bancos de nivel; cotas y las referencias necesarias para el desplante de estructuras, ubicación de espacios abiertos, vialidades, líneas de conducción y demás relativos en sus etapas preliminar y definitiva; así como el levantamiento de poligonales y determinación de niveles.

#### **IV.2.1.- REFERENCIAS.**

Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Trazo y Nivelación y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponde a lo indicado en las cláusulas de Materiales, Requisitos de Ejecución, Conceptos de Obra, Criterios de Medición y Base de Pago.

#### **IV.2.2.- MATERIALES.**

Los materiales necesarios para trazo y nivelación deberán cumplir con los requisitos establecidos en el proyecto y/u ordenados por la Dirección Técnica de Residuos Sólidos y con lo señalado en las normas oficiales mexicanas.

#### **IV.2.3.- REQUISITOS DE EJECUCIÓN.**

Los trazos y nivelación, en razón en la exactitud requerida, podrán ejecutarse mediante el empleo de hilos, estacas, plomada, brújula, cinta metálica, estadal, baliza, niveles, nivel de manguera, nivel montado, dinamómetro, tránsito, estación total y demás equipo y herramientas que sean necesarios para obtener la precisión indicada en el proyecto según el caso, y la correcta ejecución de los trabajos.

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

Los trazos de los ejes de las estructuras para edificación, deberán estar sobre el terreno de acuerdo con los planos del proyecto. Su ubicación estará a los linderos de terreno, construcciones ya existentes o mojoneras reconocidas.

Para señalar los puntos de los ejes o vértices de ángulos sobre el terreno, se usarán estacas de madera, acero o mojoneras de concreto, clavando o ahogando sobre la cabeza de las mismas una tachuela o clavo que marque el centro del eje o el vértice del ángulo.

Los bancos de nivel necesarios deberán ser marcados en el terreno sobre mojones de concreto con una varilla o saliente que defina el punto de cuota, referido a aquellos bancos de nivel que señale el residente.

Estos niveles deberán ser visibles e invariables y estar localizados en lugares apropiados.

Los trazos y nivelaciones deberán ser aprobados por el residente y se dará constancia por escrito. Deberán ser conservados por el contratista durante todo el tiempo que dure la ejecución de cualquiera de los trabajos o hasta que, también por escrito, el residente indique lo contrario.

Cuando las estructuras estén constituidas por más de un nivel o piso, en cada uno de ellos se efectuarán los trazos y niveles necesarios, siempre referidos a los ejecutados sobre el terreno.

Los trazos de estructuras deberán ejecutarse mediante la utilización de aparatos e instrumentos de topografía que garanticen una precisión dentro de las tolerancias siguientes:

- a. Para todo tipo de estructura excepto las estructuras de acero y/o las que determine el residente.

Levantamiento de “X” metros cuadrados a “Y” pesos por metro cuadrado.

$$Y = \frac{K}{(X)^a}$$

donde:

Y = Tasa ( precio en pesos por metro cuadrado )

X = Superficie levantada en m<sup>2</sup>

K, a = Constantes que dependen de la fecha a partir de la cual se hacen vigentes las tasas.

### **IV.3.- ACARREOS.**

#### **IV.3.1.- DEFINICIÓN.**

Acarreo libre : Transporte de materiales que se efectúa a una distancia fija por el cual no se hace ningún pago directo adicional, por estar considerado en el alcance del concepto de obra respectivo.

Sobreacarreo : Transporte de materiales que se efectúa en una distancia en exceso de la del acarreo libre o del primer kilómetro o estación hasta el límite fijado en el proyecto o indicado por el residente.

#### **IV.3.2.- REQUISITOS DE EJECUCIÓN.**

El proyecto y/o el residente indicará si los sobreacarros deberán ejecutarse con elementos manuales o con maquinaria. En este último caso el equipo será el adecuado y necesario, previamente aprobado por el residente.

Las carretilla y/o vehículos que se empleen para los acarros, deberán ser cargados a su capacidad nominal completa, sin excederla.

Los acarros se efectuarán de acuerdo a lo indicado en el proyecto, siguiendo la rutina más corta señalada en el mismo por el residente y a las velocidades reglamentarias máximas permitidas.

Deberán utilizarse para el trayecto de los vehículos en las obras, señales de acuerdo con lo indicado por el residente.

La unidad de medición será el metro cuadrado con aproximación de dos ( 2 ) decimales. Para efecto de pago se medirá según líneas de proyecto.

Trazo y nivelación para desplante de estructuras de:

Edificación           \$ / m <sup>2</sup>

Vialidad               \$ / m <sup>2</sup>

Obras Hidráulicas   \$ / m <sup>2</sup>

Levantamiento de poligonales en general. El precio unitario incluye. El suministro de los materiales para señalamiento, marcado, estacado, memoria de cálculo y elaboración del

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

plano, almacenaje, manejo, mermas y desperdicios; los honorarios profesionales para llevar a cabo la dirección del trabajo, realización de memorias de cálculo y la elaboración de planos; la mano de obra para estacado y marcado. El equipo y herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

La unidad de medición será la hectárea con aproximación de dos ( 2 ) decimales. Para efecto de pago se medirá según proyecto.

Levantamiento de “X” metros cuadrados a “Y” pesos por metro cuadrado.

$$Y = \frac{K}{(X)^a}$$

donde:

Y = Tasa ( precio en pesos por metro cuadrado )

X = Superficie levantada en m<sup>2</sup>

K, a = Constantes que dependen de la fecha a partir de la cual se hacen vigentes las tasas.

Trazo y nivelación de plazas, andaderos, parques, caminos y calles. El precio unitario incluye: el suministro de los materiales para señalamiento, marcado y estacado, almacenaje, manejo, mermas y desperdicios. Los honorarios profesionales para llevar a cabo la dirección del trabajo, la mano de obra señalamiento marcado y estacado; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

La unidad de medición será el metro cuadrado con aproximadamente de dos ( 2 ) decimales para efecto de pago se medirá según líneas de proyecto.

Angular = 30 “ ( n )<sup>0.5</sup>

Lineal = 1 / 5, 000

N = Número de ángulos del polígono.

La medida de los ángulos será repetida tres ( 3 ) veces como mínimo; las visuales se tomarán al hilo de la plomada; la cinta puesta horizontal con nivel de mano; la tensión de la cinta será de cuatro kilogramos ( 4 kg ) por cada ( 20 m ) o fracción de cinta métrica y las medidas se recogerán por temperatura para variación de más de cinco grados centígrados de la temperatura de la cinta al medir, conforme a la fórmula de corrección por temperatura indicada en el párrafo b del inciso noveno.

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

b. Para las estructuras de acero y/o las que señale el residente.

$$\text{Angular} = 30 \text{ " } (n)^{0.5}$$

$$\text{Lineal} = 1 / 5,000$$

N = Número de ángulos del polígono.

La medida de los ángulos será repetida tres ( 3 ) veces como mínimo, si el aparato aproxima medio minuto y cada medida será el promedio de las lecturas en los vernieres del aparato; las visuales e tomarán a señales plomeadas, tensando la cinta cuatro o cinco kilogramos ( 4 kg o 5 kg ) por cada veinte ( 20 m ) o fracción de cinta de acero, medido con dinamómetro; la temperatura de la cinta será medida con aproximación de dos a tres grados centígrados (2° C a 3° C ) y corregidas las medidas por este concepto, conforme al párrafo b del inciso noveno.

En función de la precisión, el levantamiento de poligonales podrá ejecutarse mediante empleo de cinta metálica y brújula ó cinta metálica y tránsito de acuerdo a lo señalado en el capítulo de proyectos de estas mismas normas.

### **IV.3.3.- CONCEPTOS DE OBRA, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO.**

Trazo y nivelación para desplante de estructuras de edificación.- El precio unitario incluye: el suministro de los materiales para señalamiento, marcado y estacado, almacenaje, manejo, mermas y desperdicios; los honorarios profesionales para llevar a cabo la dirección del trabajo. La mano de obra para señalamiento, marcado y estacado; el equipo y herramienta necesarios para la correcta ejecución del trabajo. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

El contratista será único responsable de obtener los permisos necesarios para transportar los materiales y/o equipo al lugar y hora que indique el proyecto y/o el residente.

Los vehículos deberán estar provistos de la caja o red apropiadas para transportar el material correspondientes sin ocasionar fugas. En caso de que esta se presenten ya sea por deficiencias de vehículo o por carga defectuosa, el contratista deberá reponer el material perdido y ejecutar la limpieza de la ruta recorrida, conforme a indicaciones del residente.

En zona urbana se utilizarán lonas para recubrir el material y así evitar pérdidas del mismo y molestias.

Conceptos de obra, criterios de medición y base de pago:

- a. Acarreo en carretilla o camión de material producto de excavaciones que no sea roca. Primera estación ( 20 m o 1 kilómetro ). El precio unitario incluye: la mano de

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

obra y herramienta o equipo necesario para la carga, el acarreo a veinte metros, la descarga o acomodo del material, retorno al sitio de carga y limpieza; los señalamientos y protecciones de seguridad. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.

- b. La unidad de medición será el metro cúbico estación, con dos decimales de aproximación. Para efecto de pago se medirán en banco las unidades ejecutadas en obra, según líneas de proyecto.
- c. Acarreo en carretilla o camión de material producto de excavación primera estación ( excepto roca ), \$ / m<sup>3</sup>.
- d. Sobreacarreos en carretillas o camión de material producto de excavaciones que no sea roca; estaciones subsecuentes ( 20 m ó 1 kilómetro ). El precio unitario incluye: la mano de obra y herramienta necesaria para el transporte de material y el regreso vacío a la primera estación. Así como los indirectos, la utilidad del contratista y los cargos contractuales que se estipulen.
- e. La unidad de medición será el metro cúbico-estación ( veinte metros ), con dos decimales de aproximación. Para efecto de pago se medirán en bancos las unidades ejecutadas en obra, según línea de proyecto.
- f. Sobreacarreo en carretilla o camión de material producto de excavación; estaciones subsecuentes ( excepto roca ), \$ / m<sup>3</sup> – est.

### **IV.4.- OBRA CIVIL EDIFICACIÓN EN PLANTA.**

#### **IV.4.1.- EXCAVACIÓN EN EDIFICACIONES.**

Excavación para edificaciones; conjunto de operaciones necesarios para la remoción y extracción de materiales, ejecutadas a cielo abierto para desplantar o alojar cimentaciones, muros o pequeñas estructuras.

#### **IV.4.2.- CIMBRA.**

Cimbra.- Es el conjunto de obra falsa y molde, cuyo objetivo es soportar y moldear el concreto fresco para que este en su forma preestablecida.

Molde.- Es el conjunto de elementos de madera, metálicos o de otro material que están en contacto con el concreto y con los cuales se da la forma geométrica a cada elemento.

Obra falsa.- Es el conjunto de elementos metálicos, de madera u otro material que servirán de sostén a los moldes y es capaz de soportar las cargas producidas por las acciones del colado, los moldes y el concreto fresco hasta su fraguado.

#### **IV.4.3.- CONCRETO HIDRÁULICO PARA CONSTRUCCIÓN.**

Son las mezclas de cemento Pórtland, agregados pétreos seleccionados, aguas y adicionantes en su caso, en dosificación adecuada que al fraguar adquieren las características de resistencia previamente fijadas.

#### **IV.4.4.- ADITIVOS PARA CONCRETO.**

Son sustancias químicas que se agregan al concreto para mejorar, aumentar o disminuir ciertas características físicas, tales como plasticidad, fluidez, tiempo de fraguado, impermeabilidad, resistencia y segregación.

En función de los efectos que producen en el concreto hidráulico, los aditivos se pueden definir como sigue:

- a.- Reductores de agua.- Son los que permiten incrementar la resistencia al reducir la relación agua-cemento, conservando la consistencia y aumentando la trabajabilidad.
- b.- Retardantes del fraguado .- Son los que retardan el fraguado del concreto, para aumentar el tiempo de manejo durante su colocación.
- c.- Acelerantes de fraguado.- Son los que aceleran el fraguado y permiten obtener la resistencia de proyecto a más corta edad.
- d.- Reductores de agua y retardantes de fraguado.- Son los que proporcionan efectos combinados de los tipo "a" y "b".
- e.- Reductores de agua acelerantes de fraguado.- Son los que proporcionan efectos combinados de los tipos "a" y "c".
- f.- Impermeabilizantes.- Son los que reducen la permeabilidad, capilaridad y absorción del concreto.
- g.- Controladores de volumen.- Son los que por reacciones químicas provocan un aumento del volumen de la masa de concreto.
- h.- Adherentes.- Son los que aumentan la adherencia entre el mortero del concreto, el agregado grueso y el acero de refuerzo.

## ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE DISPOSICIÓN FINAL.

- i.- Colorantes.- Son los que se usan para dar al concreto un determinado color.
- j.- Funguicidas, bactericidas o insecticidas.- Son los que se agregan para impedir la formación de hongos, bacterias o gérmenes que afecten la resistencia o el acabado del concreto.
- k.- Minerales finamente pulverizados.- Son los materiales que se usan para corregir alguna deficiencia del concreto; para aumento de resistencia o para reducción de la generación de calor y de la permeabilidad.

### **IV.4.5.- ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO.**

Son varillas, esencialmente corrugadas y en algunos casos lisas que se colocan ahogadas en la masa de concreto para tomar parte de los esfuerzos internos que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

### **IV.4.6.- INSTALACIONES SANITARIAS.**

Conjunto de tuberías, dispositivos y accesorios arreglados de acuerdo a un proyecto cuya finalidad es la evacuación de aguas negras, blancas y/o pluviales en una edificación.

- a.- Tuberías.- Conjunto formado por tubos, ocultos o visibles, por donde se lleva todo tipo de aguas.
- b.- Albañales.- Tubos subterráneos que conducen las aguas servidas a un tubo o colector general.
- c.- Registros.- Cajas de concreto, tabique, mampostería u otros materiales, contruidos sobre la línea del albañal, cuyas funciones son: dar acceso a la tubería para su desazolve, limpieza o revisión y facilitar la conexión de otros conductores y cambios de dirección.
- d.- Céspedes.- Dispositivo que permite el cierre hidráulico del tubo que comunica directas o indirectamente los muebles sanitarios con el albañal principal, con objeto de evitar la salida de los gases de dicho albañal a través de los desagües de los muebles.

## **V.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

### **V.1.- CASETA DE VIGILANCIA.**

El sitio debe contar con la infraestructura durante y para la operación de la celda de residuos biológicos infecciosos para ello se necesita de una caseta de vigilancia donde se lleven a cabo los registros de entrada y salida de los vehículos recolectores asimismo el personal encargado podrá ejercer vigilancia continua las 24 horas del día, esta caseta deberá estar localizada en la puerta de acceso de la celda de la celda como se aprecia en el esquema que se anexa a continuación.

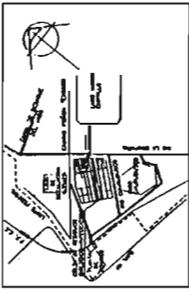
La caseta de vigilancia será de las denominadas multipanel y estará constituida por oficina y área de vigilancia asimismo anexo a la caseta se encontrará un sanitario portátil .

### **V.2.- COBERTIZO.**

Para llevar a cabo las actividades de protección y mantenimiento del equipo de compactación, de los caminos o de los vehículos que permanecen en cierro dentro del área del relleno controlado es necesario contar con un cobertizo simple. Cabe hacer notar que no es necesario su construcción dentro de los límites de la celda de residuos biológico infecciosos ya que actualmente dentro del área de disposición final de Bordo Poniente, se cuenta con este tipo de infraestructura para llevar a cabo la operación de la disposición de residuos municipales en la denominada 4ª etapa. Estos cobertizos podrán ser utilizados para el encierro de la maquinaria utilizada en la celda de confinamiento de residuos hospitalarios, asimismo todos los vehículos de transporte deberán ser desinfectados antes de ser guardados en el cobertizo.

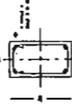
### **V.3.- CERCA PERIMETRAL.**

Con objeto de delimitar y contener residuos que puedan ser arrastrados por el viento en el área donde se dispondrán residuos de tipo infeccioso, se tiene contemplada una cerca perimetral cuyas características se muestran en la figura siguiente.

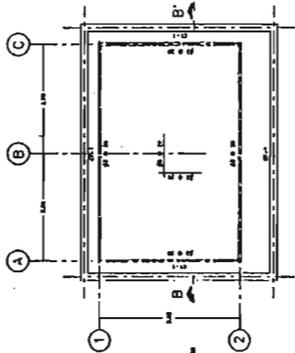
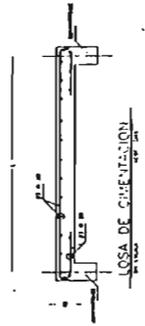


SIMBOLOGIA:

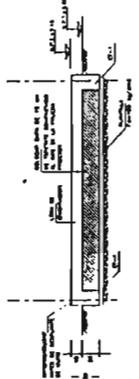
- MUR DE 15 CM DE ESPESOR
- MUR DE 20 CM DE ESPESOR
- MUR DE 25 CM DE ESPESOR
- MUR DE 30 CM DE ESPESOR
- MUR DE 35 CM DE ESPESOR
- MUR DE 40 CM DE ESPESOR
- MUR DE 45 CM DE ESPESOR
- MUR DE 50 CM DE ESPESOR
- MUR DE 55 CM DE ESPESOR
- MUR DE 60 CM DE ESPESOR
- MUR DE 65 CM DE ESPESOR
- MUR DE 70 CM DE ESPESOR
- MUR DE 75 CM DE ESPESOR
- MUR DE 80 CM DE ESPESOR
- MUR DE 85 CM DE ESPESOR
- MUR DE 90 CM DE ESPESOR
- MUR DE 95 CM DE ESPESOR
- MUR DE 100 CM DE ESPESOR



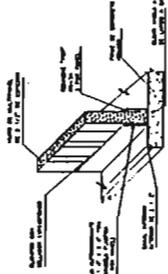
CONTRAPASE C-1



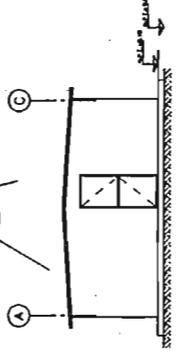
PLANTA DE CIMENTACION



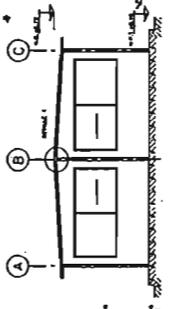
CORTE B-B



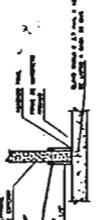
DETALLE 1 (DESPLANTE DE MURO EXTERIOR)



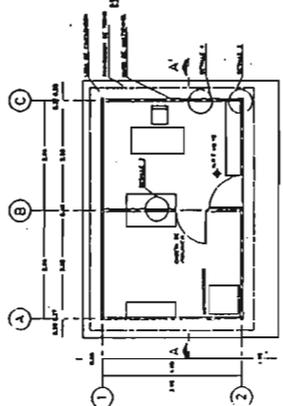
FACHADA PRINCIPAL



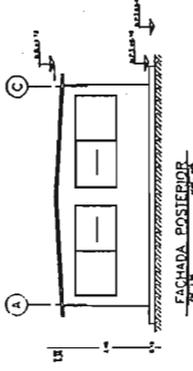
CORTE A-A



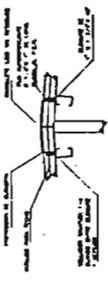
DETALLE 2 (DESPLANTE DE MURO INTERIOR)



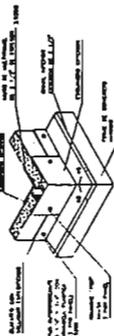
PLANTA ARQUITECTONICA



FACHADA POSTERIOR



DETALLE 3 (CUMBRE DE TECHO)



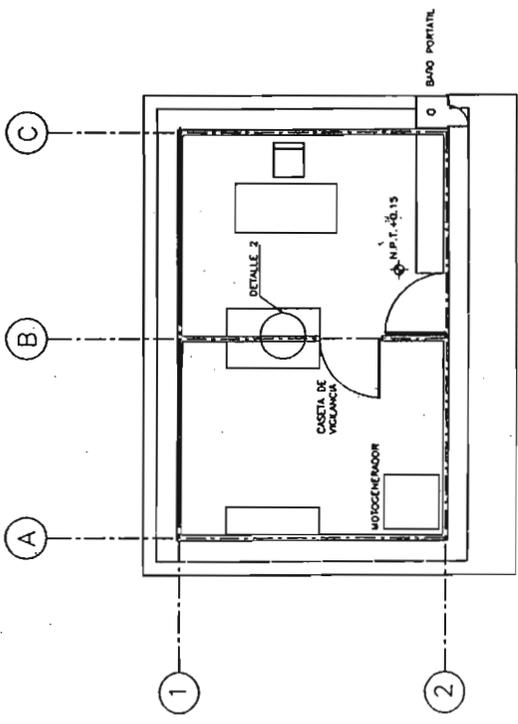
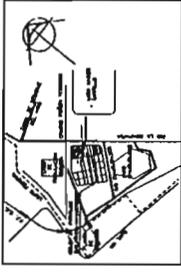
DETALLE 4 (DESPLANTE DE MUROS EN ESQUINA)

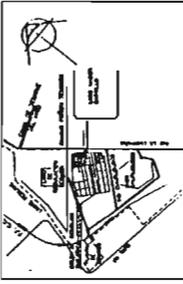
#### **V.4.- SEÑALIZACIÓN.**

Se deberá contar con una señalización adecuada de acuerdo con las actividades a realizar en el sitio de operación como se muestra en la figura, los señalamientos con que se deben de contar para llevar a cabo la operación de la celda de residuos biológico infecciosos.

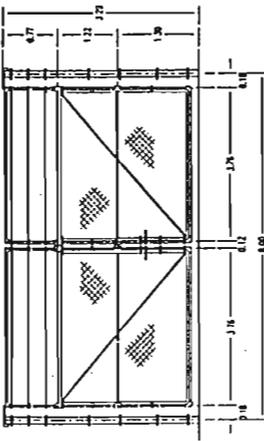
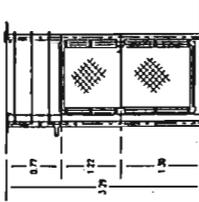
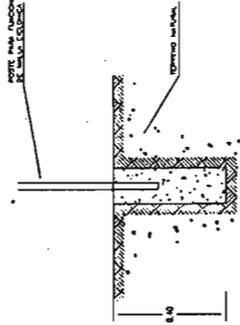
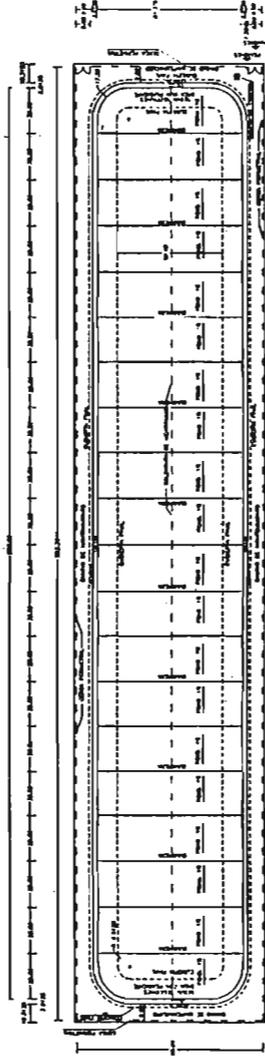
#### **V.5.- PROTECCIÓN A CONDUCTOS DE ESCURRIMIENTO PLUVIAL.**

Dado el diseño de los canales de conducción de agua pluvial estos deberán ser protegidos para el paso de los vehículos recolectores o cualquier maquinaria que opere dentro del confinamiento de residuos hospitalarios por lo que se propone un paso por medio de rejilla Irving de solera de acero de 3/16" x 1-1/2" a cada 3 centímetros y redondo de acero de 3/8" a cada 10 centímetros.





SECCION VERTICAL  
 A - A 2.2 X 3 METROS  
 SIN ESCALA  
 NOTA: EN METROS



## VI.- MANUAL DE OPERACIÓN.

El presente manual tiene como objeto el describir en forma simple las principales acciones para el manejo y la disposición de los residuos sólidos generados en las instituciones de salud.

### VI.1.- DEFINICIONES.

**Residuos hospitalario.** Se define como residuos hospitalarios aquellos desechos generados en centros de atención de salud durante la presentación de servicios asistenciales, incluyendo los generados en laboratorios.

**Centro de atención de salud.** Hospitales, sanatorios, policlínico, centro médico, maternidad, sala de primeros auxilios y todo aquel establecimiento donde se practique cualquiera de los niveles de atención humana o animal, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.

**Residuos infecto-contagioso.** Son residuos que contiene o puede contener un gran número de gérmenes patógenos, debido a que el material ha tenido contacto con pacientes, por medio de operaciones, autopsias y curaciones entre otras. Dentro de esta categoría se encuentran los residuos de sangre humana y productos de la misma, así como cultivos y cepas de agentes infecciosos.

Como ejemplo de los residuos infectocontagiosos se puede citar los siguientes: gases, vendas, guantes, cubre bocas, toallas, abatelenguas, algodones, hilo de sutura, catéteres, esponjas, pañales desechables, residuos alimenticios de pacientes infectocontagiosos, plasma, bolsas de sangre, cajas Petri y tubos de ensaye.

**Residuos peligrosos especiales.** Son los residuos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Estos residuos constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y/o radiactividad.

**Residuos punzocortantes.** Se llaman objetos punzocortantes a todo el material que tiene la capacidad de picar, cortar o lastimar la piel.

**Residuos anatómico.** Esta categoría incluye restos de órganos, tejidos, miembros amputados y fluidos del cuerpo que han sido removidos quirúrgicamente o perdidos en accidentes o hechos ilícitos, que al no darles la disposición adecuada en el menor tiempo posible, representan un alto riesgo a la salud.

**Residuos radioactivos.** Se incluyen residuos sólidos, líquidos y gaseosos contaminados con radionucleótidos ( isótopos ), empleados en terapias, diagnósticos de investigaciones, los cuales presentan la propiedad de descomponerse espontáneamente, con liberación de energía en altas cantidades de partículas.

**Residuos farmacéuticos.** Son medicamentos o materiales de curación que no fueron empleados en su vida útil y que al término de éstas, se convierten en peligrosos.

## **VI.2.- GENERACIÓN.**

La generación de los residuos sólidos en un centro de salud está determinada por la complejidad y frecuencia de los servicios que brinda y por la eficiencia que alcanzan los responsables de los servicios en el desarrollo de las tareas, así como por la tecnología utilizada.

## **VI.3.- PREPARACIÓN DE LOS RESIDUOS.**

### **VI.3.1.- SEGREGACIÓN.**

Consiste en separar o seleccionar apropiadamente los residuos según la clasificación adoptada . Esta operación se debe de realizar en la fuente generadora. En cada uno de los servicios especializados, los responsables de la prestación del servicio ( médicos, enfermeras, laboratoristas, auxiliares, etc. ), generan materiales de desechos ( algodones, jeringas usadas, papeles, muestras de sangre, etc. ). Dicho materiales deben ser clasificados y separados.

### **VI.3.2.- USO DE RECIPIENTES.**

Los recipientes para el almacenamiento temporal de cada uno de los servicios especializados de un centro de salud, deben de cumplir especificaciones técnicas, tales como hermeticidad, resistencia a elementos punzo cortantes, estabilidad, forma adecuada, facilidad de lavado, peso ligero y facilidad de transporte, entre otros.

Los materiales más apropiados son aquellos de acero inoxidable, polietileno de alta densidad y fibra de vidrio, entre otros materiales rígidos.

### **VI.3.3.- USO DE BOLSAS.**

Debe generalizarse el uso de bolsas para el manejo de residuos hospitalarios. Estas deben de tener entre otras las siguientes características:

- a. Tamaño apropiados de acuerdo a la composición y peso del residuo.
- b. Resistencia para facilitar sin riesgo la recolección y el transporte. Aunque no se especifica en la normatividad, se recomienda el empleo de calibres 300 o 250 que corresponden a 3 mm y 2.5 mm respectivamente.
- c. Material apropiado ( polipropileno de alta densidad o simplemente polietileno ), de preferencia ser opacas para impedir la visibilidad.
- d. Impermeabilidad con el fin de evitar la introducción o eliminación de líquidos.

### **VI.3.4.- RECIPIENTES PARA EMBALAJES DE PUNZOCORTANTES O LÍQUIDOS.**

Los residuos punzocortantes y algunos residuos líquidos requieren de un embalaje especial. Generalmente se utilizan frascos o recipientes de tamaño pequeño y materiales de plástico o vidrio. Estos recipientes deben de reunir características de impermeabilidad, hermeticidad, inviolabilidad, entre otros.

### **VI.3.5.- USO DE COLORES Y SÍMBOLOS.**

Los recipientes, las bolsas y los lugares donde estos se ubican deben tener un código de colores y la impresión del símbolo que los identifique por su tipo de residuo y el riesgo que presentan. La Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002 indica que deberán ser de color rojo o amarillo dependiendo del área de donde provenga y el símbolo de riesgo biológico.

### **VI.4.- CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS.**

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana es requisito indispensable mantener un estricto control sobre la disposición de los residuos tóxicos y biológico infecciosos, generados en centros médicos como lo son: las clínicas, laboratorios clínicos y hospitales donde se brinda atención a una gran cantidad de pacientes que presentan infecciones de tipo contagioso;



debido a esto se han estipulado una serie de reglamentaciones en cuanto al manejo que debe proporcionárseles a este tipo de desechos.

Es decir, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, y finalmente una adecuada disposición de los desechos producidos dentro de estas instalaciones.

Se llaman residuos sólidos hospitalarios al conjunto de desechos que se generan en un hospital durante la realización de sus funciones y que según su origen dentro del establecimiento son o no son contaminantes. Su manejo correcto tiene el propósito de contribuir al control de las infecciones y de la contaminación microbiológica, con el fin de proporcionar por una parte la seguridad de las personas internadas, de las que laboran y de las que concurren al hospital y por otra, a la prevención de problemas de contaminación ambiental que afecten a la población exterior del mismo.

Las consideraciones en que se base el manejo correcto de los residuos hospitalarios tiene que ver con la prevención de las infecciones intrahospitalarias, con la protección de la población exterior de enfermedades contagiosas, con sus características físicas y químicas que pueden dañar al ambiente, así como razones éticas y estéticas que las involucran. De ello surge la necesidad de clasificar los distintos tipos de residuos en grupos, según el manejo que la experiencia ha demostrado como el más adecuado para cada uno de ellos.

Principalmente se tienen dos tipos de residuos generados en los hospitales agrupándolos de forma general como residuos peligrosos y no peligrosos.

### **VI.4.1.- RESIDUOS NO PELIGROSOS.**

Los residuos no peligrosos son aquellos cuyas características y componentes no afectan en lo más mínimo a la población que los maneja ni al medio ambiente, es decir que no han tenido contacto directo con pacientes durante su diagnóstico y tratamiento, por lo que no poseen ningún elemento que pueda tener la capacidad de causar infección o que contenga o pueda contener toxinas producidas por microorganismos que puedan causar efectos nocivos a seres vivos y al ambiente.

Así los residuos denominados no peligrosos no requieren de técnicas especiales de manejo, ya que prácticamente son similares a los domiciliarios, por lo tanto las técnicas de manejo pueden ser las mismas que son aplicadas a los residuos urbanos.

Estos residuos son los provenientes de las áreas administrativas, de limpieza general, de la elaboración de alimentos, de las oficinas integradas a las áreas médicas, de los talleres, de salas de espera y similares.

Cabe destacar que en las áreas médicas también se generan residuos no peligrosos unas en mayor proporción que en otras, como es el caso de consulta externa. En estas áreas aunque predominan los desechos peligrosos, se llegan a generar al mismo tiempo residuos no contaminados, como es principalmente las envolturas de guantes, gasas, etc., o bien,

recipientes que contienen sustancias no peligrosas como son los sueros; los cuales ocupan un volumen considerable si se considera que actualmente casi todo el material empleado en el tratamiento de los pacientes es completamente desechable.

Con esto se pretende hacer un enfoque en cuanto a la cantidad de basura no contaminada que se genera, pero que al ser mezclada de forma indistinta y sin el conocimiento previo de su identificación y por ende separación, se convierte de forma automática en un residuo peligroso, incrementando la cantidad de este tipo de residuo de forma considerable.

#### **VI.4.2.- RESIDUO PELIGROSO.**

Se entiende como residuo peligroso a aquel residuo que presenta una o más de las características del la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

- Corrosividad. (C)
- Reactividad. (R)
- Explosividad. (E)
- Toxicidad. (T)
- Inflamabilidad. (I)
- Biológico infeccioso. (B)

En particular atención en enfoque estará en la sexta característica la cual es la principal en los residuos hospitalarios.

Se determina que un residuo es biológico infeccioso cuando éste contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos y al ambiente que se generan en establecimientos de atención médica. Considerándose residuo peligroso Biológico infeccioso, los siguientes:

- La sangre.
- Los productos derivados de la sangre, incluyendo plasma, suero y paquete globular.
- Los materiales con sangre o sus derivados, aún cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o los contuvieron.
- Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.

- Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.
- Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezcla cultivos.
- Los patológicos.
- Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.
- Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.
- El equipo, material y objeto utilizados para la explotación y toma de muestras biológicas.
- Los objetos punzocortantes usados y sin usar.
- Los que han estado en contacto con humanos o con animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturíes, cajas de Petri, cristalería entera y rota, porta y cubre objetos, tubos de ensaye y similares.

Asimismo se considera un residuo peligroso a los medicamentos caducos cayendo dentro de la característica de toxicidad.

Una vez definido los residuos peligrosos y no peligrosos es posible prestar conciencia a cerca de la problemática que representa el manejo de los residuos sólidos hospitalarios peligrosos, acrecentándose sí esta se aumenta al mezclar los dos tipos de residuos, los peligrosos y los no peligrosos.

#### **VI.4.3.- ETAPAS DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS.**

El manejo de los residuos peligrosos reglamentados a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, establece los principios básicos de separación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de éstos.

**Separación:** Es la acción de agrupar los residuos por sus características físicas o químicas, no mezclando los diferentes tipos de desechos generados.

**Almacenamiento in-situ:** El almacenamiento de los residuos es la primera fase que se debe de considerar dentro de todo el proceso de manipulación de los residuos sólidos, dicho almacenamiento deberá ir acorde a la cantidad, volumen y tipo de residuo por almacenar.

**Recolección interna:** Es la acción de recolectar los residuos sólidos que se encuentran en el contenedor de almacenamiento in-situ para ser posteriormente transportados a su almacenamiento temporal.

**Transporte interno:** Posterior a la recolección se procede a transportar los residuos de su lugar de origen a su almacenamiento temporal, generalmente esta etapa se realiza por medio de carros manuales.

**Almacenamiento temporal:** Es el lugar destinado a almacenar los residuos sólidos para ser llevados posteriormente a su tratamiento y/o sitio de disposición final.

**Tratamiento:** Proceso químico o físico al cual serán sometidos los residuos sólidos peligrosos para la eliminación de microorganismos patógenos, quedando los residuos de forma irreconocible.

Generalmente la incineración, esterilización o desinfección química pueden aplicarse en el origen para convertir los residuos infecciosos en comunes, o en algunos casos, para convertir residuos especiales en comunes. De esta manera la cantidad final de residuos peligrosos se reduce, disminuyendo el riesgo para la salud y los costos de transporte y disposición final.

## VI.5.- CELDA DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS.

Para lograr el funcionamiento adecuado de la celda de residuos biológico infecciosos, es recomendable la utilización de manuales de operación para sus distintos componentes. Este manual contemplará las recomendaciones básicas para optimizar la operación del sistema y el uso del equipo con que este cuenta.

Cabe aclarar que este manual no trata de una manera exhaustiva todos los pasos a seguir para la operación óptima del sistema, ya que pueden ser ampliados o modificados de acuerdo con la experiencia que se adquiriera al iniciar los trabajos de disposición final de los residuos sólidos.

En esta sección se presentan las principales acciones que deben ser consideradas en la operación del relleno controlado, tratando de establecer la secuencia simple y lógica que permita que los operarios puedan realizar sus actividades sin adiestramiento exhaustivo previo. El desarrollo del manual se ha basado considerando que los operadores del sistema tendrán un nivel educativo mínimo de secundaria en la mayoría de los casos, aunque siempre se considera la posibilidad de la guía de un profesional de conocimientos adecuados.

La integración del manual de operación obedece por lo tanto a la necesidad de contar con una herramienta útil y fácil de consultar que auxilia a los operadores en el cumplimiento de sus tareas. El contenido de este documento tiene como fuentes principales la información que ha permitido el diseño y posible construcción de las instalaciones, tomando en cuenta la gran cantidad de estudios relacionados con la posible migración de contaminantes de confinamiento de residuos sólidos y sus posibles efectos en la salud humana y en el entorno ambiental lo que identifica la importancia de las actividades que deben desarrollar los encargados de operar y mantener la celda de disposición de residuos biológico infecciosos.

Es importante hacer notar que la participación de operadores y trabajadores en general en la revisión, actualización y enriquecimiento continuo del manual resultará de gran importancia para mantener su vigencia y valor con la superación del sistema y la capacitación del personal que a futuro integrará la plantilla de operadores.

A continuación se describen las operaciones básicas, así como los aspectos de rutina y eventuales que se presenten durante la operación del relleno controlado:

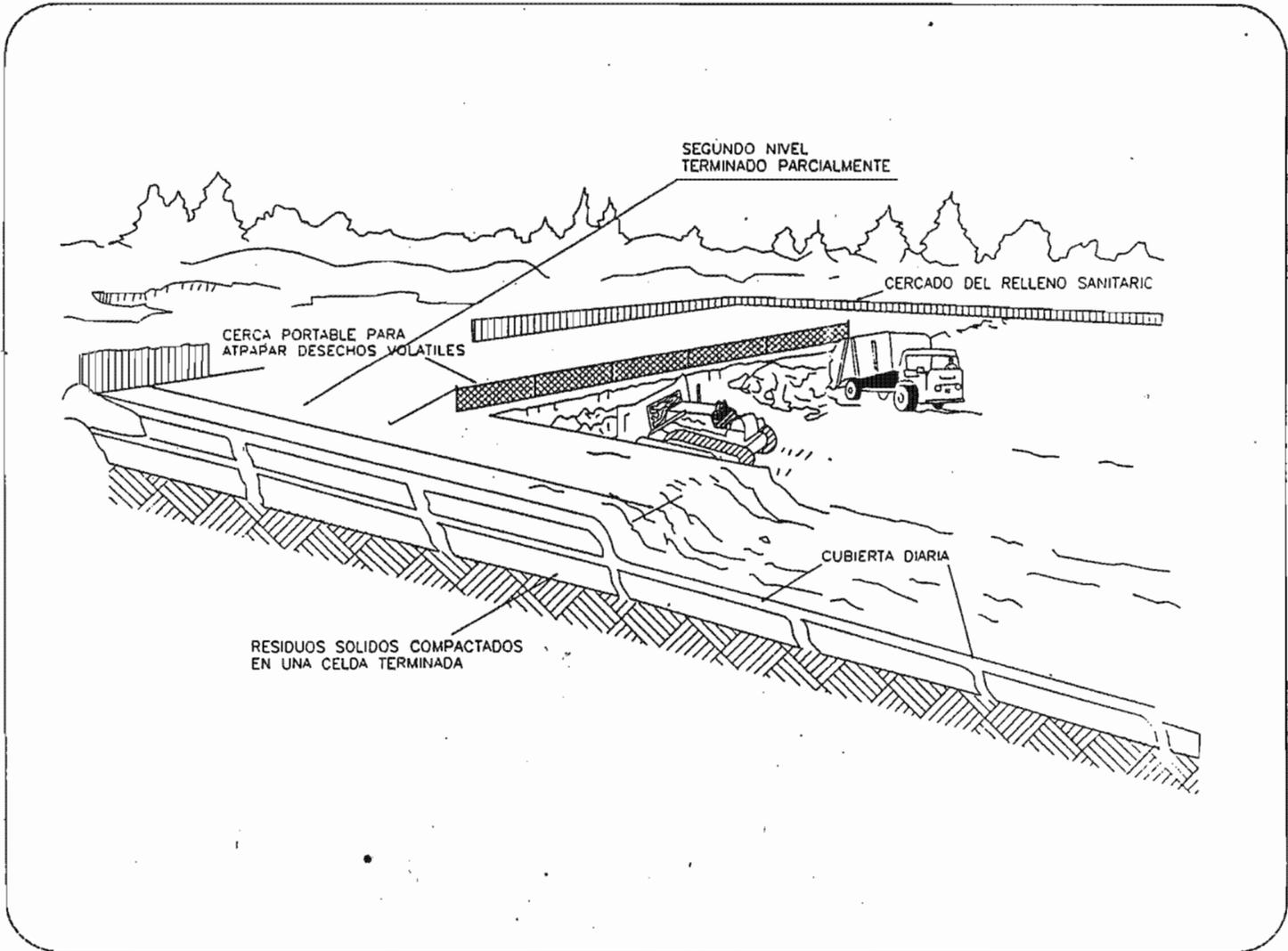
- Condicionantes de las características de los residuos.
- Adecuación del sitio.
- Disposición de desechos sólidos.
- Ventilación de gases.
- Drenaje.
- Control de vectores y roedores.
- Aspectos estéticos del relleno.
- Programa de monitoreo.
- Mantenimiento y conservación de la cubierta final .
- Mantenimiento y conservación de la maquinaria y estructuras.
- Higiene y seguridad.

Se debe señalar que no se puede eliminar la aplicación de las acciones citadas, ya que el éxito de la celda experimental depende de la ejecución de todas ellas en forma integral.

### **VI.5.1.- METODO DE OPERACIÓN.**

Un “relleno sanitario”, se define como el método de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales se depositan, se esparcen, compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra al término de las operaciones del día.

En la fase de diseño de un relleno sanitario, se puede optar por dos métodos de operación, el de área y el de trinchera o emplear una combinación de ellos dependiendo de los datos preliminares y las características del área de estudio.



Para el caso de la celda de residuos biológico infecciosos se cuenta con un sitio prácticamente plano por lo que el método de operación es el denominado de área teniéndose como definición la siguiente:

**Método de área:** Este método puede utilizarse en cualquier terreno disponible, de esta forma puede practicarse en canteras abandonadas, cañadas, depresiones, ciénagas o terrenos planos.

El procedimiento consiste en depositar los residuos en la base del relleno sanitario para ser esparcidos y compactados de tal manera que se forme una celda para cubrirla posteriormente con tierra, con esto se da inicio a la construcción de celdas en un extremo del terreno a llenar avanzando paulatinamente hasta llegar al otro extremo.

La operación se llevará a cabo formando un frente de trabajo de gran extensión denominado "Macro-celda": Es necesario que las celdas sean construidas con una pendiente del 1% con lo que se favorece el escurrimiento superficial y se evita la infiltración del agua de lluvia a través de los residuos y que complementada con obras de desvío de aguas pluviales evite los efectos de inundación en época de lluvias.

### VI.5.2.- ACCESO.

El control de acceso al relleno de bordo poniente esta supeditado a la autorización por el vigilante que se localiza en la caseta, quien deberá verificar el ingreso de los camiones especiales que se necesitan para el transporte de este tipo de residuos, asimismo autorizará la entrada de personas que estén involucradas en las actividades del relleno sanitario, desde los operadores de la maquinaria hasta el personal que laboren en el mismo, supervisores, visitantes, etc.

Habiendo ingresado a la zona, los camiones pasarán a la zona de báscula a fin de obtener el peso de los residuos sólidos que serán depositados en el sitio. Cabe señalar que cada camión tendrá una tara preestablecida a fin de obtener por diferencia el peso exacto de los residuos.

Después del pesaje los camiones recolectores se dirigirán a la denominada 4ª etapa donde se localiza la zona de disposición final de residuos biológico infecciosos.

Este sitio se localizará otro control para la verificación de los residuos a disponer, donde se deberá registrar, fecha, hora tanto de entrada como de salida del vehículo, sus características y el tipo de desechos que transporta para su ingreso al relleno.

### VI.5.3.- FRENTES DE TRABAJO.

Se debe de identificar claramente las macroceldas de trabajo y las celdas que se constituirán en el día, utilizando para ello estacas que marquen los límites de las mismas.

También es conveniente contar con un buen señalamiento en los caminos, lo cual agilizará la disposición de los residuos, evitará accidentes y congestiónamiento y elevará la eficiencia de la disposición.

Considerando que la operación de las macroceldas se realice como se programa, se logrará de esta forma una vida útil aproximada de 2.14 años.

### VI.5.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DIARIA.

Los residuos sólidos que se dispondrán en la celda de residuos biológico infecciosos se deberán concentrar en unidades denominadas "celda diaria". La celda diaria debe cumplir con las características geométricas que aseguren su funcionamiento óptimo durante la vida útil de la celda controlada de residuos biológico infecciosos tales como:

- 1.- **Homogeneidad.-** Los desechos sólidos deben tener un alto grado de homogeneidad para que la distribución de sus componentes sea uniforme y sus propiedades sean comunes en cualquier punto.
- 2.- **Tipo de desechos.-** El sitio de disposición final será exclusivamente para los desechos generados en establecimientos de salud de tipo biológico infeccioso.
- 3.- **Compactación.-** Los residuos sólidos deberán compactarse mediante pasadas sucesivas de maquinaria pesada, el peso volumétrico deberá ser aproximadamente  $400 \text{ kg/m}^3$ .
- 4.- **Talud.-** La celda diaria inicialmente se apoyará sobre el talud que de el camino, posteriormente se conformará con una pendiente 2.5:1 lo que permitirá una buena operación de la maquinaria en la celda diaria.
- 5.- **Longitud.-** La celda diaria tendrá una longitud en promedio de 12.50 metros.
- 6.- **Ancho de la celda.-** Una vez definida la altura que en este caso es de 2.00 metros en promedio, el ancho estará en función de la cantidad de residuos sólidos que se reciban diariamente de acuerdo con estimaciones esta será de 9.05 metros.
- 7.- **Cubierta.-** La celda diaria incluye una cubierta de material inerte al finalizar las actividades diarias de disposición de residuos sólidos, esta tendrá un espesor de 0.30 metros, tratando de obtener el mayor peso volumétrico posible para que soporte el peso de los vehículos posteriormente.

### VI.5.5.- FORMACIÓN DEL FRENTE DE TRABAJO.

Por frente de trabajo se entiende el área donde se depositarán los residuos del día, con los cuales se formará la celda diaria de residuos sólidos. El frente de trabajo diario lo indicará el residente y/o el responsable del relleno, en base a la calendarización y a los planos del diseño de la celda de residuos infecto-contagiosos. Las instrucciones deberá transmitirlas directamente al operador de la máquina quien se avocará a desarrollar sus actividades en el lugar indicado.

- 1.- Los vehículos recolectores ingresarán en un extremo de la superficie adyacente a la celda diaria, efectuarán las maniobras, cuidando que la distancia entre corona y corona sea la mínima posible.

Esparcido y compactación.- Después de que se haya realizado la disposición de los residuos sólidos se deberán esparcir en delgadas capas de 60 cm y mediante 4 o 5 pasadas sucesivas del equipo pesado ( D-4 ), se realizará la compactación. El perfil del talud será 2.5:1 para que la maquinaria pesada opere adecuadamente y se proporcione una buena estabilidad.

Para una operación adecuada, los desechos deberán ser depositados al pie del talud, con el fin de que el esparcido se realice de abajo hacia arriba. En el caso del material de cubierta, las operaciones empezarán al contrario, es decir, el material se depositará en la parte más alta del talud y desde ahí será empujado hasta formar una capa de 30 cm de espesor, finalmente será compactado por pasadas sucesivas de la misma maquinaria.

- 2.- El tractor empujará los desechos hasta el área de la celda, en la cual los acumulará formando capas de 0.5 metros a 0.6 metros que se compactarán con cinco pasadas de tractor. La operación del tractor estará enfocada a lograr uniformidad en la conformación de la celda en sus tres dimensiones, debiendo tener cuidado en no formar rampas con pendientes menores a 2.5:1 puesto que esto pone en peligro la estabilidad de la celda.

### VI.5.6.- GENERACIÓN DE LIXIVIADOS.

Las características fisicoquímicas y biológicas de los lixiviados generados en un sitio de disposición final de residuos sólidos depende de varios factores entre los cuales los más importantes se han identificado como las características químicas de los residuos, las condiciones climatológicas, la edad del sitio de disposición, las características físicas de los residuos, las condiciones de operación en el sitio, las características fisicoquímicas de los suelos y la posición de los residuos con respecto al fondo o cercanos a la cubierta.



Las características químicas de los residuos son primordiales tanto en las condiciones de degradabilidad de la materia orgánica contenida como de los compuestos y elementos que son arrastrados o disueltos por el flujo de lixiviados.

Sin embargo para el caso de la celda de residuos biológico infecciosos los lixiviados que se generen durante su vida útil y en la fase de mantenimiento serán enviados por medio de un sistema de captación, hacia un cárcamo de bombeo de donde serán enviados a la planta de tratamiento de lixiviados de Bordo Poniente propiedad de la Dirección General de Servicios Urbanos para su tratamiento fisicoquímico.

### **VI.5.7.- POZOS DE MONITOREO.**

Es fundamental llevar a cabo el control de la generación de lixiviados que se producen en el relleno controlado, para lo cual se requiere establecer un programa de muestreo y caracterización tanto de lixiviados como de agua freática, la cual será con pozos de monitoreo.

### **VI.5.8.- SISTEMA DE CAPTACIÓN Y CONTROL DE BIOGÁS.**

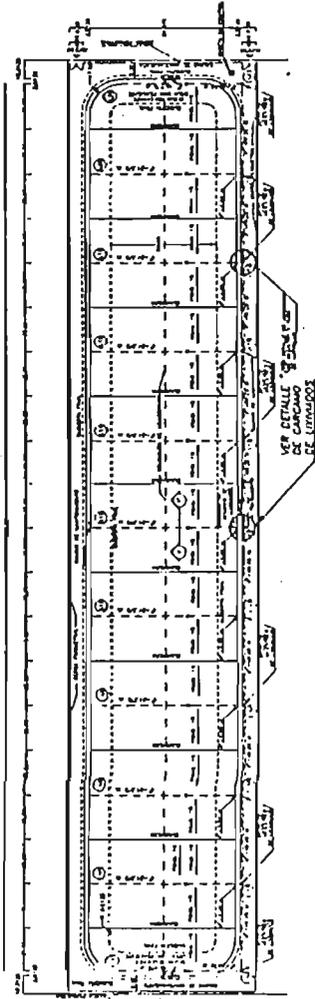
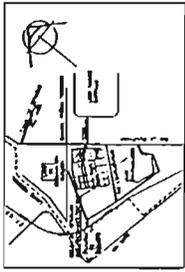
La formación de biogás y su composición dependerá principalmente de las características de la descomposición biológica de los residuos: la fase aeróbica, anaeróbica y metanogénica. Bajo condiciones aeróbicas, sólo dióxido de carbono se genera, hidrógeno y se genera bajo condiciones anaeróbicas, la captación se determino a base de pozos.

### **VI.6.- ASPECTOS ESTÉTICOS DEL RELLENO.**

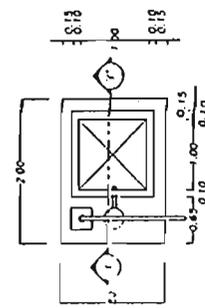
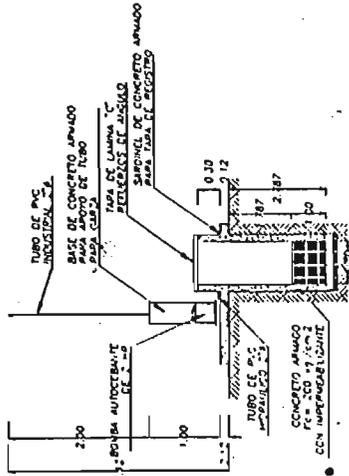
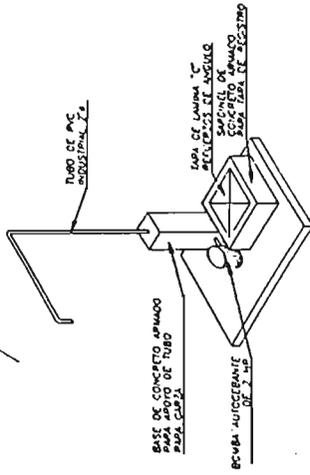
El relleno controlado deberá guardar un aspecto estético que no tenga impactos negativos para los habitantes de las zonas aledañas.

La cubierta final podrá pastizarse con una especie de hoja ancha y raíz poco profunda, así como forestada con vegetación chaparra y de raíz horizontal.

El aspecto que ofrecerá el relleno controlado a la vista durante su operación será el de un área protegida, a pesar de contar con una impermeabilización con polietileno de alta densidad convendrá tener cuidado de no regar con exceso el pasto de la cubierta final para evitar la precolación de agua hacia las celdas que almacenan los residuos sólidos a pesar de contar con una membrana de polietileno de alta densidad ya que está puede llegar a presentar alguna ruptura durante las maniobras del tendido de la misma o en el hincado de los pozos de biogás.

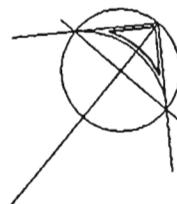
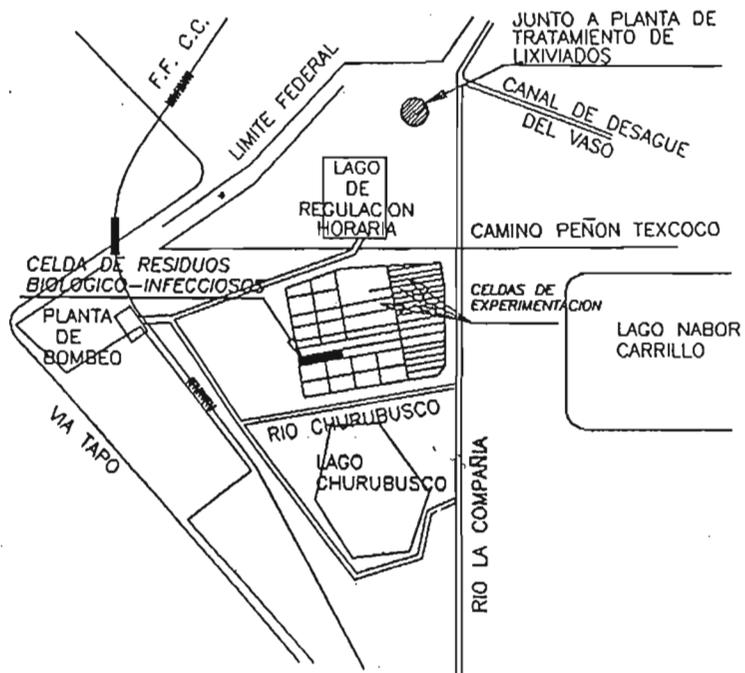


PLANTA CELDA DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS



DETALLE "C"





UBICACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE ANTIBIOTICOS EN BORDO PONIENTE

Los siguientes tipos de pasto se pueden adquirir fácilmente por semilla o bien por rollo:

**Aristida adscensionis.**

Pastos anuales o perennes.

Nombre común: Tres barbas, tres barbas anuales, zacate de agua.

Usos: Protección del suelo, forraje.

**Aristida wrightii.**

Pasto perenne

Nombre común: Tres barbas.

Usos: Protección del suelo, forraje.

**Axonopus compressus.**

Pastos generalmente perennes, cespitosos estoloníferos.

Nombre común: Pasto alfombra, pasto chato de alfombra, zacate amargo.

Usos: Fijador de suelos arenosos, forraje, ornamental.

**Axonopus scoparius.**

Nombre común: Imperial, pasto chato imperial, zacate imperial.

Usos: Fijador de suelos arenosos, forraje ornamental.

*Bothriochloa barbinodis* var, *barbinodis*.

Pastos perennes, cespitosos, hojas planas a veces aromáticas.

Nombre común: Popotillo algodonoso, popotillo cola de coyote, popotillo perforado, popotillo plateado.

Usos: Protección al suelo, resistencia a sequías prolongadas.

**Chloris gayana.**

Pastos anuales o perennes

Nombre común: Zacate Rodees.

Usos: Protección al suelo, resistencia a sequías prolongadas, forraje.

**Lolium multiflorum.**

Pastos anuales o perennes

Nombre común: Ballico anual, ballico italiano.

**Lilium perenne.**

Nombre común: Balli perenne, pasto inglés.

Usos: Forraje, ornamental.

Se deben de mantener la caseta de vigilancia y estructuras como la cerca perimetral en buenas condiciones. Asimismo al concluir la vida útil del relleno continuar con la restricción de acceso en tanto se haya detectado el comportamiento del área en cuanto a asentamientos diferenciales, estabilidad de taludes, así como el uso de liberación de biogás.

Se deberá prohibir la construcción de cualquier estructura dentro del área donde se encuentre la celda de residuos biológico infecciosos aunque esta sea de tipo ligera.

**VI.7.- MANTENIMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS DESPUÉS DE LA CLAUSURA.**

A diferencia de otras obras, la construcción de un relleno controlado requiere de una constante supervisión y mantenimiento, lo cual implica gastos que aunque son mínimos, deben ser atendidos oportunamente, debiendo preverse los recursos correspondientes en el presupuesto anual.

Uno de los elementos más importantes en la operación de la celda de residuos biológico infecciosos será el jefe de operación del sitio, quien debe organizar, dirigir y controlar las operaciones del sitio. Si el relleno no cuenta con una buena supervisión ni con un mantenimiento adecuado, fácilmente podrá convertirse en un tiradero a cielo abierto con los consecuentes problemas ambientales que esto representa.

## VII.- CONCLUSIONES.

- Como las actividades humanas alteran los sistemas ecológicos, la ingeniería civil actividad que realiza el hombre para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales en la satisfacción de las necesidades humanas y/o en la solución a un problema, adicionalmente también produce efectos adversos sobre el ambiente. En el estudio del impacto que producen las obras de ingeniería civil, será necesario clasificarlas en función de su objetivo principal, para poder legislarlas.
- El método de disposición final de desechos sólidos más usado en los países subdesarrollados es el tiradero a cielo abierto que recibe desechos generados por todas las fuentes (domicilios, hospitales, industrias, etc.). Por su forma de operación los tiraderos a cielo abierto conllevan a una amplia secuela de efectos adversos en el medio que lo circunda, tales como contaminación del agua, suelo y aire, presencia de fauna nociva y creación de cinturones de miseria. Una alternativa para disponer de los desechos sólidos de manera más racional es el relleno sanitario. Sin embargo, este método de disposición final también tiene un impacto ambiental que debe ser evaluado. El estudio de impacto ambiental de este tipo de proyectos deberá contemplar los efectos que se presentarán desde la implantación, operación y legislación de la obra.
- Aunque de manera indirecta ya desde tiempos de la colonia ha existido preocupación por proteger elementos específicos del ambiente, como en el caso del agua, mediante la expedición de leyes, fue hasta marzo de 1971 que se inicio la estructuración de un marco legal en materia de protección al ambiente al promulgarse la **LEY FEDERAL PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**, ordenamiento que fue derogado en febrero de 1982, cuando se puso en vigor la **LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE**. Su propósito fue regular, por una parte, todos los ámbitos en que la contaminación podía tener lugar, así como sus efectos en el ambiente, atmósfera, agua, medio marino, suelo, energía térmica, ruido y vibración; por la otra preservar y mejorar el ambiente.
- Con la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** se modificó la concepción tradicional del análisis de proyectos, que puede afectar significativamente al ambiente, no solamente durante la planeación, construcción, operación y mantenimiento, sino también con la ocurrencia de un evento extraordinario. Se incluyó el concepto de riesgo ambiental cuando la obra o actividad analizada esté asociada al manejo de sustancias peligrosas. En el caso de obras o actividades que impliquen un riesgo ambiental, los promotores del proyecto deberán presentar ante la **Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología**, o en su caso a las autoridades locales en materia de ecología, un estudio de riesgo, en el que se define el daño potencial que la obra o actividad representaría para la población, sus bienes y el ambiente, durante todas la etapas de proyecto y en caso de accidente,

## CONCLUSIONES.

---

así como las medidas de seguridad y operación convenientes para evitar, mitigar o controlar los efectos adversos.

- En el **Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos**, se define a las normas técnicas ecológicas como el conjunto de reglas científicas o tecnológicas emitidas por la Federación, que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, que puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente; además de que uniforman principios, criterios, políticas y estrategias en la materia, su aplicación y vigilancia corresponderá a las autoridades federales, estatales o municipales, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones territoriales, así como en los términos que se establezcan en su propia legislación.

## BIBLIOGRAFIA.

Ing. Alba B. Vázquez González.

Ing. Enrique César Valdez.

### **IMPACTO AMBIENTAL**

Editado por Facultad de Ingeniería.

Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.

Constantino Gutiérrez Palacios.

### **IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL**

Editado por el autor, 1980.

José A. Medina Gándara, Rubén Sánchez Silva.

### **IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS**

Editado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión del Plan Nacional Hidráulico.

María Teresa Estevan Bolea.

### **LAS EVALUACIONES DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Editado por Cuadernos del Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales, 1977.

Godínez, R. R.

### **“CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS, EN MÉXICO”**

Tesis, Facultad de Derecho, UNAM, México, 1994.

### **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitres días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y ocho.-

**Miguel de la Madrid H.**- Rúbrica.- El Secretario de Comercio y Fomento Industrial,

**Héctor Hernández Cervantes.**- Rúbrica.- El Secretario de Comunicaciones y Transportes,

**Daniel Díaz Díaz.**- Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, **Gabino**

**Fraga Mouret.**- Rúbrica.- El Secretario de Salud, **Guillermo Soberón Acevedo.**-

Rúbrica.- El Jefe del Departamento del Distrito Federal, **Ramón Aguirre Velázquez.**- Rúbrica.

**Fecha de Publicación: 25 de noviembre de 1988**

**BIBLIOGRAFIA.**

---

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

**8° EDICIÓN**, Editorial Porrúa, 1993.

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 28 DE ENERO DE 1988.**

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 7 DE JUNIO DE 1988.**

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 12 DE JUNIO DE 1996.**

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 12 DE NOVIEMBRE DE 2001.**

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 20 DE ENERO DE 2002.**

## ANEXOS.

### REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Presidencia de la República.

MIGUEL DE LA MADRID., Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 4o. fracción I, 5o. fracciones V, VI y XIX, 8o. fracciones II, III, VII y XI, 15, 22, 36, 37, 134, 135 fracción III, 136, 139, 142, 150, 151, 152, 153, 171, 172, 173, 174 y 175 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he tenido a bien expedir el siguiente:

### REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.

#### CAPITULO I

#### DISPOSICIONES GENERALES

**ARTICULO 1o.-** El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a residuos peligrosos.

**ARTICULO 2o.-** La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del propio Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación del presente Reglamento, en los términos de los instrumentos de coordinación correspondientes.

**ARTICULO 3o.-** Para efectos de este Reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

**Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

**Confinamiento controlado:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su aislamiento definitivo.

**Confinamiento en formaciones geológicas estables:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo.

**Contenedor:** Caja o cilindro móvil, en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

**Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.

**Disposición final:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

**Envasado:** Acción de introducir un residuo peligroso en un recipiente, para evitar su dispersión o evaporación, así como facilitar su manejo.

**Empresa de servicios de manejo:** Persona física o moral que preste servicios para realizar cualquiera de las operaciones comprendidas en el manejo de residuos peligrosos.

**Generación:** Acción de producir residuos peligrosos.

**Generador:** Persona física o moral que como resultado de sus actividades produzca residuos peligrosos.

**Incineración:** Método de tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

**Jales:** Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

**Ley:** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

**Manifiesto:** Documento oficial, por el que el generador mantiene un estricto control sobre el transporte y destino de sus residuos peligrosos dentro del territorio nacional.

**Presa de jales:** Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales.

**Reciclaje:** Método de tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos.

**Recolección:** Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reuso, o a los sitios para su disposición final.

**Reglamento:** El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos.

**Residuo incompatible:** Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación; o, partículas, gases o vapores peligrosos; pudiendo ser esta reacción violenta.

**Reuso:** Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.

**Secretaría:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**Tratamiento:** Acción de transformar los residuos, por medio del cual se cambian sus características.

**ARTICULO 4o.-** Compete a la Secretaría:

I.- Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley;

II.- Expedir las normas técnicas ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este Reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

III.- Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios;

IV.- Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;

V.- Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización;

VI.- Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos;

VII.- Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;

VIII.- Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente Reglamento;

IX.- Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento a que hace referencia este Reglamento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos generados en el país;

X.- Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos;

XI.- Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente Reglamento

XII.- Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que se trata este Reglamento;

XIII.- Promover la participación social en el control de los residuos materia de este Reglamento;

XIV.- Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;

XV.- Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos e materia de este Reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación; y

XVI.- Las demás que le confieren este Reglamento y otras disposiciones legales.

Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.

**ARTICULO 5o.-** Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, el generador de residuos peligrosos, así como las personas físicas o morales, públicas o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.

**ARTICULO 6o.-** Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de residuos peligrosos que expida la Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.

## **CAPITULO II**

### **DE LA GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS**

**ARTICULO 7o.-** Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría, en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

En la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generarse o manejarse con motivo de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos.

**ARTICULO 8o.-** El generador de residuos peligrosos deberá:

- I.- Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría;
- II.- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos;
- III.- Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes;
- IV.- Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas;
- V.- Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VI.- Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas;
- VII.- Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

VIII.- Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan;

IX.- Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas;

X.- Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el Reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables;

XI.- Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período; y

XII.- Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

### CAPITULO III

#### DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

**ARTICULO 9o.-** Para los efectos del Reglamento se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.

**ARTICULO 10.-** Se requiere autorización de la Secretaría para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, así como para prestar servicios en dichas operaciones sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud y de seguridad e higiene en el trabajo.

**ARTICULO 11.-** En el caso de instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, previamente a la obtención de la autorización a que se refiere el artículo anterior, el responsable del proyecto de obra respectivo deberá presentar a la Secretaría la manifestación de impacto ambiental prevista en el artículo 28 de la Ley, de conformidad con el procedimiento señalado en el Reglamento de Impacto Ambiental.

**ARTICULO 12.-** Las personas autorizadas conforme al artículo 10 de este Reglamento, deberán presentar, previo al inicio de sus operaciones:

I.- Un programa de capacitación del personal responsable del manejo de residuos peligrosos y del equipo relacionado con éste;

II.- Documentación que acredite al responsable técnico; y

III.- Un programa para atención a contingencias.

**ARTICULO 13.-** El generador podrá contratar los servicios de empresas de manejo de residuos peligrosos, para cualquiera de las operaciones que comprende el manejo. Estas empresas deberán contar con autorización previa de la Secretaría y serán responsables, por lo que toca a la operación de manejo en la que intervengan, del cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que de él se deriven.

**ARTICULO 14.-** Para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, el generador deberá envasarlos de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos en su caso, en envases:

I.- Cuyas dimensiones, formas y materiales reunan las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo; y

II.- Identificados, en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes, con el nombre y características del residuo.

**ARTICULO 15.-** Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, las siguientes condiciones:

I.- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;

II.- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

III.- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;

IV.- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;

V.- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;

VI.- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm<sup>2</sup> durante 15 minutos; y

VII.- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

**ARTICULO 16.-** Además de lo dispuesto en el artículo anterior, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I.- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

II.- Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;

III.- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y

IV.- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

**ARTICULO 17.-** Además de lo dispuesto en el artículo 15, las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

I.- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;

II.- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

III.- Contar con pararrayos; y

IV.- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

**ARTICULO 18.-** En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.

**ARTICULO 19.-** Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

I.- Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente;

II.- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento; y

III.- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del Reglamento.

**ARTICULO 20.-** Queda exceptuado de lo dispuesto en los artículos 15, 16, 17, 18 y 19 fracción III, el almacenamiento de jales. Estos residuos deberán almacenarse conforme a lo que dispongan las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 21.-** Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora. En la bitácora se debe indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

**ARTICULO 22.-** La recolección de residuos peligrosos fuera de las instalaciones donde se generen o manejen, así como el transporte de los mismos, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas, que al efecto se expidan.

**ARTICULO 23.-** Para transportar residuos peligrosos a cualquiera de las instalaciones de tratamiento o de disposición final, el generador deberá adquirir de la Secretaría, previo el pago de los derechos que correspondan por ese concepto, los formatos de manifiesto que requiera para el transporte de sus residuos.

Por cada volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo.

El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final.

El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.

El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservadas por el generador, por el transportista y por el destinatario de los residuos peligrosos, respectivamente, conforme a lo siguiente:

I.- Durante diez años en el caso del generador, contados a partir del momento en el que el destinatario entregue al primero el original del manifiesto;

II.- Durante cinco años en el caso del transportista, contados a partir de la fecha en que hubiere entregado los residuos peligrosos al destinatario; y

III.- Durante diez años en el caso del destinatario, contados a partir de la fecha en que hubiere recibido los residuos peligrosos para su disposición final.

En el caso de la fracción III, una vez transcurrido el plazo señalado, el destinatario deberá remitir a la Secretaría la documentación, en la forma en que esta determine.

El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante diez años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final.

**ARTICULO 24.-** Si transcurrido un plazo de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, el generador no recibe copia del manifiesto debidamente firmado por el destinatario de lo mismos, el generador deberá informar a la Secretaría de este hecho, para que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

**ARTICULO 25.-** El transportista y el destinatario de los residuos peligrosos deberán entregar a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los residuos que hubiesen recibido durante dicho periodo para su transporte o para su disposición final, según sea el caso.

**ARTICULO 26.-** Cuando para el transporte de residuos peligrosos, el generador contrate a una empresa de servicios de manejo, el transportista contratado estará obligado a:

I.- Contar con autorización de la Secretaría,

II.- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse;

III.- Firmar el original del manifiesto que le entregue el generador, y recibir de éste último las dos copias del manifiesto que correspondan;

IV.- Verificar que los residuos peligrosos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las normas técnicas ecológicas correspondientes;

V.- Sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como a las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes; y

VI.- Remitir a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos peligrosos recibidos para transporte durante dicho periodo.

**ARTICULO 27.-** Sin perjuicio de las autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades competentes, los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deberán contar con registro de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y reunir los requisitos que para este tipo de vehículos determine dicha dependencia.

Una vez registrados los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éstos sólo podrán usarse para dicho fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tractocamiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos, por tener como única función la de arrastrar contenedores.

**ARTICULO 28.-** Queda prohibido el transporte de residuos peligrosos por vía aérea.

**ARTICULO 29.-** Quienes recolecten y transportes residuos peligrosos, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de tránsito, salud y comunicaciones y transportes, están obligados a lo siguiente:

- I.- Observar los programas de mantenimiento del equipo; y
- II.- Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos, de acuerdo al tipo de residuos que se transporte.

**ARTICULO 30.-** Cuando sea necesario dar tratamiento previo a un residuo peligroso para su disposición final, éste deberá tratarse de acuerdo a los métodos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 31.-** La disposición final de residuos peligrosos se sujetará a lo previsto en este Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan. Los sistemas para la disposición final de residuos peligrosos son:

- I.- Confinamientos controlados;
- II.- Confinamientos en formaciones geológicas estables; y
- III.- Receptores de agroquímico.

Los receptores de agroquímicos sólo podrán confinar residuos de agroquímicos o sus envases.

**ARTICULO 32.-** La selección del sitio, así como el diseño y construcción de confinamientos controlados y de receptores de agroquímicos deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

La localización y selección de sitios para confinamientos en formaciones geológicas estables, deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

El proyecto para la construcción de un confinamiento controlado deberá comprender como mínimo lo siguiente:

- I.- Celdas de confinamiento;
- II.- Obras complementarias; y, en su caso,
- III.- Celdas de tratamiento.

El diseño y construcción de las celdas de confinamiento y de tratamiento, así como la construcción de las obras complementarias, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 33.-** La operación de los confinamientos controlados y de las celdas de confinamiento y de tratamiento a que se refieren las fracciones I y III del artículo anterior, así como la operación de los confinamientos en formaciones geológicas estables y de los receptores de agroquímicos, se sujetarán a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**ARTICULO 34.-** una vez depositados los residuos peligrosos bajo alguno de los sistemas a que se refiere el artículo 31, el generador y, en su caso, la empresa de servicios de manejo contratada para la disposición final de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría un reporte mensual con la siguiente información:

I.- Cantidad, volumen y naturaleza de los residuos peligrosos depositados;

II.- Fecha de disposición final de los residuos peligrosos;

III.- Ubicación del sitio de disposición final;

IV.- Sistemas de disposición final utilizado para cada tipo de residuo.

**ARTICULO 35.-** Los lixiviados que se originen en las celdas de confinamiento o de tratamiento de un confinamiento controlado, deberán recolectarse y tratarse para evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

Los métodos para su recolección y tratamiento deberán ajustarse a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**ARTICULO 36.-** La disposición final de los residuos peligrosos generados en la industria minera se efectuará en presas de jales y de conformidad con lo dispuesto en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

Las presas de jales podrán ubicarse en el lugar en que se originen o generen dichos residuos, excepto arriba de poblaciones o de cuerpos receptores ubicados a una distancia menor de 25 kilómetros que pudieran resultar afectados.

**ARTICULO 37.-** Ningún residuo que hubiere sido depositado en alguno de los sistemas de disposición final previstos en el Reglamento deberá salir de éste, excepto cuando hubieren sido depositados temporalmente con motivo de una emergencia.

**ARTICULO 38.-** El manejo de los bifenilos policlorados deberá sujetarse a lo dispuesto en el Reglamento y a las normas técnicas ecológicas que al efecto se expidan.

**ARTICULO 39.-** Se prohíbe la disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio. Estos residuos sólo podrán destruirse de acuerdo con las normas técnicas ecológicas correspondientes, bajo cualquiera de los siguientes métodos:

I.- Químicos catalíticos, en el caso de residuos con bajas concentraciones; y

II.- Incineración, tratándose de residuos que contengan cualquier concentración.

**ARTICULO 40.-** Cuando por su peligrosidad la Secretaría determine que ciertos residuos no deben depositarse en ninguno de los sitios a que se refiere el Reglamento, éstos deberán tratarse en los términos previstos en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

**ARTICULO 41.-** Cuando los productos de origen industrial o de uso farmacéutico en cuyos envases se precise fecha de caducidad, no sean sometidos a procesos de rehabilitación o generación una vez que hubieren caducado serán considerados residuos peligrosos, en cuyo caso los fabricantes y distribuidores de dichos productos serán responsables de que su manejo se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes .

**ARTICULO 42.-** Cuando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, durante cualesquiera de las operaciones que comprende su manejo, el generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio, deberá dar aviso inmediato de los hechos a la Secretaría; aviso que deberá ser ratificado por escrito dentro de los tres días siguientes al día en que ocurran los hechos, para que dicha dependencia esté en posibilidad de dictar o en su caso promover ante las autoridades competentes, la aplicación de las medidas de seguridad que procedan, sin perjuicio de las medidas que las mismas autoridades apliquen en el ámbito de sus competencias.

El aviso por escrito a que se refiere el párrafo anterior deberá comprender:

I.- Identificación, domicilio y teléfonos de los propietarios, tenedores, administradores o encargados de los residuos peligrosos de que se trate;

II.- Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente;

III.- Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido;

IV.- Descripción precisa de las características fisicoquímicas y toxicológicas, así como, cantidad de los residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos;

V.- Acciones realizadas para la atención del accidente;

VI.- Medidas adoptadas para la limpieza y restauración de la zona afectada; y

VII.- Posibles daños causados a los ecosistemas.

## CAPITULO IV

### DE LA IMPORTACION Y EXPORTACION DE RESIDUOS PELIGROSOS

**ARTICULO 43.-** Sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes, la importación y exportación de los residuos determinados peligrosos en los términos de la Ley y de este Reglamento, requiere de autorización de la Secretaría, la cual estará facultada para intervenir en los puertos territoriales, marítimos y aéreos y, en general, en cualquier parte del territorio nacional, con el objeto de controlar los residuos peligrosos importados o a exportarse, así como para dictar y aplicar las medidas de seguridad que correspondan, tendientes a evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

**ARTICULO 44.-** La autorización a que se refiere el artículo anterior se otorgará para cada volumen de importación o exportación de residuos peligrosos. En ella deberán indicarse los puertos terrestres, marítimos o aéreos por los que se permitirán dichas actividades, así como el tipo de transporte. Dicha autorización se otorgará en un término máximo de 5 días después de recibida de conformidad la solicitud.

**ARTICULO 45.-** La solicitud para obtener la autorización de importación o exportación de residuos peligrosos deberá presentarse dentro de los 45 días hábiles anteriores a la fecha en que se pretenda realizar la operación de importación o exportación cuando se trate de la primera operación y 5 días hábiles en lo sucesivo, cuando se trate de un mismo residuo y deberá contener los siguientes datos y anexos:

- I.- Nombre, denominación o razón social y domicilio de quien pretenda importar los residuos;
- II.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del exportador de los residuos peligrosos y del propietario de los mismos;
- III.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del o de los transportistas y los datos de identificación de los vehículos a ser utilizados, incluyendo el modo de transportación y el tipo de contenedor a utilizar;
- IV.- Nombre, denominación o razón social y domicilio del destinatario de los residuos peligrosos, lugar donde se les procesará, diagrama de flujo y descripción del proceso de reciclaje o reuso que se les dará y utilización ilícita de la que serán objeto;
- V.- Lista, composición y cantidad detallada de los residuos peligrosos que se pretenda importar o exportar;
- VI.- Lugar de partida y destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirá;

VII.- Puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita el ingreso o salida de los residuos peligrosos, en los casos de importación o exportación, respectivamente;

VIII.- Certificación de las autoridades competentes del país de procedencia, que indique el grado de peligrosidad de los residuos y los requisitos a cuyo cumplimiento se sujetará la autorización de exportación otorgada por las autoridades de dicho país y las medidas de protección;

IX.- Copia de la documentación en trámite para obtener la autorización del país de destino, en caso de exportación de los residuos peligrosos o la de origen cuando se trate de importación, traducida al español y debidamente certificada o legalizada;

X.- Descripción del proceso de generación de los residuos peligrosos y características del residuo que queda después del reciclaje;

XI.- Relación detallada de otras autorizaciones, permisos o requisitos que se estén tramitando o hayan de ser satisfechos ante otras autoridades nacionales competentes, en cumplimiento de otras leyes, reglamentos o disposiciones aplicables a la importación o exportación de que se trate; y

XII.- Descripción de las medidas de emergencia que se tomarán en el caso de derrames en tránsito.

**ARTICULO 46.-** La persona física o moral que obtenga la autorización para importar o exportar residuos peligrosos, deberá estar domiciliada en el país y sujetarse a las disposiciones aplicables.

**ARTICULO 47.-** Previamente al otorgamiento de la autorización, la Secretaría fijará el monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como en el extranjero, que el solicitante deberá otorgar para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia autorización y de las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables, así como para la reparación de los daños que pudieran causarse aún en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda.

**ARTICULO 48.-** Las autoridades nacionales que deban intervenir en el otorgamiento de permisos o autorizaciones en relación con la importación o exportación de residuos peligrosos, requerirán la previa presentación de la autorización de la Secretaría a que se refiere este capítulo, la cual tendrá obligación de exhibir el solicitante de dichos permisos o autorizaciones.

**ARTICULO 49.-** La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de 90 días naturales a partir de su otorgamiento. Dicha vigencia podrá ser prorrogada si a juicio de la Secretaría existen motivos para ello.

Una vez efectuada la operación de importación o exportación respectiva, deberá notificarse a la Secretaría, dentro de los 15 días naturales siguientes a la fecha en que éste se hubiere realizado.

**ARTICULO 50.-** Queda prohibida la importación o exportación de los residuos peligrosos por la vía postal, en los términos del artículo 15 fracción II de la Ley de Servicio Postal Mexicano.

**ARTICULO 51.-** No se concederá autorización, para el tránsito de residuos peligrosos por el territorio nacional, provenientes del extranjero y con destino a un tercer Estado, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para el tránsito respectivo, y siempre que exista reciprocidad con el Estado de que se trate.

**ARTICULO 52.-** Sólo se concederá la autorización para la importación de residuos peligrosos cuando tenga por objeto su reciclaje o reuso en el territorio nacional, en los términos de lo dispuesto por este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas.

**ARTICULO 53.-** No se concederá autorización para la exportación de residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para la exportación respectiva.

Asimismo no se concederá autorización para la importación de residuos peligrosos, cuyo único objeto sea su disposición final en el territorio nacional.

**ARTICULO 54.-** Aún cuando se cumplan los requisitos de la solicitud, la Secretaría podrá negar la autorización si considera que los residuos peligrosos por ningún motivo deben ser importados o exportados, por el alto riesgo que implica su manejo para el ambiente y los ecosistemas.

**ARTICULO 55.-** Los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilicen materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.

**ARTICULO 56.-** Las autorizaciones podrán ser revocadas por la secretaría, sin perjuicio de la imposición de la sanción que corresponda, en los siguientes casos:

I.- Cuando por causas supervinientes, se compruebe que los residuos autorizados, constituyen mayor riesgo o daño al ambiente. o deterioro a los ecosistemas, que los que se tuvieron en cuenta para otorgar la autorización;

II.- Cuando la operación de importación o exportación exceda o incumpla los requisitos fijados en la autorización respectiva;

III.- Cuando los residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y

IV.- Cuando se determine que la solicitud contenía datos falsos o engañosos.

**ARTICULO 57.-** Al que sin contar con la autorización de importación de la Secretaría, introduzca en el territorio nacional residuos peligrosos estará obligado, sin perjuicio de las sanciones que procedan, a retornarlos al país de origen.

## **CAPITULO V**

### **DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD Y SANCIONES**

**ARTICULO 58.-** Las infracciones de Carácter administrativo a los preceptos de la Ley y del Reglamento serán sancionadas por la Secretaría con una o más de las siguientes sanciones:

I.- Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, en el momento de imponer la sanción;

II.- Clausura temporal o definitiva, parcial o total, cuando conociéndose la peligrosidad de un residuo peligroso, en forma dolosa no se de a éste el manejo previsto por el Reglamento y las normas técnicas ecológicas correspondientes; y

III.- Arresto administrativo hasta por 36 horas.

**ARTICULO 59.-** Independientemente de las sanciones que procedan de conformidad con lo que dispone el artículo anterior, la Secretaría podrá revocar las autorizaciones que hubiera concedido, en los términos del presente Reglamento.

**ARTICULO 60.-** Si una vez impuestas las sanciones a que se refieren los artículos anteriores y vencido el plazo en su caso concedido para subsanar la o las infracciones cometidas, resultare que dicha infracción o infracciones aun subsistieran, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas que en estos casos se impongan, excedan de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido.

En los casos en que el infractor solucionare la causa que dio origen al desequilibrio ecológico o deterioro al ambiente, la Secretaría podrá modificar o revocar la sanción impuesta.

Para efecto de lo dispuesto en el presente Reglamento se entiende por reincidencia la acción de incurrir dos veces en un mismo año, en alguna de las infracciones a los preceptos del Reglamento.

**ARTICULO 61.-** La Secretaría podrá realizar los actos de inspección y vigilancia necesarios para verificar la debida observancia del Reglamento.

Para los efectos establecidos en este artículo, la Secretaría estará a lo que establezcan las disposiciones contenidas en el Título Sexto de la Ley.

**ARTICULO 62.-** Cuando por infracciones a las disposiciones de la Ley y del Reglamento se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto.

**ARTICULO 63.-** Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría, o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la Ley y del Reglamento.

### TRANSITORIOS

**ARTICULO PRIMERO.-** El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**ARTICULO SEGUNDO.-** Se deroga el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos, expedido el 16 de enero de 1986 y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 19 de enero de 1987, por lo que respecta a los residuos peligrosos, así como las demás disposiciones que se opongán a lo dispuesto por el presente Reglamento.

**ARTICULO TERCERO.-** Se concede un plazo de seis meses, contados a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento, para que las personas físicas o morales que a esa fecha se encuentren generando residuos, cumplan con los requisitos y presenten las solicitudes de autorización, los proyectos y los programas exigidos en el mismo.

Dentro de dicho plazo deberán presentarse además, un inventario sobre el volumen, características y procesos de generación de sus residuos peligrosos.

**ARTICULO CUARTO.-** La Secretaría deberá emitir los formatos, instructivos y manuales necesarios para la aplicación del presente Reglamento, en un plazo de cinco meses a partir de la fecha en que éste entre en vigor.

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y ocho.- Miguel de la Madrid H.- Rúbrica.- El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, Héctor Hernández Cervantes.- Rúbrica.- El Secretario de Comunicaciones y Transportes, Daniel Díaz Díaz.- Rúbrica.- El Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, Gabino Fraga Mouret.- Rúbrica.- El Secretario de Salud, Guillermo Soberón Acevedo.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Ramón Aguirre Velázquez.-Rúbrica.

Fecha de Publicación: 25 de noviembre de 1988

**RELACION DE NORMAS TÉCNICAS ECOLÓGICAS SOBRE  
PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR  
RESIDUOS PELIGROSOS**

<b>CLAVE DE LA NORMA</b>	<b>NOMBRE DE LA NORMA</b>	<b>FECHA DE O. F</b>	<b>D.</b>	<b>PUBLICACIÓN GACETA ECOLÓGICA</b>
NTE-CRP-001-88	Criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos.	6-VI-88		No. 11-XI-90
NTE-CRP-002-88	Procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	14-XII-88		No. 11-XI-90

## ANEXOS.

NTE-CRP-003-88	Procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma técnica ecológica NTE-CRP-001-88	14-XII-88	No.11-XI-90
NTE-CRP-008-88	Requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radio activos.	6-VI-88	No.5-XII-89
NTE-CRP-009-89	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.	8-IXI-89	No.5-XII-89
NTE-CRP-010-88	Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción, y operación de celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos determinados por la norma técnica ecológica NTE-CRP-001-88.	14-XII-88	No.5-XII-89
NTE-CRP-011-89	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	13-XII-89	No.5-XII-89