



01177  
17  
2ef  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS  
PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS EN  
EL ESTADO DE TLAXCALA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA (AMBIENTAL)

P R E S E N T A

IQ. GERMÁN MONTES HERNÁNDEZ



MÉXICO, D. F.

267651  
Octubre 1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## **AGRADECIMIENTOS**

- **A la Universidad Autónoma de Tlaxcala por impulsarme a realizar la maestría**
  
- **A mis maestros de la DEPFI-UNAM que siempre mostraron interés en nuestra educación**
  
- **Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme una beca para realizar mis estudios de maestría**
  
- **A Dios por iluminarme en estudiar la maestría en Ingeniería Ambiental**

# DEDICATORIAS

- **A mis padres, Rita y Prospero, ya que siempre comprendieron mis locuras**
  
- **A mi hermana Josefa Montes por su apoyo y comprensión**
  
- **A toda mi familia, ya que me sirve de inspiración**
  
  
- **A mi gran amor Verónica Vázquez Salado, que a pesar de dos años de ausencia, siempre estuvo presente en mi pensamiento**
  
  
- **A mis amigos de la UAT Rafael, Arturo, Noé, e Imelda, por su amistad**
  
  
- **A mis amigos de la UNAM Carlos, Sergio, Toño, Gloria, Lourdes, Jesús y Beto, por su amistad**
  
-

	Página
ÍNDICE	
INTRODUCCIÓN	
NOMENCLATURA	
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	1
CAPÍTULO II SITUACIÓN DE LOS RP-BI	6
2.1 INTRODUCCIÓN	6
2.2 DEFINICIONES	6
2.3 GENERACIÓN	8
2.3.1 Generación por áreas	8
2.3.2 Generación de RP-BI en América Latina y el mundo	9
2.3.3 Generación de RP-BI en Tlaxcala	13
2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS	21
2.4.1 Clasificación propuesta por el CEPIS, 1994	21
2.4.2 Clasificación alemana	24
2.4.3 Clasificación de la organización mundial de la salud	25
2.5 MÉTODOS DE TRATAMIENTO	29
2.5.1 Procesos Térmicos	30
2.5.1.1 Incineración	30
2.5.1.2 Pirólisis	33
2.5.1.3 Desinfección por Microondas	35
2.5.1.4 Esterilización	36
2.5.2 MÉTODOS QUÍMICOS	36
2.5.2.1 Método de desecación con cal	36
2.5.2.2 Sistema CONDOR	39
2.5.3 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	42
2.5.3.1 Plasma térmico	42
2.5.4 TABLAS COMPARATIVAS DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO	46

2.5.5	PROTOCOLO DE PRUEBAS	47
2.6	DISPOSICIÓN FINAL	51
2.6.1	Selección del sitio	51

	CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	53
--	--------------------------------------	----

	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
--	------------------------------------	----

	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
--	---	----

## BIBLIOGRAFÍA

### ANEXO I

#### NORMATIVIDAD EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

### ANEXO II

#### FORMATOS PARA ENCUESTAS

### ANEXO III

#### NORMA OFICIAL MEXICANA ( NOM - 087 - ECOL / 1995 )

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	Página
Tabla 1.1 Establecimientos generadores de RP-BI, seleccionados en el estado de Tlaxcala.	4
Tabla 2.1 Composición física de los residuos hospitalarios.	10
Tabla 2.2 Generación de RP-BI en América Latina, con base en el número de camas.	11
Tabla 2.3 Generación de RP-BI en Centro y Sud América.	12
Tabla 2.4 Generación de RP-BI en Europa.	13
Tabla 2.5 Captación de Residuos Biológico-Infeciosos durante 1996 (en kilogramos) (considerando dependencias generadoras).	16
Tabla 2.6 Captación de Residuos Biológico-Infeciosos durante 1997 (kilogramos) (considerando dependencias generadoras).	16
Tabla 2.7 Captación de RP-BI, por unidades generadoras durante 1996 (en kilogramos)	16
Tabla 2.8 Captación de RP-BI, por unidades generadoras durante 1997 (en kilogramos)	19
Tabla 2.9 Comparación de ventajas y desventajas de diferentes métodos de tratamiento	46
Tabla 2.10 Comparación de algunos métodos de tratamiento.	47
Tabla 2.11 Comparativo entre los sistemas de tratamiento y disposición final.	48
Tabla 4.1 Clasificación por nivel de servicio.	59
Tabla 4.2 Generación de RP-BI por fuente generadora.	60
Tabla 4.3 Identificación.	61
Tabla 4.4a Envasado de RP-BI normado.	62
Tabla 4.4b Envasado en fuentes generadoras.	63
Tabla 4.5 Recolección y transporte interno.	64
Tabla 4.6 Almacenamiento temporal.	66
Tabla 4.7 Area de almacenamiento(características).	67
Tabla 4.8 Recolección y transporte externo.	68
Tabla 4.9 Tratamiento interno.	69
Tabla 4.10 Condiciones de tratamiento.	67

Tabla 4.11 Disposición final.	69
Tabla 6.1 Tratamientos sugeridos para el manejo de RP-BI.	73
Figura 1.1 Ubicación de los centros generadores seleccionados.	5
Figura 2.1 Captación de RP-BI por dependencias durante 1996	17.
Figura 2.2 Captación de RP-BI por dependencias durante 1997.	17
Figura 2.3 Porcentaje de generación de RP-BI por dependencias durante 1996.	18
Figura 2.4 Porcentaje de generación de RP-BI por dependencias durante 1997.	18
Figura 2.5 Captación de RP-BI, por unidades generadoras durante 1996 (en kilogramos).	20
Figura 2.6 Captación de RP-BI, por unidades generadoras durante 1997 (en kilogramos).	20
Figura 2.8 Tratamiento de los residuos hospitalarios.	41
Figura 2.9 Esquema de una antorcha de plasma térmico.	45
Figura 2.10 Equipo experimental de degradación de Residuos Peligrosos.	45

## **INTRODUCCION**

En realización de esta tesis se considera que, en Tlaxcala no existen documentos informativos suficientes sobre el manejo, no sólo de residuos biológico-infecciosos sino de residuos en general, de manera que, emprender un proyecto de diseño de alguna tecnología de tratamiento significa prácticamente partir de cero. Por tal motivo en la presente investigación se trata de conjuntar información relevante que sirva como un instrumento de apoyo para realizar proyectos específicos de diseño o evaluación dentro de las actividades del manejo integral de los residuos biológico-infecciosos.

## **OBJETIVO**

Realizar un diagnóstico del manejo de residuos biológico-infecciosos de los principales centros generadores del estado de Tlaxcala, identificando los principales puntos críticos, para su mejoramiento y se considera como instrumento de comparación el cumplimiento de lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM- 087-ECOL/1995.

## **ALCANCES**

El diagnóstico se enfoca a los principales centros generadores de RP-BI en el estado de Tlaxcala (establecimientos generadores de nivel II y III).

El diagnóstico se realiza mediante visitas de campo al centro generador, utilizando como instrumento de identificación, un método no intrusivo:

- Levantamiento de encuestas
- Toma de fotografías
- Apunte de bitácora

Sólo se consideran residuos biológico-infecciosos para el diagnóstico, no se incluyen residuos municipales, ni peligrosos de otra categoría.

Las recomendaciones finales están fundamentadas en la identificación de los puntos críticos e información ya establecida, sin hacer análisis de costos y de factibilidad, pues precisamente es lo que se sugiere hacer después de este trabajo, pero si se considera la infraestructura que existe en el país.

En el trabajo se presenta, en primer lugar, el marco teórico, en el cual se encuentra información sobre el manejo de los RP-BI a nivel mundial, nacional y estatal. También se considera información general de las diferentes tecnologías de tratamiento y disposición final. Además, se describe un apartado especial sobre normatividad nacional.

A continuación, se habla de la metodología de análisis, apartado en el cual se anexan los formatos para la obtención de información. Posteriormente, se presentan los resultados en forma de tablas y la discusión respectiva a cada tabla, para finalmente concluir y recomendar, con base en el objetivo planteado y las experiencias adquiridas durante la elaboración del trabajo.

## NOMENCLATURA

<b>CAC</b>	Centro Antirrábico Canino (Estatal)
<b>CGE</b>	Coordinación General de Ecología (Estatal)
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CICB</b>	Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas
<b>CIF</b>	Centro de Investigaciones Fisiológicas (Estatal)
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>CRETIB</b>	Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico-Infecioso
<b>CETS</b>	Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>eV</b>	Electro volts
<b>HGH</b>	Hospital General de Huamantla (Estatal)
<b>HGO</b>	Hospital de Gineco-Obstetricia (Estatal)
<b>HGT</b>	Hospital General de Tlaxcala (Estatal)
<b>HGZ</b>	Hospital General de Zona (Estatal)
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Agua
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Acido Sulfhídrico
<b>IMSS</b>	Instituto Mexicano del Seguro Social
<b>IMW</b>	Infectious Medical Waste
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
<b>ININ</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
<b>ISSSTE</b>	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado
<b>Kg/hr</b>	Kilogramos por hora
<b>KW</b>	KiloWatts
<b>LGEEPA</b>	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>lt/m<sup>2</sup></b>	Litro por metro cuadrado

<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>N<sub>2</sub></b>	Nitrógeno molecular
<b>NOM-087-ECOL/1995</b>	Norma Oficial Mexicana que establece los requisitos para separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos, que se generan en establecimientos que presten atención médica, laboratorios clínicos, clínicas veterinarias, centros de investigación y enseñanza y centros antirrábicos
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Federal)
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>RP</b>	Residuo Peligroso
<b>RP-BI</b>	Residuo Peligroso Biológico Infeccioso
<b>RSES</b>	Residuo Sólido Proveniente de los Establecimientos de Salud
<b>SEDESOL</b>	Secretaría de Desarrollo Social (Federal)
<b>SEMARNAP</b>	Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Federal)
<b>SESA</b>	Secretaría de Salud del estado de Tlaxcala
<b>SICORT</b>	Sistema Colector de Residuos Sólidos en el Estado de Tlaxcala
<b>UAT</b>	Universidad Autónoma de Tlaxcala
<b>UMF</b>	Unidad Médico Familiar (estatal)
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>USEPA</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

## CAPÍTULO I

### ANTECEDENTES

Desde los albores de las primeras civilizaciones en el mundo, la medicina se ha practicado de manera empírica y actualmente, de manera científica. Producto de las actividades de esta ciencia, se generan cantidades variadas de desechos, los cuales se emiten al medio ambiente, consciente e inconscientemente. La creciente demanda de atención médica por parte de la población (humana y animal) y la investigación en las ciencias biológicas tanto animal como vegetal, ocasionan que la generación de desechos biopeligrosos aumente considerablemente (Reinhard, 1992). En México, a un grupo de este tipo de residuos se les llama biológico-infecciosos, que más adelante se definirá.

La problemática relacionada con los residuos biomédicos es compleja y de gran afectación a los ecosistemas, pues la presencia inadecuada de ellos en el medio puede ocasionar contaminación de agua, suelo, y aire, mediante diferentes vectores de difusión y propagación, tales como, la infiltración de residuos a los mantos acuíferos, contaminación del agua superficial, transportación en el aire de microorganismos patógenos y partículas, contaminación directa del suelo, principalmente, que al influir directamente o indirectamente con los ecosistemas y el hombre, pueden afectar adversamente al medio y a la salud. Por ejemplo, la ingestión de agua contaminada puede generar desde una pequeña infección hasta una infección crónica. Por lo anterior, en la mayoría de los países se han tomado disposiciones de manejo que minimicen el riesgo de afectación, de acuerdo a su problemática y cultura social.

Ahora bien, los residuos biomédicos, considerados como aquellos que se generan en establecimientos de atención médica animal y humana, en México, son considerados como hospitalarios, los cuales comprenden a los residuos peligrosos biológico-infecciosos (RP-BI) y se definen en la Norma Oficial Mexicana NOM- 087 –ECOL/1995 (anexo III), la cual fue elaborada por la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), y publicada en el Diario Oficial de la Federación del 7 de noviembre de 1995. A pesar de que es de reciente creación, en la actualidad ya se puede observar

infraestructura para el manejo, el tratamiento y la disposición final de este tipo de residuos, principalmente en las grandes ciudades, sin embargo, aún falta que se observe efecto claro y preciso en todo el país. En Tlaxcala, a pesar de ser el estado más pequeño, ya existe infraestructura para la disposición final de RP- BI (celda especial).

Tlaxcala cuenta con una población aproximada de 950 000 habitantes, distribuidos en los 3,914 Km<sup>2</sup> de superficie territorial (INEGI, 1997). En 1990, habitaban 774 000 personas (último censo), esto implica que en los últimos 7 años se ha incrementado la demanda de servicios médicos a razón de 25 143 personas cada año, por lo tanto, la cantidad de residuos no sólo biológico-infecciosos fue incrementada en función de este parámetro, que definitivamente preocupó al estado. Por tal motivo, el estado tomó medidas de control para solucionar el problema (celda especial), sin saber si se cumple con la Norma Oficial Mexicana antes mencionada, siendo este el principal objetivo de este trabajo. Para reforzar lo anterior, se cita lo siguiente: en 1970, sólo existían el Hospital General de Zona No. 1, la Unidad Médico Familiar No. 8 pertenecientes al IMSS y el Hospital General de Tlaxcala perteneciente al SESA como centros de atención médica con hospitalización y fue hasta los años ochenta y noventa cuando se fundaron y ampliaron otras instituciones de atención médica e investigación, tal como la Clínica Hospital Estatal del ISSSTE que actualmente es una de las más grandes, y otros que se presentan en la tabla 1.1.

En la actualidad, la Secretaría de Salud del estado de Tlaxcala (SESA), cuenta con 160 centros de salud (primer nivel), 3 más con hospitalización (uno de tercer nivel) y 4 hospitales generales (segundo nivel). Cabe mencionar que SESA proporciona atención médica al 65% de la población tlaxcalteca.

El manejo de los RP-BI representa un serio problema. Para controlarlo y darle solución, es necesario identificar el nivel de riesgos que representan tales desechos y determinar los mecanismos para el manejo integral de los mismos, con el fin de desarrollar estrategias y medidas de protección más eficientes. La falta de conocimientos en materia de manejo de RP-BI por parte de los generadores, impide una adecuada evaluación de los riesgos para la salud.

Se considera que para obtener la información precisa que se requiere, es conveniente realizar diagnósticos, en forma regional, en los principales centros generadores, que apoyen al adecuado manejo de los RP-BI, sin tener que invertir mucho dinero. Por ello, en este trabajo se presenta el diagnóstico del manejo de los RP-BI en el estado de Tlaxcala, con la finalidad de determinar los puntos críticos sobre los cuales hay que actuar para su mejoramiento.

Con base en datos proporcionados por la Coordinación General de Ecología (CGE), la superficie del estado de Tlaxcala se encuentra dividida en seis distritos para fines de disposición de residuos no peligrosos (SICORT, 1992). Tomando como referencia esta distribución territorial se observa que en los distritos I y VI, se encuentran los establecimientos de mayor generación de RP-BI; centros generadores de nivel II y III (los niveles I, II, III están descritos en la tabla 1 del anexo 3), según la Norma Oficial Mexicana NOM- 087- ECOL/1995 (ver tabla 1, anexo 3), de manera que, se considera el área de estudio para este trabajo, puesto que, la mayoría de los centros generadores, distribuidos en el resto de los distritos corresponden a nivel 1, lo cual no tendría ningún caso implicarlos, pues el tipo de residuos generados queda comprendido al estudiar los centros de nivel II y III. Además, todos los de primer nivel generan menos de un kilo al día de RP-BI (SICORT, 1996), situación en que la norma no tiene aplicación.

Es importante mencionar que los establecimientos de atención médica involucrados son de servicio estatal, de manera que, la población existente en el área de estudio no proporciona ninguna información relevante, por lo cual este trabajo sólo se basará en la generación total del establecimiento en kg. / día.

A continuación se presenta la tabla 1.1 que identifica a los centros generadores a estudiar por institución y municipio, y la figura 1.1 que localiza el área de estudio.

Tabla 1.1 ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE RP-BI, SELECCIONADOS EN EL EDO. DE TLAXCALA

ESTABLECIMIENTO GENERADOR	INSTITUCION	LUGAR DE UBICACIÓN
HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 1 (H.G.Z No. 1)	IMSS	1) TLAXCALA
HOSPITAL GENERAL DE TLAXCALA (H.G.T)	SESA	TLAXCALA
CLÍNICA HOSPITAL ESTATAL DEL (ISSSTE)	ISSSTE	TLAXCALA
UNIDAD MÉDICO FAMILIAR No 8 (U.M.F No. 8)	IMSS	TLAXCALA
CENTRO ESTATAL DE LA TRANSFUSIÓN SANGUÍNEA (C.E.T.S)	SESA	TLAXCALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES FISIOLÓGICAS (C.I.F)	UAT	TLAXCALA
HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA (H.G.O)	SESA	2) CHIAUTEMPAN
CENTRO ANTIRRABICO CANINO (C.A.C)	SESA	3) APETATITLAN
DEPTO. DE BIOLOGÍA AGROPECUARIA Depto. A.	UAT	4) IXTACUIXTLA
HOSPITAL GENERAL DE HUAMANTLA (H.G.H)	SESA	5) HUAMANTLA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BIOLÓGICAS	UAT	IXTACUIXTLA
VARIOS	PRIVADA	1,2,3,4,5



## **CAPITULO II**

### **SITUACIÓN DE LOS RP-BI**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos años, se ha puesto atención mundial en el manejo de los residuos hospitalarios, principalmente, por la aparición de este tipo de residuos en las costas del noreste de los Estados Unidos, en el otoño de 1988 que alertó sobre los riesgos de propagación de enfermedades que existen al manejar inadecuadamente estos residuos (Morales, 1992).

La preocupación en la propagación de enfermedades se ha visto intensificada por el temor de contagio del virus de inmunodeficiencia adquirida (VIH), por el manejo de residuos punzocortantes infectados, o por contacto con fluidos corporales infectados. Además, de contagio de otras enfermedades como: la hepatitis o la malaria (Purnell, 1994).

Debido al riesgo a la salud inherente de los residuos peligrosos hospitalarios es esencial un manejo adecuado que proteja tanto la salud del personal a cargo como a la sociedad entera. Para minimizar el riesgo a la salud de dichos residuos es importante destacar las actividades que se pueden mejorar en el manejo actual de los residuos peligrosos hospitalarios.

Durante muchos años en México se había permitido la disposición de los residuos hospitalarios en tiraderos “a cielo abierto”. En la última década, el gobierno ha prestado especial atención y ha emitido normas reguladoras para el control de residuos peligrosos, tal como, la NOM 052, 053, 054, 055, 056, 087, principalmente.

#### **2.2 DEFINICIONES**

Para definir un residuo peligroso, México ha adoptado la clave CRETIB para definir e identificar cuales son los residuos peligrosos y las siglas corresponden a las siguientes palabras: Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos, Inflamables y Biológico-infecciosos. De acuerdo con el criterio de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 1988), su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y la Norma Oficial Mexicana 052 (DOF, 1993) la definición de residuos

peligrosos (RP) es: “Todos aquellos residuos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, y biológico-infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente”.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (USEPA), un residuo peligroso es: una combinación de residuos, los cuales, debido a su cantidad, concentración, características físicas, químicas o infecciosas son capaces de: 1) causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades crónicas y 2) representar un peligro significativo o potencial para la salud humana o el ambiente cuando se tratan, almacenan, transportan o eliminan inadecuadamente.

Otra definición que ha sido formulada por el grupo de expertos convocados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), señala que: “Los residuos peligrosos, excluidos los de tipo radiactivo, son aquellos que, por razones de su reactividad química o toxicidad, explosividad, corrosividad u otras características que causen daño o que puedan causar daño a la salud o al ambiente, solos o cuando entran en contacto con otros residuos, son legalmente definidos como peligrosos en el sitio en donde se generan, eliminan o son transportados”.

Ahora bien, el término que para este trabajo es importante, es el de residuo peligroso biológico-infeccioso. La Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL-1995) define que, un residuo peligroso biológico-infeccioso es: “el que contiene bacterias, virus u otros microorganismos, con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efecto nocivo a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica”. Esta definición, como la misma Norma, fueron establecidas por la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con la competencia de sus propias dependencias como el Instituto Nacional de Ecología (DOF, 1995).

## **2.3 GENERACIÓN**

En la actualidad se generan grandes cantidades de residuos, consecuencia de la explosión demográfica y de las “sociedades de consumo”; y se entiende por generación: como la cantidad de residuos originados por una determinada fuente. Las fuentes de generación son cualquier establecimiento (instituciones, comercios, industrias, hospitales, etc.) que como parte de su actividad produzcan desechos(Harrel, 1994).

Dentro de los establecimientos capaces de generar residuos biológico-infecciosos se consideran:

- A) Centros de atención a la salud de humanos: hospitales y laboratorios clínicos, de atención a animales, como clínicas y centros antirrábicos.
- B) Centros de investigación animal y vegetal.
- C) Centros de educación universitaria

Resulta muy importante conocer la estructura y actividades que desarrolla cada área y servicio de un hospital, para poder identificar los diferentes tipos de residuos generados en él y no mezclar y contaminar los residuos con un mal manejo.

### **2.3.1 GENERACIÓN POR ÁREAS**

En general, se consideran las siguientes áreas, asociando a cada una de ellas el tipo de residuos que genera.

a) Principales áreas generadoras de residuos peligrosos biológico-infecciosos.

- 1) consulta externa
- 2) hospitalización
- 3) quirófanos
- 4) laboratorios clínicos, de enseñanza e investigación
- 5) patología y mortuorio
- 6) terapia intensiva
- 7) radiología

- 8) ultrasonido
- 9) urgencias
- 10) banco de sangre
- 11) odontología
- 12) aislados

b) Principales áreas donde se generan residuos peligrosos y radioactivos.

- 1) mantenimiento
- 2) casa de máquinas
- 3) radiología
- 4) farmacia
- 5) laboratorios clínicos
- 6) medicina nuclear
- 7) laboratorios de enseñanza e investigación
- 8) laboratorio de patología

c) Principales áreas generadoras de residuos no peligrosos.

- 1) oficinas
- 2) pasillos
- 3) cocina
- 4) biblioteca
- 5) jardines, etc.

### **2.3.2 GENERACIÓN DE RP-BI EN AMÉRICA LATINA Y EL MUNDO.**

La cantidad y las características de los desechos generados en los establecimientos de atención a la salud varían según la función de los servicios proporcionados. En América Latina, la cantidad de desechos generados en los establecimientos de atención de salud varían (según OPS, 1994) entre 2.6 y 3.8 Kg/cam/día. Se estima que de 10% a 40% de estos desechos pueden clasificarse como peligrosos debido a su naturaleza patógena (Monreal, 1991), mientras que el resto puede considerarse como desechos domésticos. Por ejemplo,

en la tabla 2.1, se puede observar, la variación en porcentaje que existe de los diferentes tipos de residuos hospitalarios, por nivel de atención, destacando que la generación de residuos, en cantidad, es proporcional al nivel de atención; esto es, en el nivel I se genera menos que en el nivel II, pero en el nivel II se genera menos que en el nivel III, sin embargo, la generación de algún tipo de residuo, no necesariamente es proporcional (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Composición física de los residuos hospitalarios

SUBPRODUCTOS	NIVEL DE ATENCIÓN			PROMEDIO (% EN PESO)
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	
Abatelenguas	0.26	0.10	5.60	42.47
Algodón	1.60	0.30	5.50	2.47
Cartón	5.43	8.81	10.70	8.31
Envases de cartón	0.00	1.57	1.40	0.99
Fibra dura vegetal	0.00	0.60	0.00	0.20
Fibra sintética	0.27	0.03	0.00	0.10
Grasa	6.70	0.53	3.10	3.44
Hueso	0.00	0.27	0.00	0.09
Hule	0.47	0.33	4.60	1.87
Jeringa desechable	3.64	0.33	44.50	2.82
Lata	0.97	0.67	3.60	1.75
Madera	1.10	0.13	0.00	0.41
Metales ferrosos	0.97	0.57	4.40	1.98
Metales no ferrosos	0.20	0.00	0.00	0.07
Papel bond	3.30	1.32	1.98	2.20
Papel periódico	2.20	0.88	1.32	1.47
Papel sanitario	5.51	2.20	3.30	3.67
Pañal desechable	1.90	1.77	0.70	1.46
Placas radiológicas	0.90	0.00	0.00	0.30
Película de plástico	3.40	1.77	4.70	3.29
Plástico rígido	1.47	0.30	1.10	0.96
Poliuretano	0.40	1.54	0.40	0.78
Poliestireno expandido	0.00	3.64	1.50	1.71
Residuo alimenticio	17.01	57.03	6.90	26.98
Residuo de jardinería	2.60	0.00	1.30	1.30
Residuo fino	0.50	0.07	0.80	0.46
Trapo	1.17	0.30	0.00	0.49
Vendas	0.13	0.00	1.00	0.38
Vidrio de color	18.32	0.17	1.70	6.73
Vidrio transparente	0.33	5.58	11.00	5.64
Otros	19.25	9.19	18.70	15.71
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00
GENERACIÓN PER CAPITA	0.17	4.73	5.38	
	Kg/consulta/día	Kg/cama/día	Kg/cama/día	

FUENTE: MEJIA (1996)

A continuación (tabla 2.2) se presentan las estimaciones que realizó la OPS con base en:

- 3Kg/cama/día
- 20% carga de desechos peligrosos para establecimientos de atención de salud en cada país.

Tabla 2.2 Generación de RP-BI en América Latina, con base en el número de camas.

	<b>Número de Camas en el país</b>	<b>Cantidad estimada de residuos totales Ton / Año</b>	<b>Cantidad estimada de Residuos Peligrosos Ton / Año</b>
Argentina	150,000	164,250	32,850
Barbados	2,111	2,312	462
Bolivia	8,749	9,580	1,916
Brasil	501,660	549,318	109,864
Colombia	45,761	50,108	10,022
Cuba	50,293	55,071	11,014
Chile	42,969	57,051	9,410
Rep. Dominicana	322	353	71
Ecuador	16,429	17,986	3,597
Guayana	2,204	2,413	483
Guatemala	13,667	14,965	2,993
Jamaica	5,745	6,291	1,258
México	60,099	65,808	13,162
Paraguay	5,487	6,008	1,202
Perú	30,629	33,539	6,708
Santa Lucía	399	437	87
Trinidad y Tobago	4,281	4,688	938
Uruguay	14,133	15,476	3,095
Venezuela	47,200	51,684	10,337
<b>TOTALES</b>	<b>1,007,063</b>	<b>1,102,734</b>	<b>220,547</b>

Fuente: OMS, 1989: Tomado de OPS (1994)

El número de camas usado en los cálculos, se tomó de las “ Condiciones de salud en América ”, publicado por la OPS en 1990.

Esta información reportada fue corroborada con los datos proporcionados como parte del cuestionario empleado por la OPS en la encuesta sobre desechos peligrosos en el trabajo reportado en OPS, 1994.

Desde los años setenta, en varios países de Latinoamérica se han realizado estudios de generación de residuos hospitalarios, las cifras fluctúan entre 1 y 4.5 Kg/cama/día (ver Tabla 2.3). De los cuales de un 10 a 20% se pueden considerar como infecciosos.

Tabla 2.3 Generación de residuos hospitalarios en centro y sud-América

PAÍS	AÑO	GENERACIÓN (KG/CAMA/DÍA)
CHILE	1973	1.21
VENEZUELA	1976	3.71
BRASIL	1978	3.80
ARGENTINA	1982	4.20
PERÚ	1987	6.00
ARGENTINA	1988	3.75
PARAGUAY	1989	4.50
MÉXICO	1979	3.30
MÉXICO	1994	3.70

Fuente: OPS (1994)

En Europa, la Comunidad Europea ha estructurado un plan conjunto, realizando varios estudios de generación de residuos peligrosos hospitalarios, donde se encontró que Reino Unido es el país con mayor generación y que Alemania es el país con menor generación de residuos en kg/hab./año, con una variación de 0.4 hasta 5.5, lo cual significa que en los diferentes países pertenecientes a la comunidad europea, existen diferentes técnicas de manejo y diferente demanda de servicio.

Tabla 2.4 Generación de RP en Europa.

ESTADO MIEMBRO	RESIDUO PELIGROSO Kg/hab./día
BÉLGICA	1.4
DINAMARCA	1.9
FRANCIA	1.9
ALEMANIA	0.4
GRECIA	1.4
IRLANDA	2.6
ITALIA	1.0
LUXEMBURGO	---
PAÍSES BAJOS	0.6
PORTUGAL	1.5
ESPAÑA	0.6
REINO UNIDO	5.5

\* Residuo peligroso, con base en la definición HCRW: Healthcare Risk Waste, que incluye a los residuos biológicos (residuos anatómicos), infecciosos (cualquier residuo clínico o conocido que pueda ser contagioso), químicos (tóxicos o farmacéuticos, incluyendo citoxinas), punzocortantes y radiactivos. En Kg/ hab./año. Fuente: Purnell, 1994.

### GENERACIÓN DE RP-BI EN TLAXCALA

En el estado de Tlaxcala, existen diversos centros de atención médica pertenecientes al Sector Salud y al Sector Privado; los primeros, integrados por Instituciones de Seguridad Social como IMSS e ISSSTE, también por clínicas y hospitales de la Secretaría de Salud del estado. Estos organismos atienden al mayor porcentaje de la población tlaxcalteca demandante de servicios de salud. Por tal motivo, se creó en 1992 un organismo que se encarga del manejo y disposición final de los residuos, en un principio, sólo residuos municipales, pero desde diciembre de 1995, también se encarga del manejo de los residuos biológico-infecciosos; dicho organismo se denomina como: Sistema Colector de Residuos Sólidos en el estado de Tlaxcala (SICORT) y pertenece a la Coordinación General de Ecología (CGE) del estado. En consecuencia, los establecimientos generadores de residuos en el estado se ven obligados a solicitar el servicio de SICORT, por ser la única alternativa, de lo contrario, existen sanciones con base en el reglamento de la Ley General del

Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos. Aunque SICORT es una dependencia del gobierno del estado tlaxcalteca, no cuenta con el permiso del INE y de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

Para la disposición de RP-BI, SICORT cuenta con una celda especial de confinamiento, la cual funciona desde diciembre de 1995, aunque esto no implica que se cumpla con la Norma Oficial Mexicana 087, que fue publicada en el mismo año, puesto que la norma no sólo comprende la disposición, sino una serie de actividades que hay que cumplir dentro del manejo, tal y como se describe en los resultados.

La tabla 2.5 muestra la cantidad de RP-BI recolectados en 1996, generados por los sectores privado y público y que se confinaron en una celda especial. Se puede observar que el sector público aporta alrededor del 95% del total de residuos captados, lo cual refuerza el hecho de sólo estudiar a dicho sector en este trabajo y no considerar al sector privado. También se puede observar que en 1996 se capturaron 159.326 toneladas con un promedio diario de 442.5 Kg., siendo el IMSS la institución de mayor participación, con un 55% anual.

En 1997, la captación de este tipo de residuos fue muy similar, sin embargo se puede observar (Tabla 2.6) que el porcentaje de participación del sector privado aumentó de un 5% a un 9%, lo cual lo hace una fuente de mayor importancia. Aunque puede considerarse ilógico, que en 1996 el promedio diario fue de 442.5 Kg. y en 1997 el promedio diario fue de 440.7 Kg. si se supone que la generación va en aumento en función del tiempo. No obstante, es razonable esta información considerando que en 1996 aún no se hacía separación en fuente de ninguna índole, es decir, había mezclado de residuos biológico infecciosos con residuos no peligrosos, de manera que la cantidad de residuos aumentaba.

La cantidad de residuos captados se manejan por una dependencia estatal llamada SICORT que pertenece a la Coordinación General de Ecología (CGE), sección Tlaxcala y

son dispuestos en una celda especial desde diciembre de 1995, en las condiciones que se mencionó anteriormente.

Las figuras 2.1 y 2.2 muestran el porcentaje de participación anual de residuos y que fueron captados por SICORT, observándose que el IMSS es el de mayor participación y el sector privado el de menor participación.

Las figuras 2.3 y 2.4 muestran la cantidad de residuos captados mensualmente, comparando las instituciones de mayor generación en el estado. Se puede observar que los meses de junio, julio y diciembre son los de mayor generación, en la mayoría de los casos, para cada establecimiento, pues son los meses en los que hay mayor número de reportes de accidentes en carreteras.

En la tabla 2.7 se muestra la captación de residuos de las principales fuentes generadoras (unidades de atención médica humana) en el estado, observándose que el Hospital General de Zona número 1 (H.G.Z. No.1) perteneciente al IMSS es el de mayor generación. En la figura 2.5 se puede apreciar un comparativo más específico de participación mensual de las fuentes generadoras involucradas en la tabla 2.7.

Es importante aclarar que no se reporta ninguna información acerca de los centros de investigación y enseñanza, puesto que no existe ningún banco de información al respecto.

Tabla 2.5 CAPTACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS DURANTE 1996 EN KILOGRAMOS  
(CONSIDERANDO DEPENDENCIAS GENERADORAS)

MES	PRIVADOS	SESA	I.M.S.S.	ISSSTE	TOTAL
Enero	514.5	2217	7523	2587	12841.5
Febrero	266.1	1720	6537	1873	10396.1
Marzo	454.7	2445	7372	1571	11842.7
Abril	448.5	2133	5831	1534	9946.5
Mayo	500.6	1867	7017	1916	11300.6
Junio	676.4	2967	8494	4595	16732.4
Julio	419.5	2209	9189	3900	15717.5
Agosto	769	2731	7634	2889	14023
Septiembre	730.5	3613	6431	2750	13524.5
Octubre	966.7	4033	5683	1720	12402.7
Noviembre	1158.85	2579	6787	3149	13673.85
Diciembre	1088.7	2849	8988	3999	16924.7
<b>TOTAL</b>	<b>7,994</b>	<b>31363</b>	<b>87,486</b>	<b>32483</b>	<b>159326</b>
<b>PROM.MENSUAL(KG)</b>	<b>666.17</b>	<b>2,613.58</b>	<b>7,290.50</b>	<b>2,706.92</b>	<b>13,277.17</b>
<b>PROM. DIARIOS (KG)</b>	<b>22.2</b>	<b>87.12</b>	<b>243.02</b>	<b>90.23</b>	<b>442.57</b>
<b>PORCENTAJE ANUAL</b>	<b>5.02%</b>	<b>19.68%</b>	<b>54.91%</b>	<b>20.39%</b>	

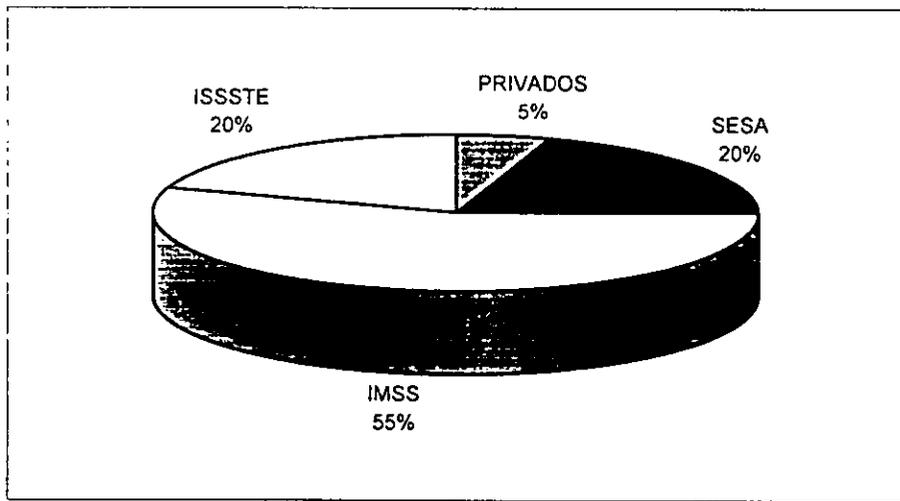
FUENTE: SICORT. Dirección de Estadística Residuos Peligrosos, 1997

Tabla 2.6 CAPTACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS DURANTE 1997 EN KILOGRAMOS  
(CONSIDERANDO DEPENDENCIAS GENERADORAS)

MES	PRIVADOS	SESA	I.M.S.S.	ISSSTE	TOTAL
Enero	1,504.25	3,560.00	7,299.41	5,711.00	18,074.66
Febrero	1,460.00	2,752.00	7,350.50	3,082.00	14,644.50
Marzo	1,133.53	3,184.00	7,330.00	1,425.00	13,072.53
Abril	1,208.05	3,100.00	7,385.00	1,805.00	13,498.05
Mayo	1,093.00	2,980.00	7,541.00	2,074.00	13,688.00
Junio	868.25	2,477.00	5,958.00	1,841.00	11,144.25
Julio	1,278.11	3,054.00	6,535.00	2,028.00	12,895.11
Agosto	1,061.13	2,676.00	6,054.00	1,490.00	11,281.13
Septiembre	1,140.05	2,699.00	5,475.00	1,387.00	10,701.05
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
<b>TOTAL</b>	<b>10746.37</b>	<b>26482</b>	<b>60927.91</b>	<b>20843</b>	<b>118999.28</b>
<b>PROM.MENSUAL(KG)</b>	<b>1194.04</b>	<b>2,942.44</b>	<b>6,769.76</b>	<b>2,315.88</b>	<b>13,222.14</b>
<b>PROM. DIARIOS (KG)</b>	<b>39.8</b>	<b>98.08</b>	<b>225.65</b>	<b>77.2</b>	<b>440.74</b>
<b>PORCENTAJE ANUAL</b>	<b>9.08%</b>	<b>22.25%</b>	<b>51.20%</b>	<b>17.51%</b>	

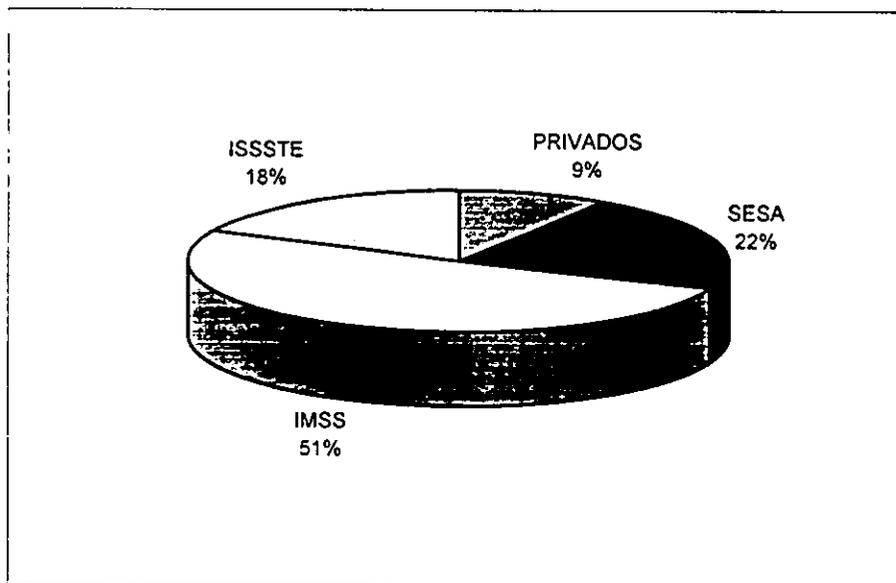
FUENTE: SICORT. Dirección de Estadística Residuos Peligrosos, 1997

FIGURA 2.1 PORCENTAJE DE GENERACIÓN DE RP-BI POR DEPENDENCIA 1996



FUENTE: SICORT, Dirección de Estadística de Residuos Peligrosos, 1997

FIGURA 2.2 PORCENTAJE DE GENERACIÓN DE RP-BI POR DEPENDENCIA DURANTE 1997



FUENTE : SICORT, Dirección de Estadística de Residuos Peligrosos

FIGURA 2.3 CAPTACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS POR DEPENDENCIAS DURANTE 1996 EN TLAXCALA

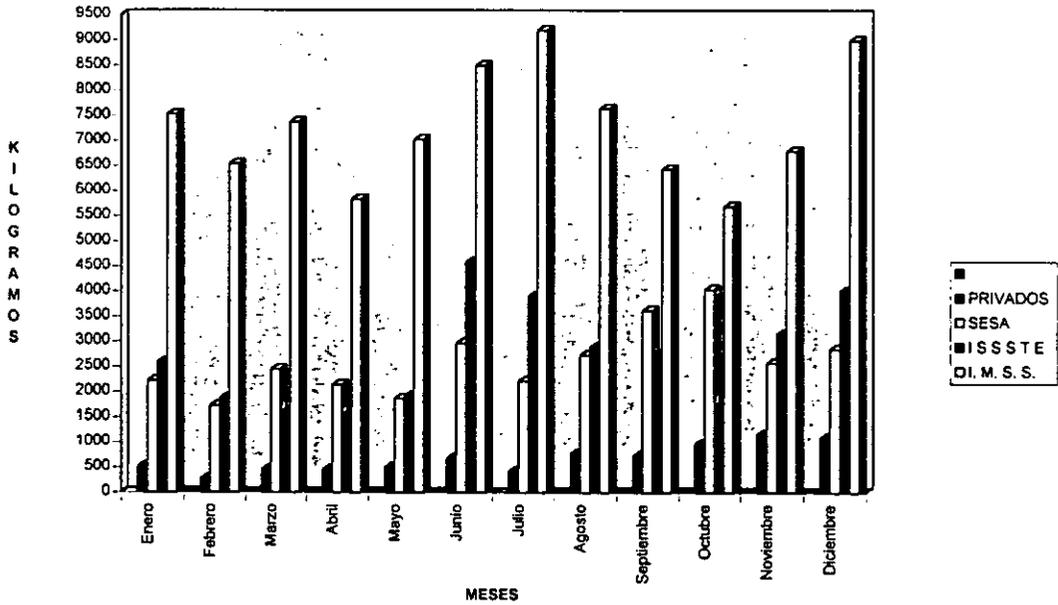
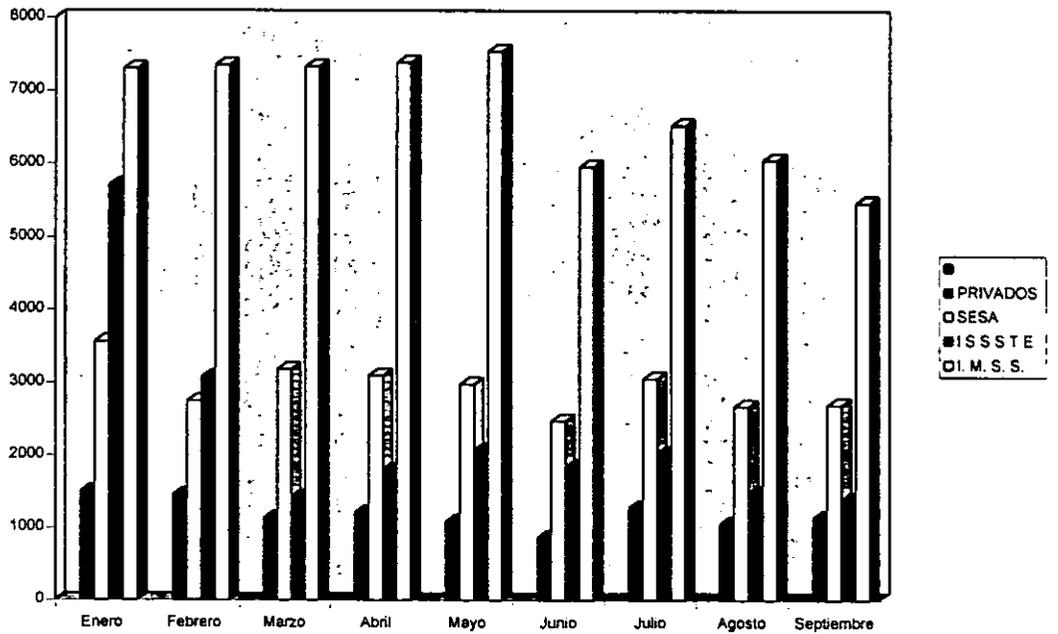


FIGURA 2.4 CAPTACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS POR DEPENDENCIAS DURANTE 1997 EN TLAXCALA



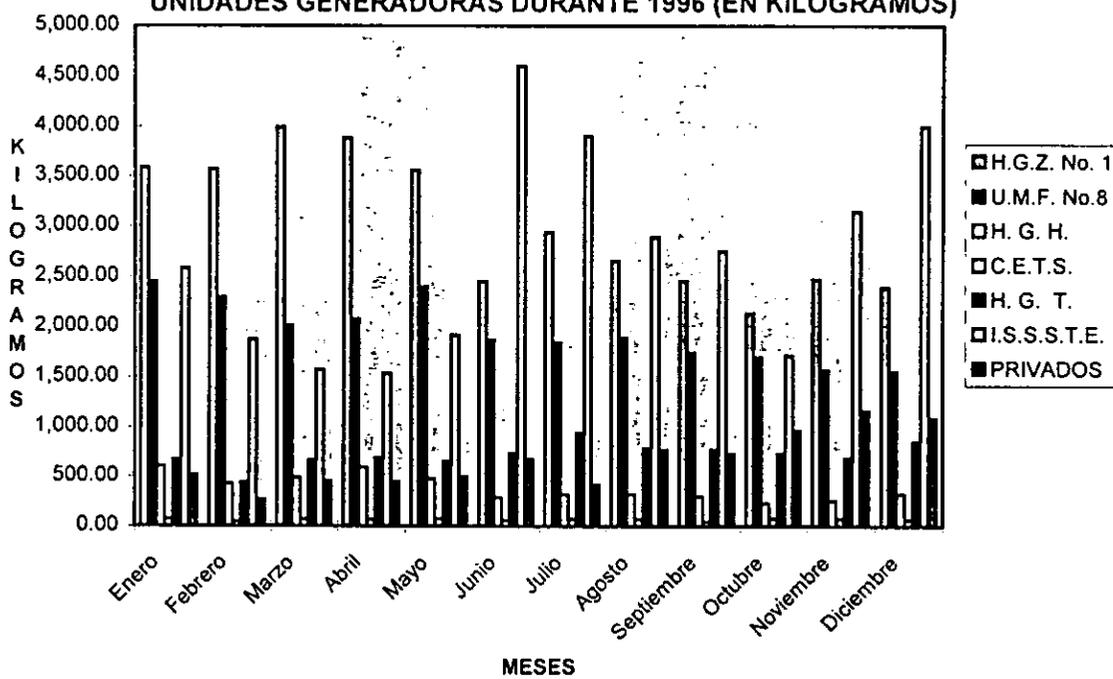
**TABLA 2.7**  
**CAPTACION DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS, POR UNIDADES GENERADORAS**  
**DURANTE 1996 (EN KILOGRAMOS)**

MES	G.Z. No.	U.M.F. No.8	H. G. H.	C.E.T.S.	H. G. T.	I.S.S.S.T.E.	PRIVADOS
Enero	3,587.07	2,450.13	606.00	70.00	673.00	2587.00	514.50
Febrero	3,571.51	2,296.27	431.00	46.00	443.00	1873.00	266.10
Marzo	3,992.65	2,012.21	488.00	70.00	664.00	1571.00	454.70
Abril	3,882.75	2,077.83	595.00	69.00	689.00	1534.00	448.50
Mayo	3,558.00	2,401.00	479.00	77.00	654.00	1916.00	500.60
Junio	2,457.00	1,869.00	289.00	60.00	733.00	4595.00	676.40
Julio	2,945.00	1,841.00	320.00	74.00	941.00	3900.00	419.50
Agosto	2,655.00	1,889.00	323.00	72.00	783.00	2889.00	769.00
Septiembre	2,461.00	1,743.00	299.00	48.00	774.00	2750.00	730.50
Octubre	2,135.00	1,703.00	228.00	82.00	734.00	1720.00	966.70
Noviembre	2,476.00	1,566.00	256.00	76.00	692.00	3149.00	1158.85
Diciembre	2,393.00	1,552.00	325.00	68.00	854.00	3999.00	1088.70
<b>TOTAL</b>	<b>36,113.98</b>	<b>23,400.44</b>	<b>4,639.00</b>	<b>812.00</b>	<b>8,634.00</b>	<b>32,483.00</b>	<b>7994.05</b>
<b>PROM./MES</b>	<b>3,009.50</b>	<b>1,950.00</b>	<b>386.60</b>	<b>67.66</b>	<b>719.50</b>	<b>2,706.91</b>	<b>666.17</b>
<b>PROM./DIA</b>	<b>100.31</b>	<b>65.00</b>	<b>12.88</b>	<b>2.25</b>	<b>23.98</b>	<b>90.23</b>	<b>22.20</b>

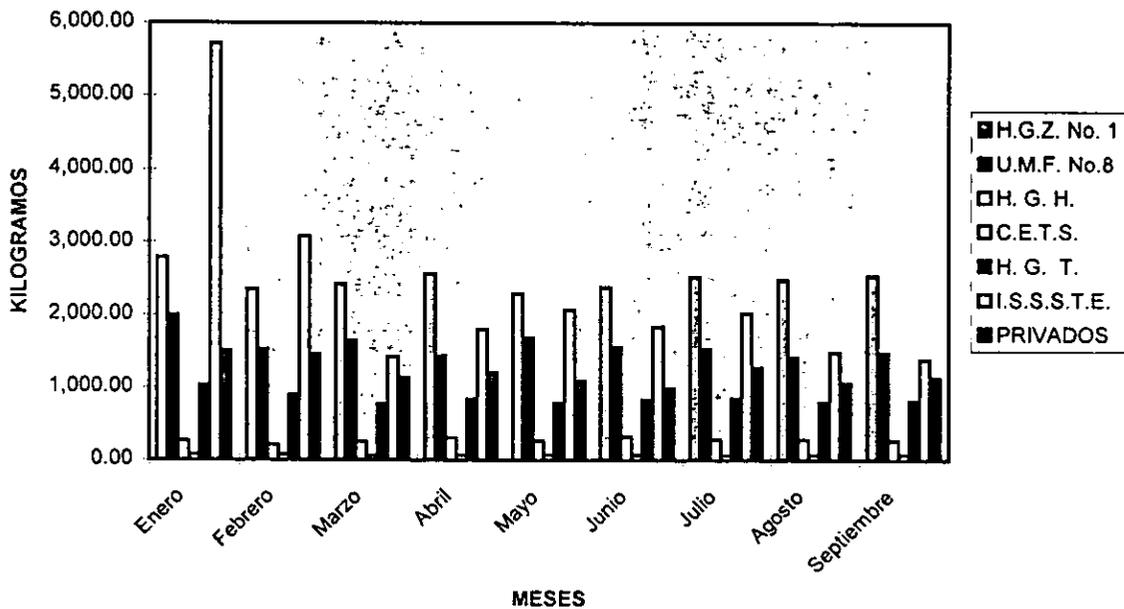
**TABLA 2.8**  
**CAPTACION DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS, POR UNIDADES GENERADORAS**  
**DURANTE LOS PRIMEROS 9 MESES DE 1997 (EN KILOGRAMOS)**

	H.G.Z. No.	U.M.F. No.8	H. G. H.	C.E.T.S.	H. G. T.	I.S.S.S.T.E.	PRIVADOS
Enero	2,788.00	2,002.00	268.00	79.00	1037.00	5711.00	1504.25
Febrero	2,356.00	1,533.00	213.00	80.00	900.00	3082.00	1460.00
Marzo	2,425.00	1,655.00	255.00	63.00	776.00	1425.00	1133.53
Abril	2,566.00	1,440.00	314.00	69.00	846.00	1805.00	1208.05
Mayo	2,291.00	1,689.00	266.00	79.00	791.00	2074.00	1093.39
Junio	2,384.00	1,567.00	325.00	72.00	832.00	1841.00	989.29
Julio	2,523.00	1,536.00	289.00	68.00	852.00	2028.00	1278.11
Agosto	2,486.00	1,423.00	288.00	76.00	798.00	1490.00	1061.13
Septiembre	2,545.00	1,482.00	276.00	79.00	812.00	1387.00	1140.05
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							
<b>TOTAL</b>	<b>22,364.00</b>	<b>14,327.00</b>	<b>2,494.00</b>	<b>665.00</b>	<b>7,644.00</b>	<b>20,843.00</b>	<b>10867.80</b>
<b>PROM./MES</b>	<b>2,484.88</b>	<b>1,591.88</b>	<b>277.11</b>	<b>73.88</b>	<b>849.33</b>	<b>2,315.88</b>	<b>1207.53</b>
<b>PROM./DIA</b>	<b>82.82</b>	<b>53.06</b>	<b>9.23</b>	<b>2.46</b>	<b>28.31</b>	<b>77.20</b>	<b>40.25</b>

**FIGURA 2.5 CAPTACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS POR UNIDADES GENERADORAS DURANTE 1996 (EN KILOGRAMOS)**



**FIGURA 2.6 CAPTACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS, POR UNIDADES GENERADORAS DURANTE LOS PRIMEROS 9 MESES DE 1997 (EN KILOGRAMOS)**



## **2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS**

En general, los residuos los podemos clasificar en residuos no peligrosos y residuos peligrosos. Los primeros se definen como: aquellos residuos que se generan en casa habitación, parques, jardines, vía pública, oficina, sitios de reunión, mercados, comercios, establecimientos de servicio y en general todos aquellos generados en actividades municipales que no requieren técnicas especiales para su control. En cambio, los residuos peligrosos requieren un manejo y disposición especiales, debido a su potencial de perjuicio a la salud y al ambiente. Las definiciones dentro del marco legal se establecen en el anexo 1. En el caso de los residuos hospitalarios, se generan de los dos grupos: residuos peligrosos y residuos no peligrosos y precisamente dentro de los peligrosos se encuentran los biológico-infecciosos.

Existe todavía incongruencia en la clasificación de los residuos que son peligrosos por ser biológico-infecciosos a nivel mundial e incluso en Estados Unidos, donde se ha realizado mayor número de estudios al respecto (Harrell G. Et al , 1994).

Con el fin de ejemplificar este problema de definición y clasificación a continuación se describe una propuesta elaborada por el CEPIS (1994) y la clasificación alemana y la de la Organización Mundial de la Salud.

### **2.4.1 Clasificación propuesta por el CEPIS, 1994.**

Esta clasificación permite una fácil identificación del tipo de residuo y del punto o lugar de su generación.

#### **1.1 Residuos infecciosos**

Son aquellos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones, etc.), y que por lo tanto han entrado en contacto con pacientes humanos o animales. Representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo al grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

Estos residuos pueden ser entre otros:

a) Materiales provenientes de salas de aislamiento de pacientes

Residuos citológicos, excreciones, exudados o materiales de desecho provenientes de salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles. Se incluyen a los animales aislados, así como también a cualquier tipo de material que haya entrado en contacto con los pacientes de estas salas.

b) Materiales biológicos

Cultivos; muestras almacenadas de agentes infecciosos; medios de cultivo; cajas de petri; instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos; vacunas vencidas o inutilizadas; filtros de áreas altamente contaminadas; etc.

c) Sangre humana y productos derivados

Sangre de pacientes; bolsas de sangre con plazo de utilización vencida o serología positiva; muestra de sangre para análisis; suero; plasma; y otros subproductos.

También se incluyen los materiales empacados o saturados con sangre; materiales como los anteriores aún cuando se hayan secado, incluyendo el plasma, el suero y otros, así como los recipientes que los contienen o contaminaron como las bolsas plásticas, mangueras intravenosas.

d) Residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos

Desechos patológicos humanos, incluyendo tejido, órganos, parte y fluidos corporales, que se remueven durante las autopsias. La cirugía u otros, incluyendo las muestras para análisis.

e) Residuos punzocortantes

Elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con pacientes o agentes infecciosos, incluyen agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de pasteur, agujas, bisturí, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rota, etc. Se considera también cualquier punzocortante desechado, aún cuando no haya sido usado.

#### f) Residuos de animales

Cadáveres o partes de animales infectados, así como las camas o pajas usadas, provenientes de los laboratorios de investigación médica o veterinaria.

### 1.2 Residuos especiales

Son aquellos 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. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad.

Estos residuos pueden ser, entre otros:

#### a) Residuos químicos peligrosos

Sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivas, genotóxicas o mutagénicas, tales como: antineoplásticos, producto químico no utilizado, plaguicidas fuera de especificaciones, solvente, ácido crómico, mercurio de termómetro, soluciones para revelado de radiografías, baterías, aceites, lubricante usado.

#### b) Residuos Farmacéuticos

Medicamentos caducos, contaminados, no utilizados, etc.

#### c) Residuos radiactivos

Materiales radiactivos o contaminados con radionúclidos con baja actividad, proveniente de laboratorios de investigación química y biológica; de laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear. Estos materiales son normalmente sólidos o líquidos (jeringas, papel absorbente, frascos, líquidos derramados, orina, heces, etc.)

### 1.3 Residuos comunes

Son aquellos generados por las actividades administrativas , auxiliares y generales, que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores; no representan peligro para la salud y sus características son similares a las que presentan los residuos domésticos comunes. Se incluyen en esta categoría a los papeles, cartones, cajas, plásticos, los restos de preparación de alimentos y materiales de la limpieza de patios y jardines, entre otros.

### 2.4.2 Clasificación alemana

#### 2.1 Desechos comunes (Tipo A)

Provenientes de la administración, limpieza general, elaboración de alimentos, áreas de hospitalización, siempre que estén separados en el punto de origen de los desechos clasificados como potencialmente infecciosos, infectocontagiosos, orgánicos humanos y peligrosos. Son similares a los domiciliarios y no requieren manejo especial. Están compuestos por: restos de alimentos, envases desechables de aluminio, plástico, cartón, vidrio, papeles sanitarios, papeles de oficina, desechos estériles en el hospital.

#### 2.2 Desechos potencialmente infecciosos (Tipo B)

Provenientes de agua de hospitalización en general, consulta externa, emergencias, quirófano, etc., generados en la aplicación de tratamiento o cura del paciente. Requieren manejo especial dentro y fuera del hospital. Están compuestos por: algodones, gasas, vendas, jeringas, botellas de suero, sondas, sábanas desechables, toallas sanitarias desechables, pañales, gorros, tapabocas, batas y guantes.

#### 2.3 Desechos infectocontagiosos (Tipo C)

Desechos provenientes de pacientes con enfermedades infectocontagiosas como: VHI, hepatitis, tuberculosis, diarreas infecciosas, tifus, etc. Desechos de los laboratorios, con excepción de los de radiología y medicina nuclear. Requieren manejo especial dentro y fuera del hospital. Están compuestos por: materiales impregnados de sangre, excrementos y

secreciones provenientes de áreas de aislamiento de paciente con enfermedades infectocontagiosas y residuos de laboratorios. También incluye a los materiales punzopetrantes (agujas, bisturís, etc.) colocados previamente en recipientes rígidos.

#### 2.4 Desechos orgánicos humanos (Tipo D)

Provenientes de salas de cirugía, parto, necropsia y anatomía patológica están compuestos por: amputaciones, restos de tejidos, necropsia y biopsia, fetos y placentas.

#### 2.5 Desechos peligrosos (Tipo E)

Aquellos que requieren por razones legales o por características fisicoquímicas, un manejo especial. Están compuestos por material radiactivo, desechos químicos, envases de aerosoles, instrumentarias de tratamiento de radio y quimioterapia, desechos de laboratorio de radiología y medicina nuclear y otros descritos en las normas de desechos peligrosos.

### 2.3.3 Clasificación de la Organización Mundial de la Salud.

#### a) Residuos generales.

Todos los residuos no peligrosos, similares por su naturaleza a los residuos domésticos.

#### b) Residuos patológicos.

Tejidos, órganos, partes del cuerpo, fetos humanos y cadáveres de animales así como sangre y fluidos corporales.

#### c) Residuos radiactivos.

Sólidos, líquidos y gases de procedimientos de análisis radiológicos tales como: Las pruebas para la ubicación de tumores.

#### d) Residuos químicos.

Incluye los peligrosos; tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos o no peligrosos.

e) Residuos infecciosos.

Aquellos que contienen patógenos en cantidad suficiente como para representar una amenaza seria, tales como los cultivos de los laboratorios, residuos de cirugía y autopsias de pacientes con enfermedades infecciosas, desechos de pacientes de salas de aislamiento o de la unidad de diálisis y residuos asociados con animales infectados.

f) Objetos punzocortantes.

Cualquier artículo que pueda causar corte o punción (especialmente agujas o navajas).

g) Residuos farmacéuticos.

Aquellos excedentes, derramados, vencidos o contaminados.

#### **2.4.4 Clasificación preliminar de la OPS (1990)**

Resulta conveniente conocer los esfuerzos que se han realizado para estandarizar una clasificación que reúna los requisitos de integridad, que se adapte a un patrón común, y que cumpla con las expectativas en materia legal. En 1990, la OPS encargó al Ing. Julio Monreal un documento que inicialmente estaba destinado para una reunión regional sobre residuos hospitalarios, pero dada la carencia de documentos con la orientación a esta problemática en la región, se decidió publicarlo como una versión preliminar. En éste, la composición de los residuos, recomienda establecerse de acuerdo a diferentes criterios basados en sus componentes, según sea la utilidad que un determinado criterio de clasificación pueda prestar en la resolución de un problema específico. Así, los diversos componentes pueden ser clasificados de acuerdo a: su lugar de origen, a su poder calorífico, a su carácter orgánico, a su putrescibilidad, a su peligrosidad o bien de acuerdo a los compuestos y elementos químicos que los conforman (Monreal, 1991):

- Desechos de material médico-quirúrgico.
- Desechos biológicos.
- Restos de alimentos.

- Objetos punzocortantes (usados).
- Residuos semejantes a los municipales.

De acuerdo a este autor, desde el punto de vista del manejo sanitario de los residuos sólidos hospitalarios, interesa especialmente clasificar los desechos de acuerdo a su carácter infeccioso, que para ser considerado como tal, “debe contener gérmenes patógenos en cantidad y virulencia suficiente”, considerando que sería de escasa utilidad práctica y altamente costoso analizar la presencia efectiva de gérmenes. Por ello, considera útil la clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); recomienda como mínimo establecer seis categorías de residuos infecciosos (Monreal, op.cit.):

1. Residuos de salas de aislamientos.
2. Cultivos de agentes infecciosos.
3. Sangre humana y sus derivados.
4. Residuos patológicos.
5. Objetos punzocortantes contaminados.
6. Restos de animales contaminados.

Estos documentos son de suma importancia para los países de América Latina, y de interés especial para nuestro país, ya que, aunque por sus características era muy general y hasta cierto punto incompleto, presentaba una guía para el desarrollo de documentos que regularan nuestros residuos en un ámbito acorde a nuestra realidad.

En México están normados desde noviembre de 1995 cinco tipos de residuos biológico infecciosos (NOM - 087 - ECOL / 1995):

- 1.- Sangre
- 2.- Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos
- 3.- Patológicos.
- 4.- Residuos no anatómicos derivados de atención a pacientes y los laboratorios

#### 5.- Objetos punzocortantes usados y sin usar

Los cuales se detallan en la Norma Oficial Mexicana NOM- 087- ECOL/1995, Que se encarga del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos Biológico-Infecciosos (ver anexo 3)

En este trabajo se considera que la clasificación mexicana está bien definida y que comprende todos los tipos de residuos de carácter biológico-infecciosos que se pueden generar en cada uno de los establecimientos.

## 2.5 MÉTODOS DE TRATAMIENTO

Existe una gran variedad de métodos de tratamiento para residuos no sólo biológico infecciosos, sino residuos en general, siendo la mayoría de ellos selectivos para algún tipo de residuo, pero los más populares en el mundo para el tratamiento de residuos biológico infecciosos aún siguen siendo la incineración y la esterilización con vapor (Harrell *et al*, 1994). En México, existen algunos sistemas de incineración y de esterilización con vapor, instalados en el establecimiento generador, o bien, fuera de él y que son operados por personal, correspondiente a una empresa privada. Además, actualmente se tiene, una planta piloto de tratamiento de este tipo de residuos mediante plasma térmico que más adelante se describirá de manera general, cabe mencionar que los sistemas de tratamiento existentes en el país se encuentran principalmente en las grandes ciudades, en Tlaxcala no existe ningún sistema de tratamiento, operando actualmente.

Se ha pretendido agrupar a los sistemas de tratamiento, sin embargo existen sistemas que por sus características de proceso pueden pertenecer a más de un grupo, lo cual hace obsoleta la agrupación. Ahora bien, para fines de descripción en este trabajo, se agruparán y describirán por su acción para eliminar residuos, aclarando que no son todos los sistemas de tratamiento que existen, sino los más utilizados en la mayoría de los países. Las descripciones que se hacen, son de manera general, puesto que, el objetivo de este trabajo no es profundizar en los sistemas de tratamiento. Por último, se describe un comparativo entre los métodos de tratamiento más utilizados, presentando algunas de sus características, ventajas y desventajas y su aplicación.

### MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE RP- B1

- Procesos térmicos
  - a) Incineración
  - b) Pirólisis
  - c) Desinfección por microondas
  - d) Esterilización

- Métodos químicos
  - a) Método de desecación con cal
  - b) Desinfección con dióxido de cloro
- Innovaciones tecnológicas
  - Plasma Térmico

## 2.5.1 PROCESOS TÉRMICOS

La destrucción térmica de residuos peligrosos involucra la exposición controlada de residuos a altas temperaturas, normalmente mayores de 850°C a 900°C. En el tratamiento de residuos peligrosos es posible utilizar una amplia gama de tecnologías de procesamiento térmico, pero ninguna de ellas representa la solución para todos los problemas de residuos. Cada tecnología presenta ventajas y desventajas que se deben evaluar para poder seleccionar la mejor opción en cada caso.

### 2.5.1.1 Incineración

La incineración es un tratamiento térmico mediante el cual el residuo tiene una fase terminal la ceniza, involucra temperaturas de 800 a 1200 °C como mínimo, en la cámara primaria se produce propiamente la combustión de los residuos, la cual se inicia por un quemador situado en el extremo de la misma, generalmente la temperatura es programada por medio de un termostato regulable y controlado. En la cámara secundaria o postcombustión se eliminan los humos generados por el tratamiento primario que, generalmente, se adicionan de un quemador que incinera una gran parte de los gases y partículas en suspensión. Consta de tiro o chimenea, el cual debe tener puerto de muestreo para efecto de monitoreo, una vez incinerado el residuo las cenizas pueden ser depositadas en el relleno sanitario (Reinhardt, 1991).

La incineración es un proceso en el cual se utiliza la oxidación térmica para convertir los residuos orgánicos en materiales inorgánicos. Además, ofrece los beneficios de reducir el volumen de los residuos, elimina completamente los contaminantes vírales y

bacterias patógenas, destruye los componentes orgánicos tóxicos, y aprovecha la energía y recupera algunos subproductos tales como, metales.

Un sistema de incineración de residuos peligrosos incluye uno o todos los siguientes componentes.

- Sistemas de preparación / alimentación del residuo.
- Cámara de combustión primaria.
- Cámara de combustión secundaria.
- Sistema de recuperación de energía.
- Sistema de control de contaminantes.
- Ventiladores y chimeneas
- Sistema de manejo de cenizas

#### **A) Factores que se consideran en el diseño de un sistema de incineración.**

Para la alimentación no deben compactarse los residuos al ser transportados del almacén al equipo de tratamiento. Se cuenta con un dispositivo de paro automático para imprevistos.

- **TEMPERATURA.** En cualquier proceso de destrucción térmica, la temperatura es probablemente el factor más importante para la destrucción del material peligroso. La eficiencia de destrucción y de remoción en cualquier operación de incineración depende de la temperatura del incinerador. La temperatura de entrada asegura la destrucción del residuo.
- **TIEMPO DE RESIDENCIA.** Está determinado por el volumen de la cámara secundaria para un determinado flujo. Este es el tiempo que deben permanecer los productos de la combustión incompleta a la temperatura de incineración para asegurar su conversión a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  (Wentz, 1989). Los tiempos de residencia varían según el sistema de incineración, capacidad y características fisicoquímicas de los residuos, en general, se encuentran entre 0.1 - 2 seg.
- **TURBULENCIA.** Se utiliza para disminuir los requerimientos de temperatura de operación y tiempo de residencia. La inducción de la turbulencia se realiza mediante

bombas, ventiladores y mamparas. Se basa en el tipo de desecho que va a ser incinerado y en las regulaciones de eficiencia de remoción. Además, es importante que la transferencia de calor y el flujo del fluido se considere para calcular los requerimientos de turbulencia del diseño de la unidad de destrucción térmica.

- **PRESIÓN.** La mayoría de los incineradores se diseñan para operar a presiones ligeramente negativas con el fin de reducir las posibles fugas. Sin embargo hay sistemas que operan a presiones elevadas, en este caso particular, se requieren sistemas sellados para evitar fugas.
- **SUMINISTRO DE AIRE.** Al resolver el balance de materia se obtiene la cantidad estequiométrica de aire requerido para la combustión completa. En la práctica, la cantidad de aire necesario para que la combustión se realice, debe ser mayor a la cantidad estequiométrica en un 100% de exceso.
- **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.** Los materiales utilizados son desde acero ordinario hasta aleaciones muy sofisticadas. Las propiedades físicas y químicas de los residuos son importantes para poder seleccionar adecuadamente los materiales de construcción que aseguren una larga vida útil al incinerador y minimicen los problemas de mantenimiento.
- **VELOCIDAD DE FLUJO.** Variable y depende del equipo, sobre todo de su diseño

## **B) Operación.**

Los incineradores requieren quemadores auxiliares. El combustible auxiliar del quemador y el aire de combustión, está modulado automáticamente para mantener una temperatura promedio de salida de la segunda (o última) cámara a 1200°C, con un tiempo de retención de 2 segundos, y una temperatura de la primer cámara mayor a 850°C, medidas en periodos continuos de 15 minutos. Si se tiene sistema de carga intermitente, debe contar con mecanismo de seguridad que evite recarga. La presión de operación de las cámaras de combustión debe ser negativa, para evitar emisiones fugitivas. Contará con controles automáticos para regular flama y temperatura, además el equipo de control de emisiones debe funcionar continuamente durante la operación.

### **C) Tecnologías disponibles de incineración.**

1. Incineradores de horno rotatorio.
2. Cámara de combustión de lecho circulante.
3. Incineradores de lecho fluidizado.
4. Incineradores de inyección líquida
5. Incineradores de aire controlado

Los incineradores de horno rotatorio y el de aire controlado son aptos para la incineración de RP-BI.

#### **2.5.1.2 Pirólisis.**

Básicamente, la pirólisis consiste en la descomposición térmica de las cadenas de carbono (compuestos orgánicos) en ausencia de oxígeno (un medio reductor). Se obtienen hidrocarburos (gas y líquidos), carbón y una fase sólida en donde se recuperan sales, metales y otros particulados. Las condiciones del proceso van desde un calentamiento al vacío (termólisis) hasta condiciones donde se utilizan pequeñas cantidades de oxígeno (Holden T. Ed 1989).

El proceso es cerrado (no hay emisiones), los productos generalmente tienen valor comercial y es posible controlar la operación mediante sistemas computarizados que determinan las condiciones óptimas del proceso y la composición de los productos finales. Esta técnica ha sido utilizada tradicionalmente para descomponer hidrocarburos entre ellos el gas natural y los compuestos líquidos del petróleo, mediante la descomposición térmica que generalmente se lleva a cabo entre 425 a 760°C. La pirólisis del petróleo, da como productos finales carbón, hidrógeno, alcanos, olefinas acetileno y compuestos aromáticos.

Desde 1975, aparecen, informes sobre la posibilidad de aplicar la pirólisis para el manejo de desechos municipales sólidos orgánicos. Actualmente, debido al avance tecnológico en esta área, ya existen sistemas funcionando comercialmente en los cuales se transforman basuras orgánicas en combustibles que permiten la generación de energía, la cual parcialmente es utilizada en el propio sistema y el resto fuera de él.

La pirólisis no solamente se puede aplicar a residuos sólidos municipales sino que es especialmente útil para tratar residuos peligrosos porque permite un control muy preciso del proceso de combustión. La incineración tradicional es un proceso exotérmico que requiere de temperaturas entre 800 a 1200°C. La temperatura se controla ajustando la velocidad de alimentación de los residuos y la cantidad de aire. El control es muy difícil y a menudo no es el adecuado.

En la pirólisis el primer paso es endotérmico y, generalmente como ya se comentó, se lleva a cabo de 425 a 760°C. Los compuestos orgánicos peligrosos se volatilizan dejando un residuo limpio, ya que se separa durante la pirólisis la fracción inorgánica (sales, metales y partículado diverso). Los gases ya limpios se pueden quemar en un incinerador. Mediante este proceso se logra una eficiencia de más del 98 %, el equipo es más simple y se logra un control mucho mayor que con los sistemas tradicionales de incineración (Holden T. Ed. 1989).

Se puede aplicar a sólidos, lodos y líquidos residuales. La pirólisis es más adecuada que otros tratamientos para los siguientes tipos de residuos:

- lodos viscosos y/o muy abrasivos o que su consistencia varía mucho lo cual dificulta su atomización
- residuos que cambian durante el calentamiento, como es el caso de plásticos, materiales que contienen sales o metales que funden o pueden volatilizarse durante el calentamiento. Materiales que dañan los equipos a las temperaturas de incineración o que emiten aerosoles, líquidos o lodos de alto contenido de cenizas

**Especialmente resulta recomendable para:**

- residuos almacenados en contenedores o tambores que no puedan ser drenados
- inorgánicos volátiles, como NaCl, FeCl<sub>2</sub>, Zn y Pb
- residuos con alto contenido de cloro, azufre y/o nitrógeno.

Existen dos tipos básicos de procesos de pirólisis. Los que producen escorificación y los que no. Los procesos sin escorificación utilizan incineradores convencionales que

operan bajo condiciones de aire limitado. Los productos de los hornos de pirólisis son gases y carbón (Garvin, 1995).

La mayor ventaja que tienen estos sistemas es el potencial de recuperación de subproductos. La pirólisis de residuos peligrosos es relativamente nueva; otras ventajas serían, una mayor eficiencia debido a la baja cantidad de aire requerido para el proceso, las emisiones a la atmósfera pueden reducirse considerablemente y se suprime la emisión de partículas. Algunas de las desventajas son la formación potencial de productos cancerígenos, tanto gases como líquidos, al final de la descomposición.

### **2.5.1.3 Desinfección por microondas.**

Es una combinación de trituración, inyección de vapor y microondas, trabaja en un rango de temperatura de 95 a 100 °C con un tiempo de retención de 30 minutos. La capacidad de este equipo varia según el diseño, por ejemplo, hay de 250 Kg/h (tecnología comercial), con un flujo de desecho que manejado óptimamente puede alcanzar hasta 450Kg/h; se estima que el costo de operación es de 120 a 160 dólares/tonelada de residuo hospitalario (SESA, 1996).

El proceso consiste en verter, en forma automática, los residuos en una tolva, se trituran y se inyectan con vapor de agua para asegurar la absorción uniforme de calor durante el tratamiento, a continuación, los residuos triturados son impulsados por un transportador en forma de espiral a través de una cámara donde están expuestos continuamente a microondas. Las microondas desinfectan los residuos aumentando su temperatura hasta 95°C, durante 30 minutos. El material tratado sale similar al confeti ligeramente húmedo pero sin escurrir, no tiene olor significativo y puede ser enviado al relleno sanitario como basura común. El equipo tarda aproximadamente 35 minutos en calentarse y puede procesar alrededor de 250 Kg/h. El mantenimiento principal sería renovar las cuchillas del triturador.

#### 2.5.1.4 Esterilización.

Es el procedimiento fisicoquímico o físico por el cual es posible eliminar toda posibilidad de vida microbiana incluyendo esporas bacterianas, quistes, etc. El tratamiento por esterilización más empleado es el realizado por calor húmedo a través de autoclave, el proceso involucra una temperatura de 120 a 131°C durante 45 minutos y 20 lb/pulg<sup>2</sup> de presión. Mediante calor seco se realiza con equipos esterilizadores eléctricos u hornos. En este método es importante mencionar que los residuos a tratar no reducen su volumen (Reinhardt, op cit).

La esterilización de RP-BI en autoclave es un proceso que no reduce volumen y además requiere de una operación de trituración, para dejar irreconocible los residuos y así se cumpla con la normatividad mexicana. En general, un sistema de tratamiento por autoclave también requiere de una fuente de generación de vapor (caldera), por lo tanto, es un sistema que sí genera emisiones a la atmósfera.

La efectividad de la esterilización con vapor depende del tiempo de exposición y la temperatura a una presión mayor que la atmosférica, tal como se menciono anteriormente. Otro factor importante en este sistema de tratamiento es la capacidad de penetración del vapor, la cual depende directamente del tipo de residuos y de la presión dentro de la cámara de esterilización, otras limitantes pueden ser: uso de contenedores de residuos resistentes al calor, presencia de aire residual en la cámara de esterilización.

La esterilización con vapor se prohíbe para el tratamiento de patológicos, fluidos y en general, materiales de alta densidad, ya que, la penetración de vapor no es suficiente.

Para determinar la efectividad del sistema, este debe ser monitoreado y todo el equipo deberá ser inspeccionado rutinariamente.

## 2.5.2 MÉTODOS QUÍMICOS.

La esterilización mediante químicos como cloro, hipoclorito de sodio, óxido de etileno, bromuro de metileno, cloro picrin, kreal (cloruro de benzalconio), formaldehído y fenol se utilizan para el tratamiento de residuos líquidos en forma diluida, a un porcentaje según el volumen (SESA, 1996). Sin embargo, el dióxido de cloro ha tenido gran éxito como agente desinfectante para residuos sólidos, así como, también el hidróxido de calcio para el tratamiento de patológicos no infectocontagiosos. A continuación se describen estos dos métodos.

### 2.5.2.1 Método de desecación con cal

El uso de animales para experimentos de laboratorio es muy amplio y necesario, pero hasta ahora los cadáveres se han desechado como si se tratara de cualquier tipo de basura, lo cual es inapropiado e injustificable. En algunos lugares, cuando el volumen de animales lo justifica, se utiliza la incineración, sin embargo es costosa e ineficiente cuando se manejan pequeñas cantidades como las de un laboratorio común (Flores, 1994).

Con el método de desecación con cal, para cadáveres de animales, se pretende eliminar los riesgos contra la salud y el medio ambiente, ya que es un método eficiente y económico. Diferentes especies animales son utilizadas en los laboratorios de enseñanza e investigación, tales como ratas, cuyos, conejos, perros, gatos, etc., pues sirven como modelos para una amplia gama de procesos experimentales.

En la actualidad, por ejemplo, las ratas se emplean para estudiar, entre otras cosas (Altamirano, 1994 p.36):

- Nutrición y metabolismo.
- Nuevos fármacos.
- Embriología y teratogénesis.
- Neurología.
- Conducta, etc.

Es claro que no se puede prescindir del uso de los animales en la investigación, por lo que es necesario desarrollar técnicas apropiadas y que no representen una segunda fuente de contaminación, por la eliminación de los cadáveres.

Los animales que se utilizan en el laboratorio; como cualquier desecho biológico, generan malos olores, representan focos de infección y en basureros pueden dar lugar a sustancias tóxicas y lixiviados. Además, como los animales proceden del laboratorio, pueden incluir sustancias químicas que representen riesgos ambientales potenciales.

Los cadáveres de animales o partes de éstos están dentro de la clasificación de residuos peligrosos biológico-infecciosos según la norma NOM-052-ECOL/1993.

Los cadáveres de animales generados en los laboratorios de investigación deben incinerarse de acuerdo con la norma 087 por ser residuos patológicos, pero esto genera otra problemática, una segunda fuente de contaminación, sobre todo, por las emisiones durante el proceso. La incineración es un método ampliamente utilizado para la eliminación de cadáveres. Sin embargo, es costosa si no se van a eliminar grandes cantidades. Precisamente por ello, antes se permitía que los laboratorios tiraran en bolsas los cadáveres de animales como basura municipal. En otros casos, se utilizan sistemas de refrigeración o almacenamiento de cadáveres para luego enviarlos a incineración. Esto por supuesto sigue siendo un método muy costoso e incómodo de trabajar.

Ante esta situación, se ha buscado diversas alternativas, de las cuales la desecación es una de las más prometedoras. La cal resultó ser el mejor desecante, según los estudios realizados por la Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza. El uso de la cal para eliminar olores en cadáveres de animales expuestos a la intemperie es común, pero en este caso es necesario evitar, además de malos olores, la propagación de infecciones y sustancias tóxicas.

Entre las características de la cal se encuentran las siguientes (Flores *et al*, 1994):

- Como agente biocida que evita el desarrollo de microorganismos sin representar un medio agresivo al ambiente.
- Como desecante que evita, en gran medida, las reacciones que generan lixiviados y sustancias tóxicas.
- Es barata y de fácil disponibilidad.
- No es tóxica y no necesita de sistemas de almacenamiento y manejo costosos.
- Su aplicación no requiere de condiciones especiales de presión y temperatura.

El tratamiento de los cadáveres sigue el siguiente procedimiento:

1. **Recolección.** Se establece un sistema de recolección de los cadáveres, por personal debidamente capacitado para tener mayor eficiencia y seguridad en el manejo de los mismos.
2. **Tratamiento de los cadáveres.** En los recipientes diseñados se agrega una capa inicial de hidróxido de calcio, posteriormente se agregan los cadáveres, cubriendo nuevamente con cal lo mejor posible ( se está determinando la relación óptima de cal/cadáver )
3. **Transporte de los cadáveres.** Los recipientes que contienen los cadáveres se transportan a la zona de composteo.
4. **Almacenamiento.** Los recipientes contenedores de los cadáveres se almacenan en la zona de composteo por un periodo aproximado de 3 meses.
5. **Adición de los cadáveres a la composta.** Se desocupan los recipientes con los cadáveres agregando el contenido de los mismos a la composta.
6. **Limpieza de los recipientes.** Son lavados con una solución jabonosa y reutilizados.

#### **2.5.2.2 Desinfección con dióxido de cloro**

Este tratamiento consiste en una desinfección química con base en dióxido de cloro y una trituración de los residuos.

## **Emisiones al ambiente**

### Emisiones al aire

- Gases de dióxido de cloro durante la operación

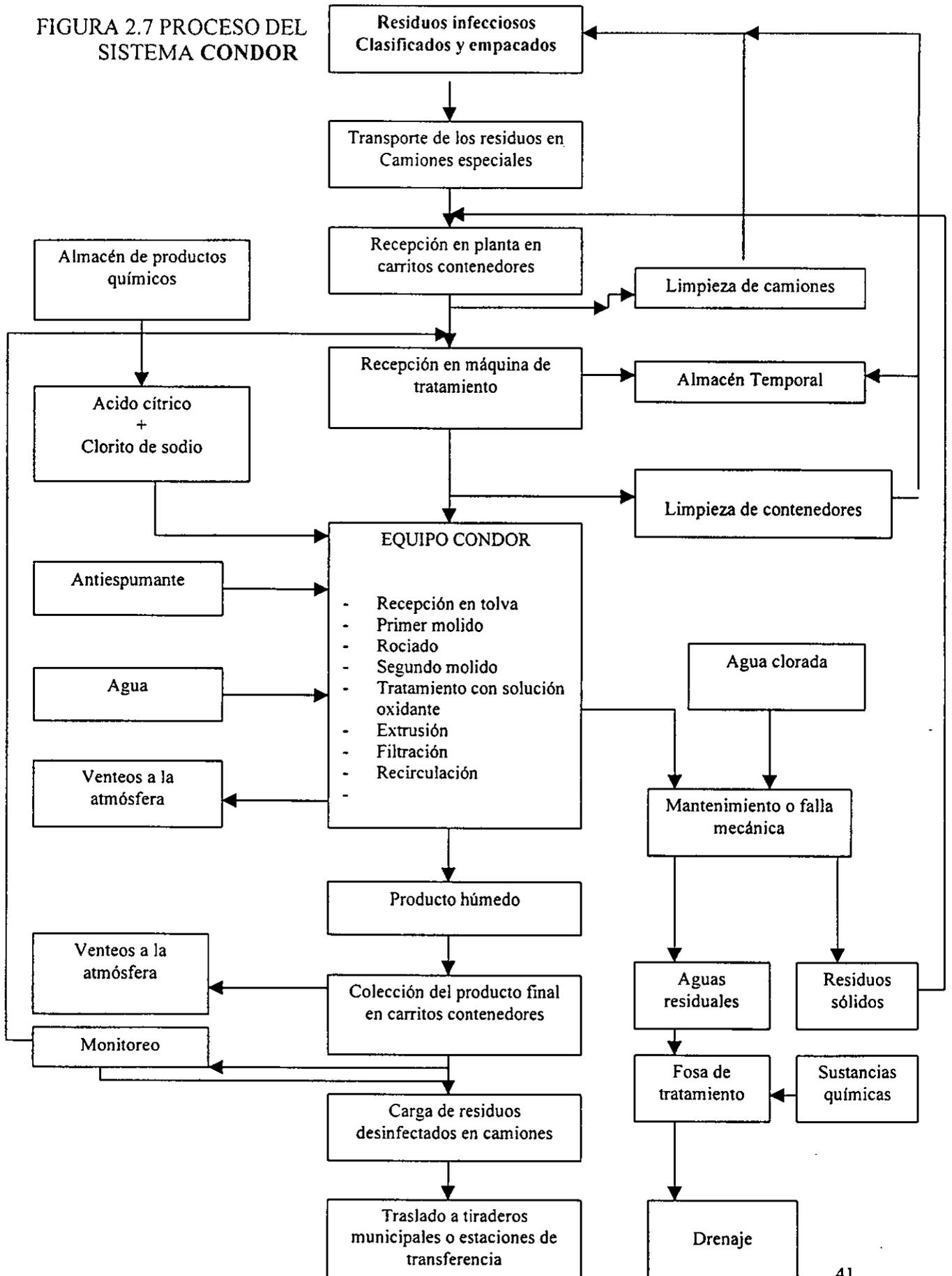
### Emisiones al agua

- No rebasan ningún parámetro de la NOM-002-ECOL-1996
- Si se aplica la NOM-001-1996 correspondiente a las descargas de aguas residuales provenientes de hospitales, se rebasan DBO, DQO, y sólidos suspendidos totales.

### Emisiones al suelo

- Carentes de agentes infecciosos

FIGURA 2.7 PROCESO DEL SISTEMA CONDOR



### 2.5.3 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

#### **Plasma térmico**

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) ha iniciado acciones para realizar estudios y desarrollo tecnológico para el tratamiento de RP, entre las que se encuentra la tecnología del plasma térmico. El plasma térmico es usado como una fuente concentrada de calor para romper los enlaces de las moléculas de los constituyentes de los RP, dando como resultado una mezcla de partículas constitutivas que al enfriarse se recombinan para formar gases permanentes y sólidos semivitrificados. El rendimiento se estima entre un 50 y 90% y puede adaptarse a varios tipos de residuos (Pacheco, 1994).

Entre los diferentes tipos de RP se encuentran los residuos peligrosos biológico-infecciosos, generados por hospitales y laboratorios clínicos, principalmente.

En este contexto se está gestionando un convenio de colaboración entre el Sector Salud y el ININ, con el fin de desarrollar estudios sobre esta área.

Actualmente, en el ININ se cuenta con un equipo experimental para la degradación de RP, equipado con una antorcha de plasma con capacidad controlable de 0 a 50 kw. Además, se está realizando la ingeniería necesaria para la construcción de una planta de degradación con capacidad de tratamiento de 100 kg/h mediante un cañón de plasma térmico de 250 kw.

Hasta el momento no se puede hablar de las ventajas y desventajas, puesto que, es un sistema experimental, tampoco de los residuos y productos específicos generados, ya que, esto depende enteramente del tipo de residuos alimentados al reactor.

#### **A) El plasma.**

Un plasma es un gas ionizado formado por electrones, iones y especies neutras (Pacheco, op cit). No obstante que un gas en condiciones normales no es conductor de electricidad, cuando están presentes iones y electrones libres se comporta como tal, ya que las cargas eléctricas proporcionan un incremento en la conductividad eléctrica del gas.

En particular, el plasma térmico se caracteriza por una densidad energética alta, la temperatura de las partículas pesadas es igual a la de los electrones, una densidad electrónica alta ( $10^{13}$  a  $10^{16}$   $\text{cm}^{-3}$ ), bajas energías de los electrones, las cuales están en el orden de 1 a 2 eV. Todo esto hace que la temperatura en la periferia del plasma sea superior a  $4\ 000^{\circ}\text{C}$ , alcanzando hasta  $20\ 000^{\circ}\text{C}$  en el núcleo.

El cañón del plasma utilizado consiste en un cátodo y un ánodo concéntricos por donde fluye el gas plasmágeno (vea Fig. 2.9)

La energía de excitación necesaria para la ionización de las moléculas es obtenida de un generador de corriente continua que produce un arco entre los dos electrodos.

El arco eléctrico es generado por la emisión termo-electrónica que ocurre en la superficie del cátodo, donde los electrones son fuertemente acelerados bajo el efecto del campo eléctrico que existe entre los electrodos. En virtud de los elevados niveles de temperatura del plasma y de la intensidad del bombardeo iónico y electrónico, es indispensable la refrigeración del ánodo y del cátodo. El gas plasmágeno a presión atraviesa el arco y forma un dardo de plasma que sale por un hueco del ánodo de diámetro reducido, produciéndose una concentración de muy alta energía en un volumen limitado, la cual se utiliza para degradar los RP.

## **B) Equipo experimental.**

A continuación se presentan los aspectos fundamentales involucrados en la instalación y puesta en operación del equipo experimental para la degradación por plasma térmico de residuos peligrosos. Se hace mención de la forma en la cual se genera el plasma térmico y de las características que lo hacen ser una tecnología apropiada para la degradación de residuos peligrosos; así como de la infraestructura instalada para realizar la experimentación.

El equipo experimental está instalado en el Laboratorio de Aplicaciones de Plasmas Térmicos, Centro Nuclear “Nabor Carrillo Flores” del ININ en Ocoyoacac, Edo. de México (ver Fig. 2.10), cuenta con una fuente de alimentación con potencia regulable de 0 a 50 kw, con un sistema automático a base de un microcontrolador que permite compensar las perturbaciones ocasionadas durante el proceso, además de un preionizador gaseoso. Un reactor de pirólisis fabricado en acero inoxidable, cuenta con crisoles porta-muestra, entrada de aire comprimido y un sistema de sujeción del cañón de plasma térmico. El cañón de plasma térmico consiste en dos electrodos concéntricos por donde se introduce el gas plasmágeno. El cátodo es el electrodo interno y está fabricado de cobre electrolítico con alma de tungsteno, mientras que el ánodo es el electrodo externo y también está fabricado de cobre electrolítico. Cuenta con dos sistemas de enfriamiento, un intercambiador de calor a contracorriente. Una torre de absorción de gases de 5 cm de diámetro interno y 30 platos de borboteo, un cromatógrafo de gases de columna empacada con detector de ionización de flama.

FIGURA 2.9 ESQUEMA DE UNA ANTORCHA DE PLASMA TÉRMICO

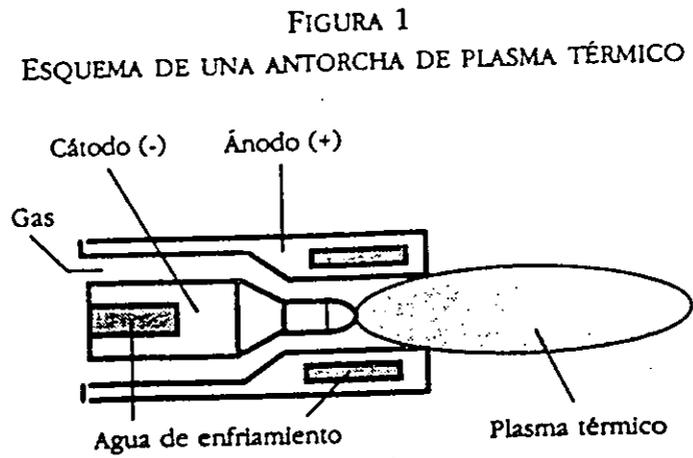
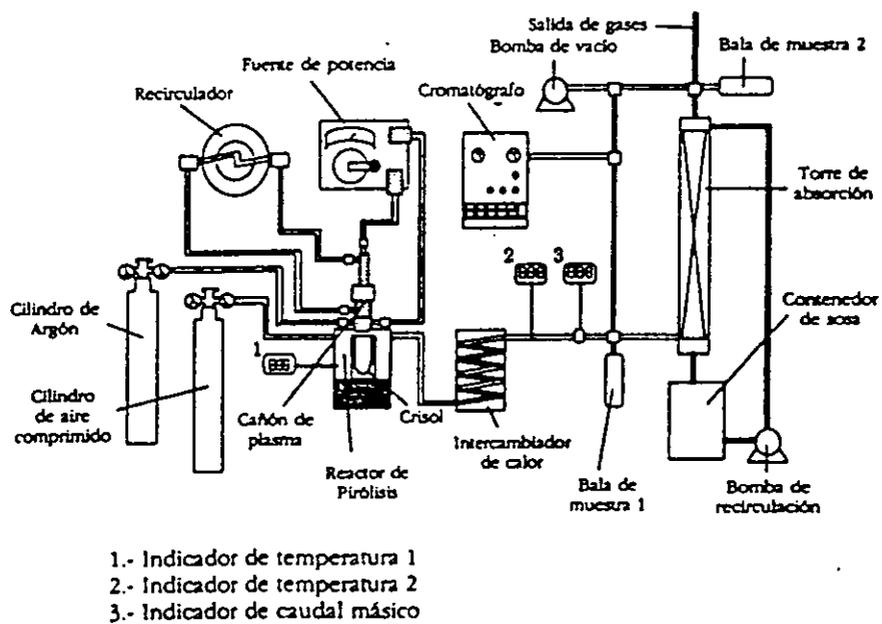


FIGURA 2.10 EQUIPO EXPERIMENTAL DE DEGRADACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS



### 2.5.3 TABLAS COMPARATIVAS DE DIFERENTES MÉTODOS DE TRATAMIENTO

Tabla 2.10 Comparación entre algunos métodos de tratamiento

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
INCINERACION	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicable a cualquier tipo de residuo</li> <li>2. Reduce volumen y peso a disponer finalmente</li> <li>3. Elimina características repulsivas, sobre todo en patológicos o de animales.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gasto extra de energéticos.</li> <li>2. Emisiones a la atmósfera.</li> <li>3. Requiere personal especializado en operación y mantenimiento del equipo.</li> <li>4. Implica una separación de plásticos comunes y líquidos.</li> </ol>
ESTERILIZACIÓN CON VAPOR	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No produce contaminación atmosférica.</li> <li>2. Fácil instalación del equipo.</li> <li>3. Puede utilizarse para cualquier tipo de residuos infeccioso, excepto para patológicos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No reduce volumen ni peso.</li> <li>2. Baja eficiencia para residuos de mayor densidad y líquidos, elevando el consumo de energía.</li> <li>3. Requiere indicaciones que permiten una perfecta penetración del vapor.</li> <li>4. No permitido para patológicos</li> <li>5. Necesita una fuente de vapor</li> </ol>
DESINFECCIÓN QUÍMICA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ideal para materiales y residuos líquidos.</li> <li>2. No requiere gran inversión inicial.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No indicada para residuos anatomo-patológicos y provenientes del área de aislamiento.</li> <li>2. No reduce volumen ni peso, el propio producto se convierte en un residuo o contaminante químico.</li> <li>3. Puede ser ineficaz por exceso de materia orgánica, por dilución inadecuada o por inactivación, por caducidad del producto.</li> <li>4. Hay emisiones al aire y drenaje</li> </ol>
TRITURACION Y VERTIDO AL DRENAJE SANITARIO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No genera emisiones a la atmósfera.</li> <li>2. Mínima inversión inicial.</li> <li>3. No requiere personal especializado para su operación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implica incumplimiento de normatividad sobre aguas residuales o gastos para planta de tratamiento con su personal especializado.</li> <li>2. No aplicable a todos los residuos infecciosos.</li> </ol>

FUENTE: MEJÍA (1996)

Tabla 2.11 COMPARACIÓN DE ALGUNOS MÉTODOS DE TRATAMIENTO

PARÁMETRO	TIPO DE TRATAMIENTO		
	ESTERILIZACIÓN CON VAPOR	DESTRUCCIÓN/ DESINFECCIÓN QUÍMICA	INCINERACIÓN
<b>Operación</b>			
Aplicabilidad	Mayoría de los desechos	Mayoría de los desechos	Todos los desechos
Operación del equipo	Fácil	Moderadamente complejo	Complejo
Clasificación	Seleccionar desechos	Seleccionar desechos	Ninguna
Efecto del tratamiento	Apariencia intacta	Granulada	Cenizas
Reducción del volumen	0.0 %	30 %	85 - 95 %
Riesgo ocupacional	Bajo	Moderado	Moderado
Pruebas	Fácil, económico	Compleja, costosa	Protocolo en desarrollo
Localización in situ/ex situ	Ambos	Ambos	Ambos
Operarios	Entrenados	Bien entrenados	Elevada experiencia
<b>Parámetros ambientales regulados</b>			
Emissiones a la atmósfera	Bajo riesgo vía ventilación	Bajo riesgo vía ventilación	Altos riesgos vía emisiones
Descargas aguas residuales	Bajo riesgo vía drenado	Bajo riesgo vía drenado	Bajo riesgo
Generación de residuos	A relleno sanitario	A relleno sanitario	Ceniza pueden ser residuos peligrosos
<b>Costos</b>			
Capital	Bajo	Moderado	Elevado
Mano de obra	Bajo	Moderado	Elevado
Operación	Bajo	Moderado	Elevado
Mantenimiento	Bajo	Moderado	Elevado
Tiempos muertos de operación	Bajo	Moderado a bajo	Elevado

Fuente: OPS, 1994

Tabla 2.12 COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.

INCINERACIÓN	ESTERILIZACIÓN	CELDA ESPECIAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación compleja</li> <li>• Tratamiento de patológicos</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Monitoreo</li> <li>• Emisiones a la atmósfera</li> <li>• Cenizas</li> <li>• Registros</li> <li>• Costos de inversión, operación y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación sencilla</li> <li>• Generación de vapor</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Registros</li> <li>• Monitoreo</li> <li>• No patológicos</li> <li>• Trituración y compactación para la disposición final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sin tratamiento</li> <li>• Plazos acotados</li> <li>• Tecnología simple y accesible</li> <li>• Se requiere:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación</li> <li>• Aplicación de cal</li> <li>• Cubrir diario</li> <li>• Monitoreo</li> </ul> </li> </ul>

FUENTE: OPS, 1994

De acuerdo a las tablas de comparación 2.10, 2.11, 2.12 y las condiciones económicas de nuestro país, se considera en este trabajo que los métodos factibles de tratamiento de RP-BI en México son: la incineración, la esterilización con vapor y la desinfección química, considerando siempre sus ventajas, desventajas y su límite de aplicación. Definitivamente, el método de vertido al drenaje debe quedar descartado.

#### 2.5.4 Protocolo De Pruebas

Independientemente de cual sea el residuo peligroso, cuando se pretende dar tratamiento a estos, mediante la aplicación de una tecnología, antes de implementarla, deberá presentarse ante las instancias correspondientes un protocolo de pruebas.

Un protocolo de pruebas es una serie de pasos planeados para comprobar la eficiencia del equipo de tratamiento y verificar que este no sea una segunda fuente de contaminación tanto al aire, agua y suelo, mediante un programa sistemático de verificación e inspección aplicado por una organización (SESA, op cit).

En el protocolo intervienen cuatro entidades, las cuales son:

- Instituto Nacional de Ecología, que determina si el equipo es apto para el tratamiento de residuos, en este caso biológico-infecciosos.
- Empresa supervisora que plantea como va a realizarse el protocolo y verifica que el muestreo se realice cuando el equipo está operando en condiciones normales
- Empresa que realiza el muestreo y análisis de laboratorio.
- Institución educativa o de investigación que certifica que el protocolo se efectúe con base en los términos de referencia.

Un protocolo de pruebas se realiza en tres fases:

1) PLANEACIÓN.

Es decir, como se va a efectuar, que parámetros se van a medir tanto en el equipo de tratamiento como en el equipo de monitoreo y análisis. Se presenta esta primera fase ante el INE para que la revise y evalúe, para así autorizar que se lleve a cabo.

2) EJECUCIÓN.

Se va a llevar a la práctica dándole seguimiento mediante unas hojas de verificación en campo, las cuales también forman parte de la planeación

3) INFORME

. Una vez realizada la prueba se presenta ante el INE los resultados obtenidos.

A continuación se presenta el contenido de un protocolo de pruebas que debe presentar la empresa o institución promovente, de acuerdo a la guía elaborada por el INE.

1. OBJETIVO.

Indicar de manera clara y concisa el objetivo del protocolo presentado.

2. PRINCIPIO DE OPERACIÓN.

Presentar de manera sucinta el principio de operación del sistema de tratamiento de RP-BI y la descripción funcional del proceso.

3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

La descripción deberá ser breve, máximo 2 cuartillas, indicando las características propias del sistema. Se deberá hacer mención de los sistemas de control y su lógica, grado de automatización, presencia de senderos y registradores. Anexar un diagrama esquemático del equipo, diagrama de tubería e instrumentación y descripción de sistemas auxiliares directos.

4. PARÁMETROS Y CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Se deberá indicar, entre otros, los parámetros que intervienen en el proceso de desinfección o destrucción de los RP-BI, tales como presiones, temperaturas, concentraciones, flujos, etc. Indicar los valores en las condiciones de diseño y las condiciones reales de operación esperadas y su rango de variación.

5. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO.

Indicar en un diagrama de bloques los componentes principales del equipo, las condiciones de operación y los puntos de control.

6. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA A TRATAR.

Describir las características de la muestra que será tratada, entre otras, peso de las cargas, clasificación si el residuo es segregado, componentes especiales como PVC, etc.

7. DEMOSTRACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO DE TRATAMIENTO.

8. REPORTE DE RESULTADOS

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

## **2.6 DISPOSICIÓN FINAL**

La última fase del ciclo de los residuos sólidos provenientes de los establecimientos de salud (RSES), corresponde a su disposición final, esta fase no puede ser eliminada ya que cualquiera que haya sido el manejo y tratamiento aplicado a tales RSES, seguirán existiendo residuos (reducción de volumen al eliminar humedad, trituración o cenizas), los cuales deben ser dispuestos en un relleno sanitario, como residuos no peligrosos si han sido previamente tratados, o bien, en una celda especial para RP-BI sin tratar, de acuerdo a lo establecido en la NOM-087-ECOL-1995, que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.

### **2.6.1 SELECCIÓN DEL SITIO**

De manera general, para llevar a cabo la selección del sitio para la disposición de residuos hospitalarios, es necesario llevar a cabo una serie de estudios que nos den la confiabilidad de la no afectación al medio, entre los principales estudios tenemos los siguientes:

**A) Estudio geológico, geotécnico y geofísico.**

Son muy importantes para conocer el antecedente del suelo y subsuelo (estratigrafía) del sitio así como de la clasificación e identificación de los suelos para impedir que un contaminante pueda penetrar al subsuelo y llegar a los acuíferos subterráneos, el conocer la geofísica, como apoyo con tendidos geoeléctricos, nos dará una mayor seguridad para el uso del sitio.

**B) Estudio hidrológico.**

En la disposición de desechos es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más retirado de los cuerpos de agua superficiales (lagos, ríos, etc.); como mínimo se considera una distancia de 300 m, y cuente además con un adecuado drenaje pluvial para evitar escurrimientos y erosiones dentro del sitio.

### C) Estudio geohidrológico.

Es muy importante para conocer la profundidad a la que se encuentra el nivel de aguas freáticas, así como el coeficiente de permeabilidad en el sitio seleccionado. La explotación de acuíferos, conocimientos de fracturas, gradientes hidráulicos, dirección dominante de flujo, y calidad del agua, son factores importantes de la geohidrología para evitar que pueda existir alguna contaminación de los acuíferos.

### D) Topografía del sitio.

El confinamiento de residuos hospitalarios puede diseñarse y operarse en cualquier sitio que cumpla con los requerimientos de pendiente que marca la norma 083 y 055. Sin embargo es preferible aquel lugar que logre un mayor volumen aprovechable por hectárea y con una pendiente ligera.

Los detalles precisos y parámetros para la selección del sitio, diseño de la celda, vida útil y demás consideraciones se podrán verificar en el anexo 1 que comprende la NOM-087 ECOL/1997.

## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE ANALISIS

Dado el objetivo del trabajo, es imprescindible mencionar que, el análisis no requiere de experimentación de laboratorio y cálculos de ingeniería, ya que, no se trata de diseñar, sino de diagnosticar el manejo de los residuos biológico-infecciosos, a fin de encontrar los puntos críticos y entonces poder recomendar posibles soluciones, que incluso si requieran de diseño.

Con base en lo anterior, este trabajo sólo se fundamenta en investigación de campo, utilizando como herramientas de medición cualitativa, formatos para levantamientos de encuestas, cámara fotográfica y bitácora, principalmente.

Se considera, que este trabajo tiene utilidad práctica en la supervisión del manejo de RP-BI de cualquier centro generador, sin tener que gastar dinero en mediciones directas, pues son más costosas y tienen mayores riesgos.

La metodología de este trabajo se enfocó principalmente en dos rubros:

- Revisión de archivos actuales.
- Trabajo operativo.

Con lo referente a la revisión de archivos, fue imprescindible la recopilación de datos sobre generación de RP-BI de las instituciones a muestrear, pues de lo contrario se tendría que efectuar la determinación; cuestión que quedó fuera del alcance de este trabajo. Los datos obtenidos por esta fuente sirvieron como base para proponer alternativas que involucren la minimización de efectos negativos a la salud y al medio ambiente, probablemente causados por este tipo de residuos. Dado que el trabajo tiene alcance estatal (Tlaxcala), la mejor fuente para la obtención de datos de generación fue SICORT, subdirección que pertenece a la Coordinación General de Ecología del Estado,

común acuerdo con la SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), el INE (Instituto Nacional de Ecología) y la PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente), para el manejo, tratamiento y disposición final de los RP-BI.

El trabajo operativo, implicó la elaboración de formatos, los cuales se fundamentaron en la Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL/1995). Además se debe apoyar con fotografías, de cada institución inspeccionada.

Para llevar a cabo satisfactoriamente esta operación fue necesario dividir las instituciones generadoras en:

- Instituciones de atención médica y
- Centros de investigación y enseñanza.
- Privados

Los formatos referidos a instituciones de atención médica, se enfocaron de acuerdo al tipo de actividad que realiza la persona dentro de la institución, de manera que, se han elaborado formatos para encuestas a directores, médicos o enfermeras y personal de intendencia. De igual manera se elaboró un formato para encuestar a personal encargado de centros de investigación y enseñanza.

Es importante mencionar que, en esencia los formatos no tienen grandes variantes, pues como se dijo antes, están fundamentados sobre la misma norma y lo único que se consideró, fue adaptarlos de acuerdo al nivel de conocimiento y función dentro de la institución.

El calendario de inspección física y la realización de encuestas a los establecimientos seleccionados se sujetó al trámite de aceptación en cada institución.

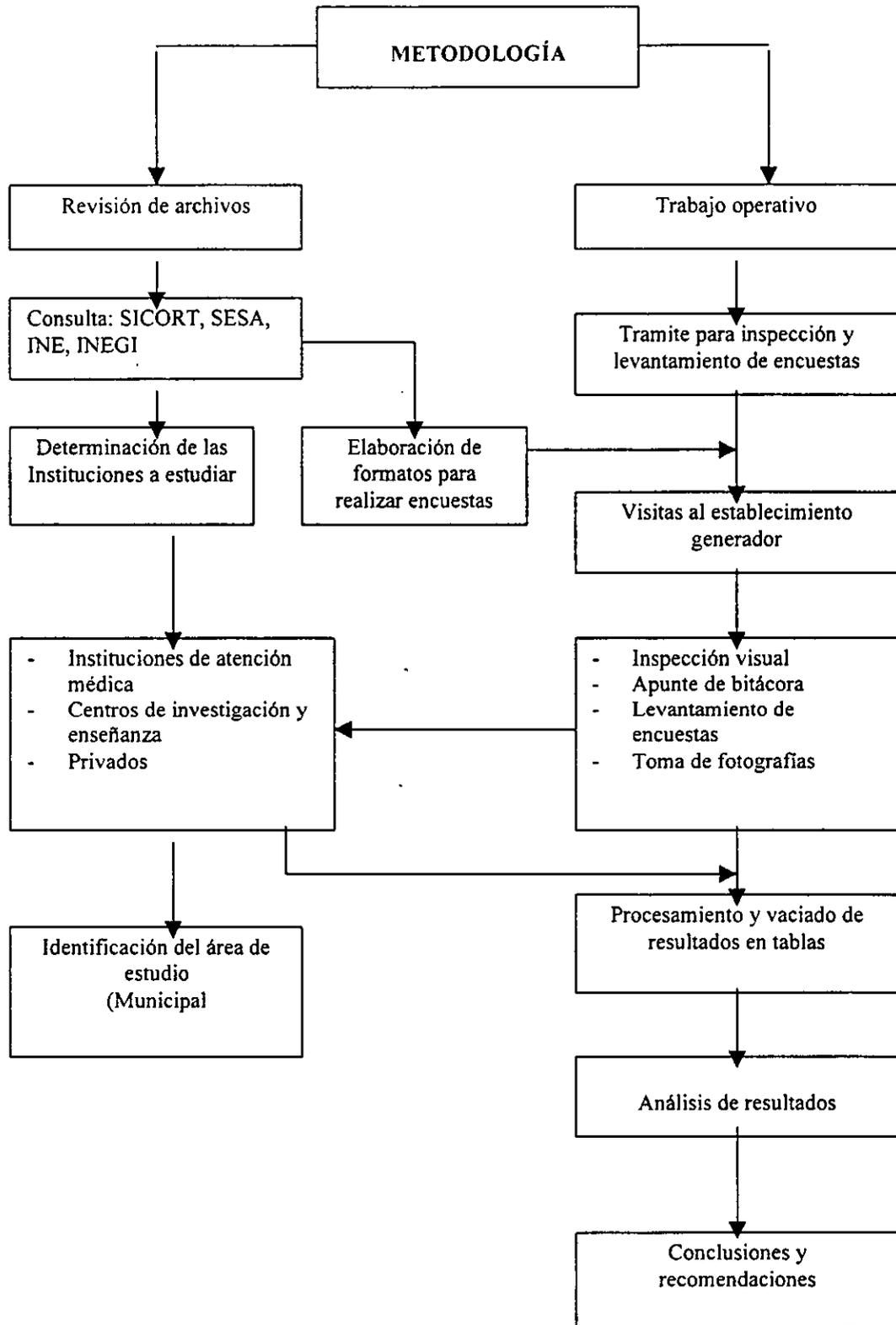
En cada inspección se realizó:

- Inspección visual.
- Apunte de bitácora.
- Levantamiento de encuestas.
- Toma de fotografías

Y fue necesario la colaboración de 2 a 3 personas por cada visita al establecimiento generador.

Lo anteriormente expuesto, se aplicó en todos los centros generadores seleccionados previamente, bajo los criterios antes mencionados, los cuales se encuentran en listados en la tabla 1.1 y ubicados en la figura 1.1 (Mapa). Los formatos para el levantamiento de encuestas se presentan en el anexo 2. Se aclara que de los 11 establecimientos considerados para el diagnóstico, 2 no participaron, estos pertenecen al IMSS y otro se encontraba cerrado por ampliación, este pertenece al SESA.

## DIAGRAMA DE FLUJO



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Las tablas de resultados que a continuación se presentan están fundamentadas de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL1995), la cual establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los RP-BI que se generan en establecimientos que presten atención médica, laboratorios clínicos, clínicas veterinarias, centros antirrábicos y centros de investigación y enseñanza. En este capítulo se presentan los resultados en forma de tablas con su respectiva discusión.

**TABLA 4-1 CLASIFICACION POR NIVEL DE SERVICIO.**

FUENTE GENERADORA	NIVEL DE SERVICIO	OBSERVACIONES
Hospital General de Tlaxcala (SESA)	III	
Clínica Hospital Estatal ISSSTE TLAXCALA	III	
Hospital General de Huamantla (SESA)	II	
Hospital General de Zona No. 1 (IMSS)	III	No participo
Unidad Médico Familiar No. 8 (IMSS)	II	No participo
Hospital de Gineco-Obstetricia (SESA)	II	Cerrado
Centro Antirrábico Canino (SESA)	III	
Centro Estatal de Transfusión Sanguinea (SESA)	III	
Centro de Investigaciones fisiológicas (UAT)	III	
Centro de Investigación en Ciencias Biológicas (UAT)	III	
Departamento de Agrobiología (UAT)	III	
Privados	I, II	

I: Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies, laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis al día.

II: Hospitales de 1 a 50 camas, laboratorios clínicos que realicen de 21 a 100 análisis al día.

III: Hospitales con más de 50 camas, laboratorios clínicos que realicen más de 100 análisis por día y centros de enseñanza e investigación.

En la Tabla 4-1 se puede observar que las fuentes generadoras encuestadas corresponden a nivel II y III, referido al sector público, esto no significa que en el área de estudio no existan fuentes generadoras del nivel I; éstas han sido excluidas, debido a que al evaluar las de nivel II y III, quedan comprendidos el tipo de residuos que se generan en

nivel I. A hora bien, para el sector privado, se consideran todos los establecimientos, se identificó que existen consultorios de primer nivel y sólo tres clínicas de maternidad que, corresponden a segundo nivel, además, también en el sector privado existen laboratorios clínicos, los cuales, realizan menos de 100 análisis por día.

Es importante mencionar que las clínicas previamente determinadas a evaluar, pertenecientes al IMSS, se negaron rotundamente a participar, argumentando que ellos no participan en el manejo, ya que, tienen una empresa contratada que se encarga de ello dentro de la institución y que el manejo externo lo hace SICORT.

Aunque por norma, los Centros de Investigación y Enseñanza son clasificados como de nivel III, el Centro de Investigación de Ciencias Biológicas genera una mínima cantidad de residuos biológico-infecciosos, pues la investigación está encausada exclusivamente a vegetales; en las áreas de climatología, química de suelos, hongos y plantas, estos residuos no son cuantificados. Los residuos biológico-infecciosos (cepas en cultivos) generados por la investigación, son esterilizados por autoclave y depositados en un terreno aledaño sin mayores disposiciones técnicas.

El Departamento de Agrobiología genera residuos biológico-infecciosos fortuitamente, en general, cuando se realizan prácticas de laboratorio con animales (patológicos) de los cuales no se tiene ningún historial. Los residuos generados son depositados en terrenos fértiles (enterrados).

**TABLA 4-2 GENERACION DE RP-BI POR FUENTE GENERADORA (1997)**

FTE. GENERADORA	Cantidad Generada de RP-BI SICORT (captación)	Kg / día Establecimiento (Gener.)	Eficiencia de Captación
H. G. T. (SESA)	28.3	40.00	70%
ISSSTE	77.2	53.00	Incongruente
H.G.H. (SESA)	9.2	20.00	46%
H.G.Z. No.1 (IMSS)	82.8	+	-
U. M. F. No.8 (IMSS)	53.1	+	-
H. G. O. (SESA)	*	Fuera de operación	-
C. A. C. (SESA)	*	100.00	-
C. E. T. S. (SESA)	2.5	2.00	Incongruente
C. I. F. (UAT)	*	20.00	
C. I. C. B. (UAT)	*	No estimado	-
Depto. A. (UAT)	*	2.00 Kg / mes	-
Privados	18.46	21.50	73.84

\* : No incorporados

+ : No participaron.

- : No se pudo estimar

La Tabla 4-2 ilustra la comparación entre los residuos captados por SICORT para disposición final, y los datos de generación reportados por cada establecimiento. Teóricamente, los valores de captación y generación deben ser aproximadamente iguales, o bien, en menor cantidad los datos de captación, para calcular las eficiencias de captación. Sin embargo, para el caso del ISSSTE, la captación es mayor que la generación, lo cual no es coherente; la razón es, que los establecimientos no llevan un control de generación confiable, esto es de suma importancia, pues de él depende el buen manejo de los residuos dentro y fuera del establecimiento.

Por otro lado, de acuerdo con la Tabla 4-2, existen 2 establecimientos pertenecientes al IMSS que no participaron, aún cuando se insistió por todos los medios, y a sabiendas de que es el principal generador de RPBI en el estado. De los 440.7 kg/día captados en 1997, el 51% pertenecen al IMSS, (SICORT, 1996).

Los datos no reportados por SICORT, significa que los establecimientos generadores aún no están incorporados al sistema de recolección y disposición final que rige esta dependencia.

La generación y captación referida al sector privado, incluye los cinco municipios del área de estudio, la captación la reporta SICORT y la generación se determinó visitando 15 de los 71 establecimientos que generan entre 10 – 70 Kg / mes, determinando que los 15 establecimientos representan el 79 % de la captación total de los 71 establecimientos, esto significa 14.58 kg/día. Por otro lado, mediante las encuestas se determinó que los 15 establecimientos generan 17 kg/día, entonces se consideró que también representaba el 79% para poder calcular la generación aproximada de los 71 establecimientos, 17 kg/día.

#### 4.1 MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS:

TABLA 4-3 IDENTIFICACION

TIPO DE RESIDUO / FUENTE GEN.	1	2	3	4	5
H. G. T. (SESA)	X	X	X	X	X
ISSSTE	X	X	X	X	X
H.G.H. (SESA)	X		X	X	X
C. A. C. (SESA)			X	X	X
C. E. T. S. (SESA)	X			X	X
C. I. F. (UAT)	X		X	X	X
C. I. C. B. (UAT)		X			X
Depto. A. (UAT)		X	X		
Privados	X	X	X	X	X

1: Sangre.

2: Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.

3: Patológicos.

4: Residuos No anatómicos derivados de atención a pacientes y los laboratorios.

5: Objetos punzocortantes usados y sin usar.

La clasificación mostrada en la Tabla 4-3 es únicamente referida a residuos peligrosos biológico-infecciosos, tal y como lo describe la norma NOM-087-ECOL-1995.

Los centros de atención médica mostrados en la Tabla 4-3 generan, aparentemente, el mismo tipo de residuos, aunque las cantidades de cada tipo varían de acuerdo al tipo de

servicio brindado y la magnitud de éste. La importancia de esto es que, al menos a nivel directivo, se conoce la clasificación normada para RP-BI.

El Centro Antirrábico Canino genera residuos del tipo 3,4,5 y desconoce totalmente la clasificación normada. En cuanto a los centros de investigación y enseñanza implicados en este estudio, se observa que el tipo de residuos generados varía de acuerdo a las investigaciones realizadas, pero que, finalmente, pueden agruparse en algún tipo que la norma NOM-087-ECOL-1995 considera, siempre y cuando se trate de RP-BI. Desafortunadamente, la existencia de la norma y su aplicabilidad referida a RP-BI aún no se conoce de manera clara y, en algunos casos, se desconoce totalmente su existencia, ocasionándose así un precario manejo de los residuos generados.

Es relevante, mencionar que, el sector privado sólo genera entre 18 – 22 Kg / día (Tabla 4.2), pero comprende los 5 tipos de residuos biológico-infecciosos, ya que, este sector involucra consultorios, clínicas, laboratorios y veterinarias.

**TABLA 4-4a ENVASADO DE RP-BI DE ACUERDO A LA NORMA.**

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FÍSICO	ENVASADO	COLOR
1.- Sangre. 2.- Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.	Sólidos	Bolsa de plástico	Rojo
4.- Residuos no anatómicos derivados de atención a pacientes y los laboratorios.	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
3.- Patológicos	Sólidos	Bolsa de plástico	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
5.- Objetos punzocortantes usados y sin usar	Sólidos	Recipientes rígidos	Rojo

Fuente : NOM - 087 – ECOL/1995

**TABLA 4-4b ENVASADO EN FUENTES GENERADORAS.**

FUENTE GENERADORA	TIPO DE RESIDUO	ESTADO FISICO	ENVASADO NORMADO	ENVASADO REALIZADO
H. G. T. (SESA)	1,2,3,4 y 5	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E1, E2, E3
ISSSTE	1,2,3,4 y 5	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E1, E3
H.G.H. (SESA)	1,3,4 y 5	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E1, E4
C. A. C. (SESA)	3,4 y 5	S	VER TABLA 4.4 (a)	E1, E5
C. E. T. S. (SESA)	1,4 y 5	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E1
C. I. F. (UAT)	1,3,4 y 5	S	VER TABLA 4.4 (a)	E1, E5
C. I. C. B. (UAT)	2	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E5
Depto. A. (UAT)	2 y 3	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E5
Privados	1,2,3,4 y 5	S, L	VER TABLA 4.4 (a)	E1, E5

E1 : Bolsas de plástico negras.

E2 : Bolsas normadas (Amarillo y Rojo).

E3 : Recipiente rígido normado.

E4 : Recipiente rígido común.

E5 : No se envasa (Mezclado con basura municipal).

S : Sólido

L : Líquido

Nota: Las bolsas de plástico negras son utilizadas para almacenamiento temporal, envasados o sin envasar

En la Tabla 4-4 b, se puede constatar que en los centros de atención médica (humana) ya se cuenta con algunos de los contenedores que marca la norma (Tabla 4-4a). Desafortunadamente, aún no se usan conforme a lo establecido puesto que, el personal encargado del manejo de RP-BI, aún no cuenta con la capacitación necesaria acerca de los riesgos y de la importancia que tiene identificarlos, separarlos y envasarlos conforme a la norma.

Otro de los problemas que se pudo observar es que el sistema de limpieza interna, es un servicio contratado por el centro generador, lo cual interrumpe las exigencias de las autoridades (SEMARNAP, INE y PROFEPA) respecto al manejo de estos residuos, y así el centro generador culpa a la empresa contratada por el mal manejo de dichos residuos.

En el Centro Antirrábico Canino, según se puede apreciar, el grado de conocimiento respecto a la norma en materia de RPBI es totalmente nulo, considerándose como crítico, pues se generan aproximadamente 100 kg/día (total de RPBI tipo 3,4,5) que se disponen como residuos municipales.

Respecto a los Centros de Investigación y Enseñanza, se identifica en la Tabla 4-4 b, que ignoran la existencia de la norma NOM-087-ECOL-1995, el problema no es tan grave considerando que en conjunto los 4 centros de investigación y enseñanza visitados generan alrededor de 22 kg/día, de los cuales 20 kg/día los genera el CIF-UAT. Sin embargo se deben tomar medidas de mejoramiento en el manejo integral de los RPBI, no solo en los centros de atención médica, sino también en los centros de investigación y enseñanza y demás generadores en el estado.

De los 15 establecimientos visitados, sólo 3 saben que existe la norma 087, pero ninguno de ellos cuenta con ella, por lo tanto, en las tablas siguientes, se observa que los parámetros de manejo, no se cumplen por dos motivos: 1) De acuerdo, a las características y capacidad del establecimiento, los parámetros, no son exigidos, 2) Se desconoce las condiciones y medidas de manejo.

**TABLA 4-5 RECOLECCION Y TRANSPORTE INTERNO.**

CRITERIOS	A	B	C	D
FUENTE GEN.				
H. G. T. (SESA)	1	1	1	1
ISSSTE	1*	1	1*	1
H.G. T. (SESA)	0	1	0	1*
C. A. C. (SESA)	0	1	0	1*
C. E. T. S. (SESA)	0	1	0	1*
C. I. F. (UAT)	0	1	0	1*
C. I. C. B. (UAT)	0	1	0	1*
Depto. de A. (UAT)	0	1	0	1*
Privados	0	1	0	1

A: Se destinará carritos manuales de recolección exclusivos.

B: No se podrá utilizar ductos neumáticos o de gravedad para el transporte.

C: Establecer rutas de recolección.

D: Contar con equipo mínimo de seguridad. (uniforme completo, guantes, mascarilla o cubrebocas y anteojos).

1: Cumplimiento conforme a la norma.

0: Se hace bajo otros criterios.

\*: Incompleto.

Los criterios tomados para la elaboración de la tabla 4-5 son los que implica la norma, respecto a recolección y transporte interno. En general se puede mencionar que el

único establecimiento generador que cumple satisfactoriamente con lo dispuesto en dicha norma es el Hospital General de Tlaxcala, que corresponde a la Secretaría de Salud (SESA). El ISSSTE también cumple con los criterios tomados, aunque el personal encargado del manejo interno de los RPBI comenta que los carritos de recolección son insuficientes. Pero, además se logró observar que no cumplen con todas las características que marca la norma, sobre todo de limpieza y rotulado.

La recolección interna en los demás establecimientos generadores se hace bajo criterios de seguridad propios, que desde luego no son los idóneos. Tomando en cuenta que la generación en los centros de investigación y enseñanza es menor de 20 kg/día (excepto el Centro Antirrábico Canino, 100 kg/día) se consideran innecesarios los carritos de recolección, pero es muy importante contar con los aditamentos de seguridad (Criterio D).

**TABLA 4-6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL**

CRITERIOS	A	B	C
FUENTE GEN.			
H. G. T. (SESA)	1	1	1
ISSSTE	1	0	1
H..G. H. (SESA)	1	0	1
C. A. C. (SESA)	1	0	Indefinido
C. E. T. S. (SESA)	1	0	1
C. I. F. (UAT)	1	0	0
C. I. C. B. (UAT)	0	0	0
Depto. de A. (UAT)	0	0	0
Privados	0	0	1

A: Se deberá destinar un área para almacenamiento.

B: Los RP-BI envasados deberán almacenarse en contenedores con tapa y rotulados con el símbolo universal.

C: Periodos de almacenamiento temporal a temperatura ambiente:

NIVEL I: Hasta 7 días.

NIVEL II: Hasta 96 horas.

NIVEL III: Hasta 48 horas.

1: Cumple con la norma.

0: No cumple.

Nota : Con relación al parámetro B, los residuos son almacenados en bolsas negras de plástico, sin ninguna leyenda

El almacenamiento temporal de acuerdo a la norma, debe cumplir con los criterios que en la Tabla 4-6 enmarcan, notando que el único establecimiento generador que cumple con los criterios considerados es el Hospital General de Tlaxcala (SESA).

La mayoría de los establecimientos generadores de RPBI tienen un área destinada para almacenamiento, aunque esto no garantiza que dicha área sea adecuada conforme a lo dictado por NOM-087-ECOL-1995. El CIF y el Departamento de Agrobiología (UAT) desechan inmediatamente los residuos generados.

El cumplimiento del periodo de almacenamiento temporal normado es de suma importancia, pues entre más se prolongue el tiempo de almacenamiento, mayor es el riesgo de contaminación dentro de la institución, debido a la proliferación de microorganismos patógenos, cuando existen residuos patológicos, cepas en cultivos y sangre. Los periodos de almacenamiento, están dentro del rango establecido, gracias a que la recolección es oportuna.

Aparentemente, no es tan importante que en el área de almacenamiento temporal existan contenedores con tapa y rotulados con el símbolo universal, pero tomar esta medida evita el riesgo de contraer infecciones por parte de las personas encargadas del manejo de los RPBI y además contaminación de las áreas de acceso general durante la recolección externa.

En los establecimientos del sector privado, no existen áreas de almacenamiento temporales de residuos, especiales, en general, permanecen en los contenedores que el médico o enfermera los depositan, inmediatamente después de que los generan. En todos los casos, los contenedores permanecen tapados, después del depósito.

**TABLA 4-7 AREA DE ALMACENAMIENTO (CARACTERISTICAS)**

FTE.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
GENERADORA									
H. G. T. (SESA)	1	1	0	0	1	1	1	1	0
ISSSTE	1	0	0	0	0	1	0	0	0
H. G. H. (SESA)	1	1	0	0	0	1	1	0	0
C. A. C. (SESA)	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C. E. T. S. (SESA)	0	1	0	0	0	1	1	0	0
C. I. F. (UAT)	1	1	0	0	0	1	1	0	0
C. I. C. B. (UAT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depto. De A. (UAT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privados	0	0	0	0	0	0	0	0	0

C1: Aislamiento de áreas vulnerables.

C2: Techada, sin riesgo de inundación y de fácil acceso.

C3: Contar con muros de contención lateral y posterior (mínimo 20 cm de altura).

C4: Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de dichos residuos.

C5: Contar con una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada.

C6: Aislado de cualquier ducto de comunicación.

C7: Capacidad mínima de 3 veces el volumen promedio de RP-BI generados diariamente.

C8: Acceso solo al personal responsable de las actividades del manejo de los residuos.

C9: Contar con el permiso de diseño, construcción y ubicación, expedido por la SEMARNAP e INE.

1: cumple con la norma

0: No cumple

Se nota que en cuanto a las características del área de almacenamiento (Tabla 4-7); ningún establecimiento generador cumple al 100% con lo dispuesto en la norma. Se considera un punto crítico, pues en algunos casos el lugar destinado al almacenamiento temporal se encuentra ubicado cerca de áreas vulnerables y no cumple con los requisitos mínimos de construcción y ubicación. Por ejemplo, todos los establecimientos tienen un área de almacenamiento destinada, pero ninguna cumple con todas las características de construcción y ubicación, estas áreas en general son pasillos por donde casi no existe circulación, o bien, cuartos totalmente improvisados.

**TABLA 4-8 RECOLECCION Y TRANSPORTE EXTERNO.**

FTE. GENERADORA	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6
H. G. T. (SESA)	1	1	1	1*	0	1
ISSSTE	0	1	0	1*	0	1
H. G. H. (SESA)	0	1	0	1*	0	1
C. A. C. (SESA)	0	1	0	0	0	0
C. E. T. S. (SESA)	0	1	0	1*	0	1
C. I. F. (UAT)	0	1	0	0	0	0
C. I. C. B. (SESA)	0	1	0	0	0	0
Depto. de A. (UAT)	0	1	0	0	0	0
Privados	0	1	0	1	0	0

RT1: Recolectar solo residuo que cumplen con el envasado, embalado y rotulado dispuesto.

RT2: Los RP-BI no deberán ser compactados durante la recolección.

RT3: Los contenedores de almacenamiento temporal deberán ser lavados y desinfectados después de cada ciclo de recolección.

RT4: Los vehículos recolectores deberán de ser de caja cerrada, hermética y contar con sistemas de escurrimiento, además de sistemas mecanizados de carga y descarga.

RT5: Las unidades de transporte deberán de contar con sistema de enfriamiento.

RT6: Los RP-BI sin tratamiento no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos (basura municipal).

1: Cumple con la norma

0: No cumple

\* : incompleto

La recolección y transporte externo de RP-BI la realiza SICORT, únicamente de las instituciones incorporadas, de tal manera, que la evaluación de esta actividad no debería ser referida a los centros generadores, sino a SICORT y los centros generadores no incorporados. Así que, si no se cumple con lo establecido, debe entenderse que quién falla no es el establecimiento generador, sino la dependencia encargada de la recolección y transporte externo. El único criterio que no incumbe a quién hace la recolección y transporte externo es el (RT3).

SICORT brinda servicio a todos los centros de atención médica, excepto al Centro Antirrábico Canino, pero incluye al Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea.

Se considera que el sistema de recolección es adecuado, en cuanto a planeación de tiempos y movimientos, pero es inadecuada, por la falta de infraestructura y el mal manejo en las actividades anteriores.

El Centro Antirrábico Canino (SESA) y el CIF (UAT), no están incorporados a SICORT para estos fines, aún cuando generan 120 kg/día de RP-BI. La recolección y transporte externo están en función de la recolección de residuos municipales, los cuales se disponen en rellenos sanitarios, incumpliendo con la normatividad mexicana.

El sector privado, está incorporado a SICORT, para la recolección y disposición de sus RP-BI generados, aún cuando la mayoría de los establecimientos son de primer nivel y generan menos de 1 Kg / día. El sistema, es oportuno, puesto que, los generadores cumplen con sus cuotas respectivas.

**TABLA 4-9 TRATAMIENTO INTERNO**

FTE. GENERADORA	TIPO DE TRATAMIENTO			
	FISICO		QUIMICO	
	MÉTODO	RESIDUO	MÉTODO	RESIDUO
H. G. T. (SESA)	Esterilización (Autoclave)	Punzocortantes	Aplicación de formol	Patológicos
ISSSTE	-	-	Aplicación de formol	Patológicos
H. G. H. (SESA)	-	-	Fumigación	Punzocortantes
C. A. C. (SESA)	-	-	-	-
C. E. T. S. (SESA)	-	-	Aplicación de NaClO <sub>4</sub>	Punzocortantes
C. I. F. (UAT)	-	-	Desecación con Ca(OH) <sub>2</sub>	Patológicos
C.I.C.B. (UAT)	-	-	-	-
Depto. De A. (UAT)	Esterilización (autoclave)	Cultivos y cepas	-	-
Privados	-	-	Aplicación de Cl	Patológicos

En el estado de Tlaxcala no existe ningún sistema de tratamiento de residuos peligrosos (público o privado) ni mucho menos de RPBI. Los tratamientos que se hacen en los establecimientos generadores de RPBI (Tabla 4-9) están orientados hacia un tipo de residuos en especial y los volúmenes de tratamiento son pequeños. En los centros de atención médica se acostumbra tratar a los residuos patológicos con una solución de formol, pero dicho tratamiento es para fines de estudio, no para la disposición final.

**TABLA 4-10 CONDICIONES DE TRATAMIENTO**

FTE. GENERADORA	T1	T2	T3	T4	T5
H.G.T. (SESA)	1	0	0	0	0
ISSSTE	1	0	0	0	0
H.G.H. (SESA)	1	0	0	0	0
C. A. C. (SESA)	Sin tratamiento				
C.E.T.S. (SESA)	1	0	0	0	0
C.IF. (UAT)	1	0	0	0	0
C.IC.B. (UAT)	Sin tratamiento				
Depto. de A. (UAT)	1	0	0	0	0
Privados	1	0	0	0	0

T1: Deberá garantizar la eliminación de microorganismos patógenos.

T2: Deberán volver irreconocibles a los residuos.

T3: Los residuos patológicos deben de ser cremados.

T4: Cumplir con protocolo de pruebas autorizado.

T5: Permiso de tratamiento fuera o dentro del establecimiento expedido por SEMARNAP-INE.

1: Cumple con la norma

0: No cumple

Es obvio que si no existen sistemas de tratamiento de RP-BI, los que existen, bajo las condiciones antes mencionadas, no cumplen con los requisitos de tratamiento involucrados por la norma, tal y como se puede observar en la Tabla 4-10.

**TABLA 4-11 DISPOSICION FINAL**

FTE. GENERADORA	CELDA ESPECIAL	RELLENO SANITARIO	TIRADERO A CIELO ABIERTO
H.G.T. (SESA)	X		
ISSSTE	X		
H.G.H. (SESA)	X		
C.A.C. (SESA)		X	
C.E.T.S. (SESA)	X		
C.IF. (UAT)		X	
C.IC.B. (UAT)			X
Depto. de A. (UAT)			X
Privados	X		

La disposición final de RP-BI en el estado de Tlaxcala se hace en celda especial, exclusivamente de los establecimientos incorporados al sistema de recolección que realiza SICORT, que además, es quien opera la celda bajo los lineamientos del anexo 1 de la

Norma Oficial Mexicana NOM- 087- ECOL/1995. Los Centros de Enseñanza e Investigación depositan sus residuos en rellenos sanitarios (bajo recolección municipal) o en tiraderos a cielo abierto, tal como se ejemplifica en la Tabla 4-11.

El Centro Antirrábico Canino deposita sus residuos en relleno sanitario sin control de almacenamiento temporal, recolección y tratamiento.

## 4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**TABLA 4.12 INFRAESTRUCTURA CONSIDERADA EN EL ANALISIS  
(HOSPITALIZACIÓN)**

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>No. CLÍNICAS CONSIDERADAS</b>	<b>No. CLÍNICAS EXISTENTES</b>	<b>% CONSIDERADO</b>
SESA	3	8	37
ISSSTE	1	1	100
IMSS	2	2	100
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>54</b>

INEGI, 1996 Anuario Estadístico del estado de Tlaxcala

Se puede observar que, en un principio, se consideró el 54 % de la infraestructura existente del sector médico, sin embargo, de los 6 establecimientos considerado, sólo fue posible, analizar 3 (razones ya mencionadas), entonces, en realidad el estudio, sólo abarco un 27.2 %, lo cual , es representativo considerando que estos 3 establecimientos con hospitalización comprenden el 45 % del total captado por SICORT (ver Tabla 2.8).

Existen 8 centros de investigación y de enseñanza en el estado, en este trabajo se consideraron 5, lo que representa el 62.5 %

El sector privado, comprende alrededor de 130 establecimientos, entre consultorios, clínicas, laboratorios clínicos y veterinarias, se consideraron 70 para determinar la generación, pero únicamente se visitaron 15, esto significa el 11.53 %.

De las 182 unidades médicas de consulta externa (primer nivel), pertenecientes al sector público, no se inspeccionó ninguna.

**TABLA 4.13 NÚMERO DE CAMAS**

<b>ESTABLECIMIENTO</b>	<b>CAPTACION (Kg / día)</b>	<b>No. DE CAMAS</b>
H.G.T	28.31	38
ISSSTE	77.2	104
H.G.H	9.23	12
H.G.Z No. 1	82.82	112
U.M.F No. 8	53.06	71
<b>TOTAL</b>	<b>250.62</b>	<b>337</b>
<b>TOTAL DE RESIDUOS CAPTADOS</b>	<b>440.7</b>	

Se consideró como base 3.7 kg / cama / día con 20 % de RP- BI, según el Instituto Nacional de Ecología (INE, 1994).

En la Tabla 4.13, se puede corroborar, si efectivamente corresponde el nivel de servicio considerado en la tabla 4.1, en función del número de camas, observando que en tres de los establecimientos, sí corresponde el nivel de servicio, pero en dos no, tal es el caso del Hospital General de Tlaxcala, el cuál está considerado como de nivel III (mayor de 50 camas) pero sólo resultaron 38 camas, la incongruencia puede ser por información falsa sobre la generación. El otro caso es la Unidad Médico Familiar No. 8, la cuál está considerada como de nivel II, sin embargo, la estimación del número de camas rebasa 50, lo

que implica catalogarse de nivel III, la razón de esta incongruencia, posiblemente es la falta de separación y mezclado de residuos biológicos con no peligrosos.

De los tres establecimientos que sí concordaron, se consideró el ISSSTE, con el fin de validar la estimación del número de camas, y se determinó lo siguiente: el ISSSTE es el segundo hospital de mayor generación en el estado, según los datos de captación, y cuenta con 84 camas (información brindada por la trabajadora social), del análisis resultaron 104 camas, lo cuál significa que se generan residuos de 20 camas más por la falta de separación y mezclado con residuos no peligrosos.

Las 337 camas que resultaron, representan el 56.8 % del total de residuos que se captan en todo el estado, incluyendo consulta externa, lo cual significa que, el total de camas en el estado, que se utilizan para hospitalización no pasa de 600 camas.

La generación total, se puede estimar, considerando un 70 % de eficiencia en la captación, resultando 629.57 Kg / día, esto se refiere únicamente a atención médica, el Instituto Nacional de Ecología reporta 1700 Kg / día en todo el estado de Tlaxcala.

Para el sector privado se estima que se generan 57.2 kg/día, bajo el mismo factor de eficiencia en la recolección, este sector involucra clínicas, veterinarias y laboratorios clínicos de nivel I y II.

De los centros de investigación y enseñanza, no se tiene más información que la presentada en la tabla 4.2.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo, se realizó el diagnóstico del manejo de residuos biológico-infecciosos, de los principales centros generadores del estado, aún cuando la información de dos de las instituciones sólo fue obtenida mediante la consulta de archivos que tiene SICORT, puesto que, no fue posible aplicar las encuestas en esos sitios.

#### 5.1 CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del diagnóstico son:

- Indudablemente, los hospitales, son los lugares de mayor generación de RP-BI en el estado, desafortunadamente, la mayoría no cumple con los requisitos de manejo que marca la NOM-087-ECOL/1995 .
- Los hospitales no están acostumbrados a pagar por la disposición de sus residuos.
- El personal no está capacitado para el manejo de los RP-BI dentro de las unidades
- La celda especial para disposición de RP-BI sin tratamiento, ubicada en Panotla, Tlax., está fuera de norma, debido a que esta opción es recomendada para poblaciones con un máximo de 100,000 habitantes, y dicha celda es usada para todo el estado el cual cuenta con una población aproximada de 950, 000 de habitantes.
- La Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL/1995 tardará en ser aplicada en México en su totalidad, debido a que los hospitales públicos y demás centros generadores de RP-BI, no presupuestan gastos para el tratamiento y disposición de estos residuos.
- La PROFEPA no ha podido sancionar a los hospitales públicos debido al importante papel social que cumple el Sector Salud en México.

Durante el diagnóstico, se identificaron los principales puntos críticos del manejo que requieren atención, para su mejoramiento. A continuación, se presentan los puntos críticos identificados:

#### Manejo interno

- I. No existen estudios de generación de RP-BI de ningún establecimiento
- II. En la mayoría de los casos existe mezclado de residuos no peligrosos con RP-BI
- III. No hay separación de residuos en fuente de generación
- IV. El envasado es fuera de norma, aún cuando en algunos centros, ya existen los envases recomendados

#### Recolección y transporte internos

- V. Los establecimientos que cuentan con carritos para esta operación, circulan por rutas que entorpecen el desplazamiento de la gente
- VI. El personal dedicado a ésta actividad carece del equipo suficiente, para el manejo, en general, sólo portan overol y guantes

#### Almacenamiento temporal

- VII. Los contenedores de almacenamiento temporal, en general, son inapropiados y no están rotulados con el símbolo universal
- VIII. El área de almacenamiento no cumple, con los requisitos mínimos de construcción

#### Recolección y transporte externa

- IX. Se recolectan los residuos sin considerar el envasado, embalado y rotulado.

- X. Los contenedores de almacenamiento temporal, en general, únicamente son lavados, pero no desinfectados, después de cada ciclo de recolección
- XI. El vehículo recolector no cumple con todos los requerimientos de operación

#### Tratamiento

- XII. No existen sistemas de tratamiento de RP-BI

#### Disposición final

- XIII. Todos los RP-BI captados por SICORT son confinados, aún cuando, los patológicos deben ser incinerados
- XIV. Los residuos que no son captados por SICORT se destinan en basureros a cielo abierto, o bien, en rellenos sanitarios para residuos municipales.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Con base en el diagnóstico, se consideran las siguientes recomendaciones:

1. Dar a conocer íntegra y explícitamente a todo el personal involucrado en el manejo de RP-BI, la existencia de la NOM-087-ECOL/1995.
2. Se deberá concientizar al personal a participar desde de la generación hasta el manejo integral, de la importancia que reviste el adecuado manejo de los RP-BI.
3. La selección, de la solución que permita un manejo adecuado de los residuos hospitalarios, tanto en el interior del establecimiento como fuera de él, debe tomar en cuenta los requerimientos sanitarios y ambientales; así como las posibilidades económicas y tecnológicas locales.
4. Entre las alternativas de tratamiento, la selección adecuada dependerá del tamaño del establecimiento, ubicación, costos de inversión y operación, disponibilidad del personal, etc.

5. Que cada centro generador implemente un programa de capacitación técnica permanente a todo el personal involucrado en el manejo de los RP-BI, acorde a la cantidad generada.
6. Que tanto las autoridades Federales, Estatales y Municipales, así como las dependencias involucradas, intensifiquen la vigilancia hacia los centros generadores en la aplicación de la ya muy citada Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL/1995).
7. Que SICORT cumpla con los requerimientos de transporte que regula SCT y permiso del INE para disponer los residuos en celda especial.

Considerando, que no existen sistemas de tratamiento en el estado, se recomiendan los siguientes:

Tabla 6.1 TRATAMIENTOS SUGERIDOS PARA MANEJO DE RP-BI.

<b>Tipo de Residuo.</b>	<b>Tratamiento Sugerido</b>	<b>Disposición Final</b>
Cepas y cultivos	Esterilización	Relleno sanitario
Patológicos sólidos	Incineración	Relleno sanitario (cenizas)
Patológicos líquidos	Incineración	Relleno Sanitario (Cenizas)
Sangre y derivados	Inactivación por Esterilización	Relleno sanitario
Punzocortantes	Esterilización	Relleno sanitario
Residuos no anatómicos	Esterilización	Relleno sanitario

Definitivamente, la mejor opción para el tratamiento de RP-BI en el estado de Tlaxcala es la esterilización y la incineración, tal como se muestra en la tabla 6.1, pues son sistemas ya probados en México. La cuestión en estos momentos, es verificar que es más económico, de las siguientes opciones:

- Implementar un sistema de incineración y otro de esterilización
- Transportar los residuos para su tratamiento a sistemas ya establecidos, por ejemplo, residuos patológicos hacia el estado de Puebla (incineración) y los demás residuos hacia el Edo. De México para esterilización
- Transportar todos los residuos BI a Naucalpan, pues cuenta con servicios de incineración y esterilización

Sin hacer un estudio detallado. se considera que la primera opción es la mejor, ya que, actualmente en el estado de Tlaxcala existe gran inversión industrial, lo que significa que el crecimiento poblacional y las exigencias de servicio sean mayor a un crecimiento normal.

## BIBLIOGRAFIA

1. Altamirano, B. A (1994). "Manual de manejo de animales de laboratorio", Facultad de Estudios Superiores – Zaragoza, UNAM. México.
2. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), (1994). "Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios", (Cantanhede et. al. ), Lima Perú.
3. Cross, Jr., et al, (1990) "Infectious Waste Management", Technomic Inc, Printed United States.
4. Diario Oficial de la Federación, (1988). Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 28 de enero de 1988. México.
5. Diario Oficial de la Federación, (1993). NOM – 029 – ECOL/ 1993, 18 de octubre de 1993.
6. Diario Oficial de la Federación, (1993). NOM – 031 – ECOL/ 1993, 18 de octubre de 1993.
7. Diario Oficial de la Federación, (1993). NOM – 052 – ECOL/ 1993, 22 de octubre de 1993.
8. Diario Oficial de la Federación, (1995). NOM – 087 – ECOL/ 1995, 7 de noviembre de 1995.
9. Flores T. A. et al, (1994). "Hidróxido de calcio", Facultad de Estudios Superiores – Zaragoza, Ingeniería Química, UNAM.
10. García M. (1996). "Manejo de Residuos hospitalarios", En: Memorias del Congreso de Ingeniería Sanitaria y ambiental", México, Toluca.
11. Garvin M. L (1995). "Infectious Waste Management: A practical guide", CRC Press Inc. Florida. USA.
12. Gary P. Harrrell et al (1994). "Federal and State Regulation of Medical Waste", The Journal Legal Medicine, Vol. 15, No. 1 (Marzo de 1994).
13. Holden T. Editor (1989). How to Selected Hazardous Waste Treatment Thechnologies for Soils and Sludges. Alternative, Innovative and Emerging Technologies. Pollution Technology Review. No. 163 Noyes Data Corporation. USA

14. INEGI (1997), "Anuario Estadístico del Estado de Tlaxcala", Instituto Nacional de Estadística e Informática, Gobierno del Estado de Tlaxcala
15. Lee C. C. (1990) "Medical Waste Incineration Handbook", Government Institutes, Inc. Printed United States
16. Liberman D. F. (1995). "Biohazards Management Handbook", Marcel Dekker, Inc. 2ª. Edition. New York.
17. Mejía J. (1996). Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico: "Propuesta para el tratamiento de los residuos biológico-infecciosos generados en la Ciudad de México", Instituto Politécnico Nacional
18. Morales, R. (1992) "Manejo de los residuos en instituciones hospitalarias", Memorias del Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de México, México.
19. OSHA (1991). " Technical Manual", Occupational Health and Safety Administration , 2ª. ed., Government Institutes, Inc. E.E.U.U.
20. Monreal J. (1991). "Consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina", Organización Panamericana de la Salud, (Julio Monreal, autor), Washington, D.C., USA.
21. Pacheco, S. (1994). "Planta de degradación de residuos peligrosos por plasma térmico", Anteproyecto, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Informe técnico CA-94-21ININ, México.
22. Purnell S. (1994) "Healthcare waste as priority waste in the EC", Waste Management, Octubre 1994, No. 10, pp. 26-28.
23. PUMA (1994). "Los residuos peligrosos en México", Programa Universitario del Medio Ambiente. (Rivero S. Octavio, autor), UNAM
24. Reinhardt, P. A. (1991). "Infectious and Medical Waste Management", Lewis Publishers, Inc, Printed United States

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

25. SESA (1997). "Manejo integral de residuos Hospitalarios", Curso especial de capacitación sobre el manejo de residuos hospitalarios en México, Coordinado por el Instituto Nacional de Ecología, Archivo del Hospital General de Huamantla, Tlaxcala.
26. SEDESOL (1993). "Manual de Rellenos Sanitarios" Archivo de la Coordinación General de Ecología, Tlaxcala, Tlax.
27. SICORT (1997). Archivo de Estadística de Residuos Peligrosos, Coordinación General de Ecología, Gobierno del Estado de Tlaxcala.
28. Tannenber, P. (1995). "Déchets Hospitaliers: Vers le meilleur des mondes ". L'Environnement, mars, 1995, Numéro 1535, pp 31-38.
29. Tieszen M. (1992). A Quantitative, Qualitative, and Critical Assessment of Surgical Waste, JAMA, May 27, 1992, Vol. 267, No. 20.
30. Townend W. (1993) "The EC and the Health Care Priority Waste Stream Project", Waste Management, December 1993, pp 23-33.
31. Turnberg W. L. (1996). Biohazardous Waste: Risk assessment, Policy and management. John Wiley & Sons, Inc. New York.

## ANEXO I

### NORMATIVIDAD EN MATERIA DE RP – BI

El marco legal de referencia para el control de los residuos sólidos existe en México en los niveles federal, estatal y municipal.

A nivel federal se tiene a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que establece la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. En cuanto a los ordenamientos más específicos que establece los criterios relativos al manejo de los residuos sólidos, en el nivel federal se tiene a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEyPA) que entró en vigor en marzo de 1988 y se revisó en 1996. De la cuál deriva el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos. También se tiene la Ley de Salud de 1984 y sus reglamentos afines. Además, de las normas oficiales mexicanas expedidas por las dependencias del Ejecutivo Federal.

A nivel estatal existe en las entidades federativas las Leyes Estatales en materia ambiental, variando su nombre dependiendo de la entidad que trate. Además de esta ley, existen ordenamientos adicionales que varían de un estado a otro. El Distrito Federal cuenta con su La Ley de Salud, pero para el manejo de sus residuos peligrosos se rige con el Reglamento de la ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos. A nivel municipal algunos municipios cuentan con reglamentos propios (UNAM AMCRESPAC, 1994).

#### NIVEL FEDERAL

##### Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente:

La LGEEPA, que entró en vigor en marzo de 1988, establece definiciones, delimita las responsabilidades que corresponden a la autoridad federal y a las entidades federativas. En forma

específica, establece las responsabilidades tanto de los estados de la República como del Departamento del Distrito Federal. Así mismo, define una serie de criterios relativos a la prevención de la contaminación del suelo originada por el mal manejo de los residuos sólidos.

De las definiciones referentes a los residuos sólidos, se encuentra dentro de esta ley la definición técnica de los residuos sólidos, como: "Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que los generó" (artículo 3o) Así también la LGEEyPA en su artículo 3o, Fracción XXVII define como residuo peligroso a "Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico- infecciosas , representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente." Como se ha mencionado los residuos biológicos-infecciosos entran dentro de la definición de un residuo peligroso.

La misma Ley define las responsabilidades como se cita a continuación:

En el artículo quinto se estipula que: "Son asuntos de alcance general en la nación o de interés de la Federación:

XIX. La regulación de las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos".

En el artículo octavo: "Corresponde a la Secretaría:

VIII. Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política general de ecología; la protección de la flora y fauna silvestre; el aprovechamiento de los recursos naturales; el ordenamiento ecológico general del territorio; y la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias;

XI. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales y residuos peligrosos en coordinación con la Secretaría de Salud

Proponer al Ejecutivo federal las disposiciones que regulen los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial ";

En 1988, cuando entró en vigor la Secretaría arriba referida era la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), ahora la Secretaría que absorbe esta función es la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. En conformidad con el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Publicado el 8 de julio de 1996 y que entró en vigor el 9 de julio de 1996. Como lo estipula en el Capítulo 1. del Reglamento:

"Artículo 1 - La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, como Dependencia del Poder Ejecutivo Federal, tiene a su cargo el desempeño de las atribuciones y facultades que le encomiendan la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Forestal, la Ley Federal de Caza, la Ley de Pesca, la Ley General de Bienes Nacionales y otras leyes, así como los reglamentos, decretos, acuerdos, normas oficiales mexicanas, circulares y órdenes del Presidente de los Estados Unidos Mexicanos"

En el artículo 29, estipula la necesidad de realizar una evaluación de impacto ambiental a las instalaciones encargadas del manejo integral de los residuos hospitalarios.

Artículo 23. "Corresponde al Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, evaluar el impacto ambiental a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, particularmente tratándose de las siguientes materias:

VI. Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como de los residuos radiactivos, y"

El Capítulo V de la Ley regula a los materiales y residuos peligrosos, dentro caen los artículos del 150 al 153. En el artículo 150 se establece la responsabilidad de SEMARNAP de determinar los listados de materiales y residuos peligrosos. En el artículo 151 establece la necesidad de una autorización para el manejo, tratamiento o disposición de residuos peligrosos. En el artículo 152, establece que los residuos peligrosos deben ser manejados de acuerdo a las normas y procedimientos. En el 153 establece las disposiciones para la importación y exportación de materiales o residuos peligrosos.

Ley General de Salud y ordenamientos afines.

La Ley de Salud contempla aspectos relacionados con los residuos, especialmente desde el punto de vista sanitario y relativo a disposición de cadáveres y órganos, aspectos que toma relevancia en el manejo de residuos hospitalarios (AMCRESPEC-UNAM, 1994). En esta ley se establece que:

I. Es materia de salubridad general:

- 1.- La prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre (Artículo 3o. fracción XIII);
- 2.- El control sanitario de productos y servicios de su importación y exportación (Artículo 3ro, fracción XXII).
- 3.- El control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos. (Artículo 3o, fracción XXVI).

II. La Secretaría de Salud determinará la forma de disponer de los productos, subproductos, desechos y cadáveres de animales, cuando constituyan un riesgo de transmisión de enfermedades al hombre o produzcan contaminación del ambiente con riesgo para la salud. (Art. 313).

III. Compete a la Secretaría de Salud ejercer el control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos (Artículo 313). Cualquier órgano o tejido que haya sido desprendido o seccionado por intervención quirúrgica, accidente o hecho ilícito, deberá ser manejado en condiciones higiénicas y su destino final será la incineración salvo que se requiera para docencia o investigación, en cuyo caso los establecimientos de salud podrán conservarlos o remitirlos a instituciones docentes autorizadas por la Secretaría de Salud, en los términos de los reglamentos respectivos (Art. 334).

IV. Las medidas de seguridad sanitaria el aseguramiento y destrucción de objetos, productos o sustancias; (Artículo 404, fracción X).

V. Los productos perecederos asegurados que se descompongan en poder de la autoridad sanitaria, así como los objetos, productos o sustancias que se encuentren en evidente estado de descomposición, adulteración o contaminación que no los hagan aptos para su consumo, serán destruidos de inmediato por la autoridad sanitaria, la que levantará un acta circunstancial de la destrucción (Artículo 414).

Disposiciones derivadas del reglamento de la LGEEPA

1. Nivel de competencia Federal:

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

Expedir las Normas Oficiales Mexicanas y procedimientos para el manejo de los residuos peligrosos, 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;

Controlar el manejo de residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, consumo, beneficio y transformación, producción, utilización y de servicios;  
Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, recolección, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;

Evaluar el impacto ambiental de los proyectos de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.

Autorizar la importación y exportación de los residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda a otras autoridades;

Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos

Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos peligrosos;

Fomentar que las asociaciones y los 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 peligrosos;

Promover la participación social en el control de los residuos peligrosos;

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

#### NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL

- 1) Otorgar licencias de uso de suelo.
- 2) Evaluar el impacto ambiental de las estaciones de transferencia.

#### Normas Oficiales Mexicanas:

La Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca junto con el Instituto Nacional de Ecología, el 7 de noviembre de 1995, publicó la Norma Oficial Mexicana: NOM-087-ECOL/1995, respecto al manejo de los residuos hospitalarios. Entró en vigor el 5 de mayo de 1996. En ella se establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico- infecciosos que se generan en establecimientos que prestan atención médica tales como clínicas y hospitales, así como los laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios en pequeñas especies y centros antirrábicos, cuando estos generan más de 25 kg. al mes ó 1 Kg. por día de residuos (Diario Oficial, 1995).

La norma es de carácter obligatorio a nivel nacional y contempla sanciones a las instituciones que no cumplan con las disposiciones establecidas.

Las normas de referencia relativas a los residuos hospitalarios son:

NOM - 052 -ECOL - 1993, establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.

NOM - 001 - ECOL - 1996, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM - 002 - ECOL - 1996, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Existe un anteproyecto de Norma Oficial Mexicana en cuanto a envases:

Reducción de Envases Usados y de Residuos de Envases en Disposición Final.

## ANEXO I I

### FORMATOS PARA LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

EVALUACION DE LA SITUACION ACTUAL SOBRE EL MANEJO  
DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS EN EL  
ESTADO DE TLAXCALA (DISTRITOS I Y VI)

#### GENERALES:

I- Nombre del establecimiento que presta atención médica o del instituto de investigación y/o enseñanza.

---

---

II.- Dirección:

---

---

III.- Nombre y función de la persona encuestada:

---

---

IV.- Nombre del encuestador:

## DIRECTORES

1.- ¿Cuáles son las características del establecimiento que usted dirige, en cuanto a servicios se refiere?

NIVEL 1 ( )	NIVEL 2 ( )	NIVEL 3 ( )
* Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies * Laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis por día	* Hospitales que tengan de 1 a 50 camas * Laboratorios clínicos que realicen de 21 a 100 análisis por día.	* Hospitales con más de 50 camas * Laboratorios clínicos que realicen más de 100 análisis por día * Centros de investigación y enseñanza

Especificar si además de lo anterior se presta algún otro servicio.

---



---



---

2.-¿ En que cantidad estima usted la generación de residuos hospitalarios?

AREA O SERVICIO	CANTIDAD (KG)
Urgencias	_____
Quirófano	_____
Tococirugía	_____
Terapia intensiva	_____
Hospitalización	_____
Pediatría	_____
Consulta externa	_____
Laboratorio clínico	_____
Otros (Especifique)	_____

Y de lo generado, ¿qué porcentaje estima usted que pueda ocasionar un riesgo a la salud o al ambiente de no tratarse y disponerse técnicamente?

---

3.-¿De qué manera son clasificados los desechos hospitalarios que se generan en esta institución?

A) Por generación total ( )

I.-Biológico-Infeciosos

i) Sangre

ii) Cultivos y cepas almacenadas

iii) Residuos no anatómicos derivados de atención a  
pacientes y laboratorios

iv) Patológicos

v) Punzocortantes

II.- Químicos

III.-Radiactivos

B) Otros (Especifique) ( )

---

---

---

4.- De acuerdo a la pregunta anterior, mencione cuáles considera usted que poseen mayor grado de peligrosidad para los empleados.

---

---

---

5.- En las áreas o servicios donde se emiten residuos biológico-infecciosos, ¿cómo se identifican y separan tales residuos?

---

---

---

6.- ¿Cómo se efectúa el envasado antes de ser recolectados para sacarlos de las instalaciones y almacenar?

---

---

---

7.- ¿Qué características tienen los recipientes en donde se recogen residuos biológico-infecciosos?

---

---

---

8.- ¿Cuenta con un área especial para almacenarlos?

Si ( ) No ( )

9.- De ser positiva su respuesta, mencione las características físicas y de ubicación de dicha área.

---

---

---

10.- ¿Cómo y en qué se transportan los residuos de las áreas generadoras, a el área de almacenamiento?

---

---

---

11.- ¿Cuánto tiempo permanecen en almacenamiento tales desechos antes de ser recolectados para su tratamiento externo o interno?

---

12.- ¿En esta institución se da tratamiento a dichos desechos?

Si ( ) No ( )

Si su respuesta es Si, contestar las preguntas siguientes; si no, pasar a la pregunta 22.

13.- ¿Qué trámites administrativos realizó para obtener permiso, y así poder tratar internamente los residuos?

---

---

---

14.- ¿Se realizó un protocolo de pruebas?

Si ( ) No ( )

15.- De ser positiva su respuesta anterior, ¿quién lo aprobó?

---

---

---

16.- ¿Qué tipo de tratamiento se les da a los desechos?

- a) Esterilización ( )
- b) Incineración ( )
- c) Medios químicos ( )
- d) Otros (Especifique) ( )

---

Además, mencione en que consiste.

---

---

---

17.- ¿Quién es la persona responsable de los procedimientos de dicho tratamiento?

---

18.- En caso de utilizar productos químicos para el tratamiento, mencionar cuales son.

---

---

---

19.- ¿Qué equipo de seguridad utiliza el responsable de efectuar el procedimiento de tratamiento de los desechos?

---

---

---

20.- ¿Qué estado físico adquieren los desechos una vez finalizado el tratamiento?

- a) Sólido ( )      d) Sólido-líquido ( )
- b) Líquido ( )      e) Gas-líquido ( )
- c) Gas ( )      f) Sólido-gas ( )

21.- ¿Cuál es la disposición final de tales residuos?

- a) Relleno sanitario ( )
- b) Tiradero a cielo abierto ( )
- c) Celda especial ( )

22.- ¿Quién o qué dependencia se hace cargo de recolectar en esta unidad los desechos previamente almacenados?

- a) Recolección municipal ( )
- b) Recolección estatal ( )
- c) Otros (Especifique) ( )

23.- ¿Se cuenta con un programa de contingencias en caso de derrame, fugas o accidentes?

Si ( ) No ( )

24.- De ser afirmativa la respuesta anterior, explicar en que consiste.

---

---

---

**GRACIAS POR SU COLABORACION**

## MEDICOS Y ENFERMERAS

1.- ¿En qué áreas o servicios ha desempeñado usted sus labores en esta institución? Lístelos por favor.

---

---

2.- Con base en la pregunta anterior, mencione que tipo de desechos se generan en las áreas en las que usted ha trabajado. Lístelos por favor.

---

---

---

3.- Cuando usted realiza una actividad y genera residuos, ¿existen recipientes propios para separar tales residuos?

Si ( ) No ( )

4.- Si su respuesta es afirmativa, explicar como son los recipientes.

- a) Bolsas de plástico ( )
- b) Botes ( )
- c) Otros (Especifique) ( )

5.- ¿Se ha o le han informado sobre el manejo de tales desechos?

Si ( ) No ( )

6.- Si la respuesta anterior es afirmativa, mencione de que tipo es la información recibida.

- a) Plática ( )
- b) Curso ( )
- c) Revistas ( )
- d) Otros (Especifique) ( )

7.- De los residuos generados en su área o servicio, mencione quién es el responsable de recolectarlos.

---

---

8.- ¿Usted ha observado que la persona que recoge los residuos porta instrumentos o aditamentos de seguridad, para protegerse de infecciones o accidentes?

Si ( )                      No ( )

9.- Si su respuesta es si, mencione que instrumentos o aditamentos utiliza.

---

---

---

10.- ¿Qué impacto ambiental considera usted que tendría el no dar un manejo adecuado a los residuos o desechos hospitalarios?

---

---

---

11.- ¿Considera usted que al mezclar los residuos relativamente peligrosos con residuos no peligrosos, esto tendría algún efecto?

Si ( )                      No ( )

12.- Si su respuesta es afirmativa, mencione que tipo de efecto.

---

---

---

13.- ¿Conoce usted algún caso de infección o accidente ocurrido al personal que labora aquí, debido a un inadecuado manejo de los desechos hospitalarios?

Si ( )                      No ( )

14.- De ser así, favor de explicarlo.

---

---

---

**GRACIAS POR SU COLABORACION**

## PERSONAL DE INTENDENCIA

1.- ¿Qué tipo de actividades desempeña usted aquí?

---

---

---

2.- ¿ Al realizar sus actividades, qué tipo de desechos recoge de las diferentes áreas y servicios que componen esta institución? Marcar con una paloma.

Agujas	Abatelenguas
Jeringas	Gasas
Tubos de plástico (sondas)	Bisturios, navajas
Gorros y cubrebocas	Guantes de hule
Apósitos	Algodón
Toallas sanitarias	Tela adhesiva
Vendas	Pañales
Torundas	Compresos
Jabón, isodine, merthiolate	Bolsas de sangre
Sangre	Orina
Heces fecales	Órganos extirpados
Pus	Vidrio y cartón
Otros (Especifique)	

---

---

---

3.- ¿Ha recibido algún tipo de adiestramiento respecto al manejo de estos residuos?

Si ( )

No ( )

4.- Si su respuesta es afirmativa, mencione brevemente en qué consistió.

---

---

---

5.- Cuando usted recolecta los desechos, ¿los clasifica?

Si ( )

No ( )

6.- ¿ En que tipo de recipientes los recolecta?

- a) Bolsas de plástico normal ( )
- b) bolsas de plástico gruesas ( )
- c) Botes ( )
- d) Tambores ( )
- e) Recipientes especiales rotulados ( )

7.- Para realizar dicha recolección, ¿le proporcionan algún equipo de seguridad?

Si ( )

No ( )

8.- De ser positiva su respuesta anterior, mencione que equipo utiliza.

- a) Gorra ( )
- b) Cubrebocas ( )
- c) Mascarilla ( )
- d) Bata ( )
- e) Guantes ( )
- f) Gafas ( )
- g) Otros (Especifique) ( )

9.- ¿Una vez que recolecta estos residuos, hacia donde los lleva para su almacenamiento?

---

---

---

10.- ¿Cómo y en qué los transporta?

---

---

---

11.- ¿Cómo es el lugar donde los almacenan? Marque con una X.

- a) De concreto ( )
- b) Techado ( )
- c) El piso tiene inclinación ( )
- d) Si el piso tiene inclinación, hacia donde es?
- e) ¿Donde se ubica?

12.- En el lugar en que son almacenados los desechos, ¿en qué tipo de recipientes se almacenan?

---

---

---

13.- ¿Cuánto tiempo permanecen almacenados tales desechos?

---

14.- ¿Sabe usted si estos residuos reciben algún tratamiento dentro de la unidad?

Si ( )                      No ( )

15.- Si su respuesta es positiva, podría explicar brevemente en que consiste.

---

---

---

16.- ¿Quién es la persona que se encarga de dicho tratamiento?

---

17.- ¿Con tratamiento o sin él, quién se encarga de sacarlos de la unidad?

- a) Vehículo de alguna dependencia                      ( )
- b) Vehículo propio de la institución                      ( )
- c) Vehículo municipal                      ( )
- d) Otros (Especifique)                      ( )

---

---

18.- ¿Durante el tiempo que usted ha trabajado en esta institución, ha visto o se ha enterado de algún caso de infección o accidente en los trabajadores debido a un manejo inadecuado de tales desechos?

Si ( )                      No ( )

19.- De ser afirmativa su respuesta, mencione cómo fue y que consecuencias tuvo en el afectado.

---

---

**GRACIAS POR SU COLABORACION**



9.- Si los residuos son tratados internamente, ¿mencione que trámites administrativos realizó y ante que dependencia, para obtener el permiso?

---

---

---

10.- Mencione que tipo de tratamiento se les dá y en que consiste.

- a) Esterilización ( )
- b) Incineración ( )
- c) Tratamiento químico ( )
- d) Otros (Especifique) ( )

---

---

---

11.- Las personas que efectúan las acciones de recolección y tratamiento de tales desechos, ¿qué equipo de seguridad utilizan?

---

---

---

12.- Una vez finalizado el tratamiento, ¿en que estado físico quedan los desechos?

- a) Gas ( )
- b) Líquido ( )
- c) Sólido ( )
- d) Gas-líquido ( )
- e) Sólido y gas ( )

13.- ¿Cuál es su disposición final?

- a) Tiradero municipal ( )
- b) Relleno sanitario ( )
- c) Cielo abierto ( )
- d) Los entierra ( )
- e) Celda especial ( )

14.- ¿Los residuos o desechos son recolectados por algún vehículo para su tratamiento externo?

Si ( ) No ( )

15.- Si la respuesta anterior es positiva, mencione a quién pertenece dicho vehículo.

a) Dependencia federal      (    )

b) Particular (Especifique)      (    )

---

---

---

**GRACIAS POR SU COLABORACION**

## ANEXO III

### Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995

**Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.**

---

**(Publicada en el D.O.F. de fecha 7 de noviembre de 1995)  
Aclaración: 12 de junio de 1996**

**JULIA CARABIAS LILLO**, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones I, VIII y XIX, 8o. fracciones I, II y VII, 36, 37, 151, 152, 160 Primer Párrafo, 162 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1o. 2o. y 4o. fracciones II, III y IV, 5o., 6o. y 58 de su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos; 38 fracción II, 40 fracciones I y III, 41, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; y

#### CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el 19 de agosto de 1994, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** con carácter de Proyecto la presente Norma bajo una denominación ampliada, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Río Elba No. 20, 1er. Piso, colonia Cuauhtémoc, Código Postal 06500, México, D.F.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del Ordenamiento Legal citado en el párrafo anterior, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que en el plazo a que hace referencia el considerando primero, los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización, realizándose las modificaciones procedentes. La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca publicó las respuestas a los comentarios recibidos en el **Diario Oficial de la Federación** de fecha 20 de septiembre de 1995.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 12 de junio de 1995, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, bajo una denominación ampliada que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-087-ECOL-1995, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA SEPARACION, ENVASADO, ALMACENAMIENTO, RECOLECCION, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS QUE SE GENERAN EN ESTABLECIMIENTOS QUE PRESTEN ATENCION MEDICA.**

**INDICE**

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación.
2. Referencias.
3. Definiciones.
4. Clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.
5. Clasificación de los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos.
6. Manejo.
7. Disposición final.
8. Grado de concordancia con Normas y recomendaciones internacionales.
9. Bibliografía.
10. Observancia de esta Norma.

**0. INTRODUCCION**

El manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos en los establecimientos que prestan atención médica constituyen un gran problema a nivel nacional, por lo que es necesario el establecimiento de requisitos para su control.

**1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como clínicas y hospitales, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios en pequeñas especies y centros antirrábicos y es de observancia obligatoria en dichos establecimientos, cuando éstos generen más de 25 kg. (veinticinco kilogramos) al mes o 1 kg. (un kilogramo) al día de los residuos peligrosos contemplados en esta Norma.

**2. REFERENCIAS**

**3. DEFINICIONES**

#### **4. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS**

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana y de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de octubre de 1993, se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:

##### **4.1 La sangre.**

**4.1.1** Los productos derivados de la sangre incluyendo, plasma, suero y paquete globular.

**4.1.2** Los materiales con sangre o sus derivados aún cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

##### **4.2 Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.**

**4.2.1** Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.

**4.2.2** Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.

##### **4.3 Los patológicos.**

**4.3.1** Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.

**4.3.2** Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.

**4.3.3** Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.

##### **4.4 Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.**

**4.4.1** El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales.

**4.4.2** Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.

##### **4.5 Los objetos punzocortantes usados o sin usar.**

**4.5.1** Los que han estado en contacto con humanos o 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 o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares.

#### **5. CLASIFICACION DE LOS ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS**

**5.1** Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, los establecimientos de atención médica se clasifican como se establece en la tabla 1.

**T A B L A 1**

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies.</li> <li>• Laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis al día.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitales que tengan de 1 a 50 camas.</li> <li>• Laboratorios clínicos que realicen de 21 a 100 análisis al día.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitales con más de 50 camas.</li> <li>• Laboratorios clínicos que realicen más de 100 análisis clínicos al día.</li> <li>• Laboratorios para la producción de biológicos.</li> <li>• Centros de enseñanza e investigación.</li> <li>• Centros antirrábicos.</li> </ul>

**5.2** Las unidades médicas independientes que se encuentren ubicadas en un mismo inmueble y que generen en su conjunto residuos peligrosos en los términos y cantidades señalados en esta Norma, deberán designar un representante común quien será el responsable del manejo de estos residuos.

Las obligaciones a que queden sujetas las unidades médicas señaladas en el párrafo anterior, serán determinadas por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.

## **6. MANEJO**

**6.1** Los establecimientos referidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, deberán cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos:

**6.1.1** Identificación de los residuos y de las actividades que los generan.

**6.1.2** Envasado de los residuos generados.

**6.1.3** Recolección y transporte interno.

**6.1.4** Almacenamiento temporal.

**6.1.5** Recolección y transporte externo.

**6.1.6** Tratamiento.

6.1.7 Disposición final.

6.2 Identificación y envasado.

6.2.1 Se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados en establecimientos de atención médica, de acuerdo con sus características físicas y biológico-infecciosas, conforme a la Tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Tabla 2

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	COLOR
4.1 Sangre 4.2 Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos 4.4 Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y los laboratorios	Sólidos	Bolsa de plástico	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.3 Patológicos	Sólidos	Bolsa de plástico	Amarillo
	Líquidos	Recipientes Herméticos	Amarillo
4.5 Objetos punzocortantes usados y sin usar	Sólidos	Recipientes rígidos	Rojo

6.2.1.1 Las bolsas deberán ser de plástico, impermeables, de calibre mínimo 200 y deberán cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana, aplicando los métodos de prueba ASTM correspondientes. Los materiales utilizados deberán estar libres de metales pesados y cloro, mientras que los colorantes deberán ser fisiológicamente inocuos.

TABLA 3

PARAMETRO	UNIDADES	ESPECIFICACIONES
Resistencia a la tensión	Kg./cm <sup>2</sup>	SL: 140 ST: 120
Elongación	%	SL: 150 ST: 400
Resistencia al rasgado	g.	SL: 90 ST: 150

SL: Sistema

ST: Sistema transversal.

longitudinal.

6.2.1.2 Las bolsas se llenarán al 80 % de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento y deberán tener la leyenda que indique **"PELIGRO RESIDUOS PELIGROSOS SOLIDOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS"** y estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1).

6.2.2 Los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deben ser rígidos, de polipropileno, resistentes a fracturas y pérdida del contenido al caerse, destruibles por métodos fisicoquímicos, esterilizables, con una resistencia mínima de penetración de 12.5 N (doce punto cinco Newtons) en todas sus partes y tener tapa con o sin separador de agujas y abertura para depósito con dispositivos para cierre seguro. Deben ser de color rojo y libres de metales pesados y cloro, debiendo estar etiquetados con la leyenda que indique **"PELIGRO, RESIDUOS PUNZOCORTANTES BIOLOGICO-INFECCIOSOS"** y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1) de esta Norma Oficial Mexicana.

6.2.2.1 La resistencia mínima de penetración será determinada por la medición de la fuerza requerida para penetrar los lados y la base con una aguja hipodérmica calibre 21 mediante dispositivos como el Instrón, Calibrador de Fuerza Chatillón o tensiómetro.

6.2.2.2 Una vez llenos, los recipientes no deben ser abiertos o vaciados.

6.2.3 Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos deben ser rígidos, con tapa hermética, etiquetados con una leyenda que indique **"PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS LIQUIDOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS"** y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1).

6.3 Recolección y transporte interno.

6.3.1 Se destinarán carritos manuales de recolección exclusivamente para la recolección y depósito en el área de almacenamiento.

6.3.1.1 Los carritos manuales de recolección se desinfectarán diariamente con vapor o con algún producto químico que garantice sus condiciones higiénicas.

6.3.1.2 Los carritos manuales de recolección deberán tener la leyenda: **"USO EXCLUSIVO PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS"** y marcado con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1) de esta Norma Oficial Mexicana.

**6.3.1.3** El diseño del carrito manual de recolección deberá prever la seguridad en la sujeción de las bolsas y los contenedores, así como el fácil tránsito dentro de la instalación.

**6.3.1.4** Los carritos manuales de recolección no deberán rebasar su capacidad de carga durante su uso.

**6.3.2** No podrán utilizarse ductos neumáticos o de gravedad como medio de transporte interno de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, tratados o no tratados.

**6.3.3** Se deberán establecer rutas de recolección para su fácil movimiento hacia el área de almacenamiento.

**6.3.4** El equipo mínimo de protección del personal que efectúe la recolección consistirá en uniforme completo, guantes y mascarilla o cubreboca. Si se manejan residuos líquidos se deberán usar anteojos de protección.

**6.3.5** Los establecimientos de atención médica pertenecientes al nivel I quedarán exentos del cumplimiento de los puntos 6.3.1 y 6.3.3.

**6.4. Almacenamiento.**

**6.4.1** Se deberá destinar un área para el almacenamiento de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

**6.4.1.1.** Los establecimientos que correspondan al nivel I quedarán exentos del cumplimiento del punto 6.4.4, pudiendo ubicar los contenedores del punto 6.4.2 en el lugar más apropiado dentro de sus instalaciones de manera tal que no obstruyan las vías de acceso y sean movidos sólo durante las operaciones de recolección.

**6.4.2** Los residuos peligrosos biológico-infecciosos envasados deberán almacenarse en contenedores con tapa y rotulados con el símbolo universal de riesgo biológico, con la leyenda **"PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS"**.

**6.4.3** El período de almacenamiento temporal a temperatura ambiente estará sujeto al tipo de establecimiento, como sigue:

**6.4.3.1** Nivel I: hasta 7 días.

**6.4.3.2** Nivel II: hasta 96 horas.

**6.4.3.3** Nivel III: hasta 48 horas.

**6.4.3.4** Los residuos patológicos, humanos o de animales, deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4 °C. (cuatro grados centígrados)

**6.4.4** El área referida en el punto 6.4.1 debe:

**6.4.4.1** Estar separada de las siguientes áreas: de pacientes, visitas, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavandería.

**6.4.4.2** Estar techada y ubicada donde no haya riesgo de inundación y que sea de fácil acceso.

**6.4.4.3** Contar con extinguidores de acuerdo al riesgo asociado.

**6.4.4.4** Contar con muros de contención lateral y posterior con una altura mínima de 20 cm (20 centímetros) para detener derrames.

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

**6.4.4.6 Contar con una pendiente del 2 % (dos por ciento) en sentido contrario a la entrada.**

**6.4.4.7 No deben existir conexiones con drenaje en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de comunicación que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.**

**6.4.4.8 Tener una capacidad mínima, de tres veces el volumen promedio de residuos peligrosos biológico infecciosos generados diariamente.**

**6.4.4.9 El acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades y se deberán realizar las adecuaciones en las instalaciones para los señalamientos de acceso respectivos.**

**6.4.4.10 El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán contar con la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.**

## **6.5 Recolección y transporte externo.**

**6.5.1 La recolección y el transporte de los residuos peligrosos referidos en el punto 1 de esta Norma Oficial Mexicana, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; y deberá cumplir lo siguiente:**

**6.5.2 Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en el punto 6.2 de esta Norma Oficial Mexicana.**

**6.5.3 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.**

**6.5.4 Los contenedores referidos en el punto 6.4.2 deberán ser lavados y desinfectados después de cada ciclo de recolección.**

**6.5.5 Los vehículos recolectores deberán ser de caja cerrada, hermética y contar con sistemas de captación de escurrimientos, además de sistemas mecanizados de carga y descarga.**

**6.5.5.1 Las unidades para el transporte de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán contar con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura de 4 °C (cuatro grados centígrados) cuando la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca lo considere necesario.**

**6.5.6 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento, no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o de origen industrial durante su transporte.**

## **6.6 Tratamiento.**

**6.6.1 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán ser tratados por métodos físicos o químicos.**

**6.6.2 Los métodos de tratamiento serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología y deberán cumplir los siguientes criterios generales:**

**6.6.2.1 Deberá garantizar la eliminación de microorganismos patógenos, y**

**6.6.2.2 Deberán volver irreconocibles a los residuos peligrosos biológico-infecciosos.**

**6.6.3 Los residuos patológicos deben ser cremados, excepto aquéllos que estén destinados a fines terapéuticos, de investigación y docencia.**

**6.6.4 Los métodos de tratamiento deberán cumplir previo a su autorización, un protocolo de pruebas que al efecto determine la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.**

**6.6.5 El tratamiento podrá realizarse dentro del establecimiento generador o en instalaciones específicas fuera del mismo. En ambos casos se requerirá la autorización de la Secretaría de Medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.**

**6.7 Los establecimientos que presten atención médica deberán presentar su programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos.**

## **7. DISPOSICION FINAL**

**7.1 Una vez tratados e irreconocibles, los residuos peligrosos biológico-infecciosos, se eliminarán como residuos no peligrosos.**

**7.2 En localidades con una población hasta de 100,000 habitantes se podrán disponer los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento, en celdas especiales, conforme a lo establecido en el Anexo 2 de esta Norma Oficial Mexicana.**

**7.2.1 El diseño, la construcción y la operación de las celdas especiales serán autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología.**

## **8. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES**

**8.1 Los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico en esta Norma Oficial Mexicana se basan en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.**

## **9. BIBLIOGRAFIA**

## **10. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA**

**10.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente con la intervención procedente de la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas competencias. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.**

**10.2 Los Gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán realizar actos de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana, previa la publicación en el Diario Oficial de la Federación de los acuerdos de coordinación que se celebren con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.**

## **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 180 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.** Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán cumplir con la fase de manejo señalada en el punto 6.6, 90 días después de la entrada en vigor de la presente Norma.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veinticinco días del mes de septiembre de mil novecientos noventa y cinco.

**LA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.**

**JULIA CARABIAS LILLO**

El contenido de esta sección es responsabilidad de la Dirección General de Regulación Ambiental.

---

Última actualización: 10/08/98

Sistema Nacional de Información Ambiental