

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA Y HOMEOPATÍA
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD
OCUPACIONAL SEGURIDAD E HIGIENE**

**GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS EN
LOS LABORATORIOS DE UNA ESCUELA
OFICIAL DE MEDICINA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN SALUD OCUPACIONAL, SEGURIDAD E
HIGIENE**

PRESENTA:

MARIO MENDOZA GARRIDO

DIRECTORES DE TESIS

Dr. en C. JOSÉ WAIZEL BUCAY

M. en C. OSCAR L. CATALÁN DOMÍNGUEZ



MÉXICO, D.F., 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 18:30 horas del día 01 del mes de diciembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de La ENMH para examinar la tesis titulada:

**“Gestión integral de residuos peligrosos biológico infecciosos
en los laboratorios de una escuela oficial de medicina”**

Presentada por el alumno:

Mendoza
Apellido paterno

Garrido
Apellido materno

Mario
Nombre(s)

Con registro:

B	0	9	1	4	6	4
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. José Waizel Bucay

M. en C. Oscar Leonel
Catalán Domínguez

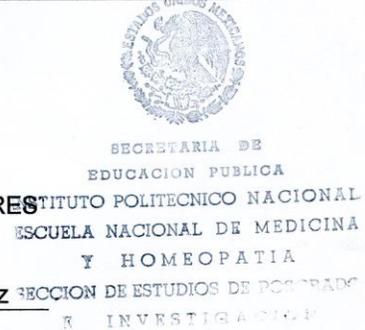
Dr. Juan Manuel Araujo Álvarez

Dr. Absalom Zamorano Carrillo

Dr. César Augusto
Sandino Reyes López

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. César Augusto Sandino Reyes López





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F., el día **28** del mes de **noviembre** del año **2011**, el (la) que suscribe **MENDOZA GARRIDO MARIO**, alumno(a) del Programa de **Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene**, con número de registro **B091464**, adscrito a la **Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los profesores: **M. en C. Oscar L. Catalán Domínguez** y **Dr. en C. José Waizel Bucay**, y cede los derechos del trabajo intitulado **“Gestión integral de residuos peligrosos biológico infecciosos en los laboratorios de una Escuela Oficial de Medicina”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección mariomg73@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Mario Mendoza Garrido

Nombre y firma

Agradecimientos

Gracias a Jehová Dios por darme la vida, además de la salud y energía, lo que me ha permitido alcanzar un escalón más en mi trayectoria profesional.

El presente trabajo está dedicado a la memoria de mí bendita madre Eloísa Garrido Díaz, quien vivirá por siempre en mi corazón y sé que comparte conmigo desde los cielos la alegría por este logro. Asimismo le agradezco a mi padre Mario Mendoza Ramírez su esfuerzo que ha valido la pena al darme siempre un ejemplo de tenacidad, esperanza y amor.

A mis hermanos Miguel Ángel y Fredy, por haberme brindado en todo momento su apoyo y motivación para la culminación de este proyecto. Del mismo modo a mis tíos: Jesús, Alicia, Carmelo, Luz, Ana, Roberto, Cano, Luis, Rubén, Rafaela, Rogelio, Roberto, Marcelina y Pedro; por toda su comprensión, motivación, apoyo y amor. A mis primos y sobrinos por alentarme a ser ejemplo de enseñanza y perseverancia, así como a Alma por dedicarme su valioso tiempo, soportar desvelos, ausencias y estar ahí siempre.

El apoyo y motivación de mis amigos, en particular al Médico Homeópata Cirujano y Partero José Adán Nieto y Bocanegra, al ser parte fundamental para que cursara la maestría.

Al Dr. en C. José Waizel Bucay por su enseñanza, consejos, palabras de aliento, paciencia y regaños cuando fue necesario; sobre todo al ser un gran amigo y ejemplo a seguir. De la misma manera al M. en C. Oscar L. Catalán D. por sus conocimientos, apoyo y dirección en este trabajo.

A mis Sinodales M. en C. Ma. del Carmen López G., Dr. en C. Juan M. Araujo A., y Dr. en C. Absalom Zamorano C., quienes puntualmente me apoyaron en todo momento en la realización de esta tesis, asimismo, su tiempo, consejos y observaciones en particular el compromiso demostrado.

Su valiosa aportación a este trabajo al Ing. Cándido E. Guzmán F., además del apoyo recibido para la estructuración del mismo, encabezada por el M. en C. Marco Polo Franco H.

Al coordinador, M. en C. Enrique López, por sus conocimientos impartidos y la oportunidad que me brindó para ingresar a la maestría.

Igualmente a las Autoridades de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía por haber permitido el desarrollo del proyecto, ayuda y disposición al facilitar la información requerida. Por último al Instituto Politécnico Nacional por haberme brindado la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente y culminar en un posgrado.

Contenido

	Página
Contenido.....	I
Índice de tablas, gráficas, figuras y fotos	IV
Índice de siglas.....	VIII
Índice de abreviaturas	VIII
Glosario.....	IX
Resumen.....	XV
Abstract.....	XVI
Introducción.....	1
Capítulo 1 Antecedentes	4
1.1. Estudios previos.....	4
Capítulo 2 Marco teórico	8
2.1. Conceptual	8
2.1.1. Gestión integral de los residuos peligrosos biológico infecciosos (RPBI) ..	8
2.1.1.1. Principios básicos de la gestión integral de los residuos	9
2.1.2. Residuo, Residuos Peligrosos y Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos.....	11
2.2. Criterios para definir la peligrosidad de los residuos.....	12
2.2.1. Clasificación internacional de los residuos peligrosos.....	13
2.2.2. Clasificación en México de los residuos peligrosos.....	14

2.2.3. Clasificación de los RPBI conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	19
2.2.4. Clasificación de los establecimientos generadores de RPBI conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	21
2.3. Tratamiento de los RPBI	21
2.3.1. Factores a considerar al seleccionar una tecnología de tratamiento de residuos biológico infecciosos.....	22
2.3.2. Tipos de residuos tratados usualmente en autoclaves.....	22
2.3.3. Recomendaciones para la operación eficiente de autoclaves.....	23
2.3.4. Desinfección química	24
2.3.5. Tipos de residuos tratados por desinfección química.....	25
2.3.6. Desinfectantes químicos comunes.....	26
2.3.7. Recomendaciones para el uso eficiente de la desinfección química	26
2.4. Antecedentes históricos	28
2.5. Marco legal.....	29
2.5.1. Marco legal mexicano en materia de residuos peligrosos (RP)	29
2.5.2. Marco jurídico general.....	30
2.5.3. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	31
2.5.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	32
2.5.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	33
2.5.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	36

2.5.7. Normas Oficiales Mexicanas (SEMARNAT).....	38
2.5.8. Ordenamientos de otras dependencias.....	41
Capítulo 3 Procedimiento o método	42
3.1. Planteamiento del problema.....	42
3.2. Justificación.....	42
3.3. Objetivos	44
3.3.1. Objetivo general	44
3.3.2. Objetivos específicos	44
3.4. Materiales y método.....	45
3.4.1. Recursos materiales y equipos	45
3.4.2. Instrumentos de investigación	45
3.4.3. Lugar de la investigación.....	45
3.4.4. Criterios de inclusión	46
3.4.5. Criterios de exclusión	46
3.4.6. Tipo de investigación.....	46
3.4.7. Fases del estudio	47
3.4.7.1. Descripción de las fases	48
Capítulo 4 Resultados y discusión	52
4.1. Investigación preliminar de campo.....	52
4.2. Investigación de campo en el lugar de estudio	53
4.3. Resultados de la Aplicación de la encuesta	54

4.3.1. Cantidad aproximada de RPBI generada por los laboratorios en un mes	57
4.3.2. Periodo de almacenamiento de RPBI en los laboratorios	58
4.4. Resultados del análisis sensorial	63
4.4.1. Archivo fotográfico del autor respecto al análisis sensorial	67
Capítulo 5 Conclusiones	72
5.1. Recomendaciones	74
5.2. Propuesta de gestión integral de los RPBI en los laboratorios de una Escuela Oficial de Medicina.....	76
5.2.1. Creación de una estructura organizacional para el manejo de los residuos	76
5.2.2. Acciones a seguir en cada etapa del proceso operativo	79
Fuentes de información	87
Anexos	92
Anexo I Encuesta de diagnóstico	92

Índice de tablas, gráficas, figuras y fotos

Figura 1. Marco jurídico de los residuos peligrosos	31
Figura 2. Flujograma del método de investigación	47
Figura 3. Símbolo Universal de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos	54
Figura 4. Etapas principales por las que cursan los RPBI desde su generación hasta su disposición final.	63

Figura 5. Organigrama de la estructura organizacional propuesta.....	76
Figura 6. Residuos sólidos bolsa roja.....	80
Figura 7. Residuos líquidos contenedor hermético rojo	81
Figura 8. Residuos patológicos sólidos bolsa amarilla	81
Figura 9. Residuos patológicos líquidos contenedor hermético amarillo	81
Figura 10. Residuos punzo cortantes contenedor hermético rojo	81
Foto 1. Cultivos y cepas	67
Foto 2. Tejidos.....	67
Foto 3. Animales de experimentación	67
Foto 4. Tubos con sangre líquida	67
Fotos 5 y 6. Separación incorrecta de RPBI	68
Fotos 7 y 8. Separación correcta de RPBI	68
Fotos 9 y 10. Envasado correcto de RPBI.	69
Foto 11. Envasado incorrecto de RPBI.	69
Foto 12. Órganos en recipientes.	69
Foto 13. Refrigeración de patológicos.....	70
Foto 14. Autoclave.	70
Foto 15. Almacén temporal de RPBI.	70
Foto 16. Interior del almacén.....	70

Foto 17. Camión recolector.....	71
Fotos 18 y 19. Prácticas inadecuadas en el laboratorio.....	71
Foto 20. Agente desinfectante sin identificar.....	71
Foto 21. Autoclave de vapor.....	82
Foto 22. Equipo de protección personal.....	83
Foto 23. Transporte de recolección interna.....	83
Foto 24. Bitácora de registros.....	84
Fotos 25 y 26. Refrigeración de residuos patológicos.....	85
Foto 27. Transporte de recolección externa.....	86
Tabla 1. Códigos de peligrosidad de los residuos (CPR).....	15
Tabla 2. Clasificación de establecimientos generadores de RPBI-.....	21
Tabla 3. Obligaciones de generadores de residuos peligrosos de acuerdo a su categoría.....	38
Tabla 4. Resultados de investigación preliminar de campo.....	52
Tabla 5. Laboratorios generadores de RPBI en la escuela oficial de medicina.....	53
Tabla 6. Tipo de RPBI generado en los laboratorios de la Escuela Oficial de Medicina.....	55
Tabla 7. Cantidad aproximada de RPBI generada por los laboratorios en un mes ...	57
Tabla 8. Periodo de almacenamiento de RPBI en los laboratorios.....	58
Tabla 9. Medidas de seguridad ante riesgos biológicos.....	61

Tabla 10. Evaluación del grado de cumplimiento con respecto a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.....	64
Tabla 11. Separación y envasado	80
Gráfica 1. RPBI generados en la escuela oficial de medicina en 2010.	53
Gráfica 2. RPBI generados en la escuela oficial de medicina en 2011.	54
Gráfica 3. RPBI generados por laboratorio.....	56
Gráfica 4. Periodo de almacenamiento.	59
Gráfica 5. Medidas de seguridad ante riesgos biológicos.	62

Índice de siglas

RPBI	Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos
SSA	Secretaría de Salud
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
RP	Residuos Peligrosos
NOM	Norma Oficial Mexicana
CRETIB	Corrosivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico Infecciosos
ACE	Análisis de Costo Efectividad
RFSHMAT	Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Índice de abreviaturas

UFC	Unidades formadoras de colonia
μ	Micras
kg	Kilogramos
pH	Potencial de Hidrógeno
mm	Milímetros
°C	Grados centígrados
atm	Atmósferas

Glosario

Acopio: juntar, reunir en cantidad alguna cosa (Diccionario de la Real Academia, 2001).

Agente biológico-infeccioso: cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio, en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Agente enteropatógeno: microorganismo que bajo ciertas circunstancias puede producir enfermedad en el ser humano a nivel del sistema digestivo, se transmite vía oral-fecal (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Almacenamiento: acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos (Volkow, 2006).

Ambiente: conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA, 2008).

Bacteria: microorganismo unicelular, su tamaño va desde 0.1 μ a 1 μ de ancho y de espesor, con una longitud de 0.5 μ a 10 μ , son procariontes ya que no presentan núcleo (Nason, 1990).

Bioterio: área o departamento especializado en la reproducción, mantenimiento y control de diversas especies de animales de laboratorio en óptimas condiciones (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Centro de acopio: instalación de servicio que tiene por objeto resguardar temporalmente y bajo ciertas condiciones a los residuos peligrosos biológico-infecciosos (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Cepa: cultivo de microorganismos procedente de un aislamiento (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Confinamiento: acción y efecto de limitar algo en un cierto lugar, sometiéndolo a vigilancia o uso restringido (Volkow, 2006).

Contaminación: presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico (Volkow, ya citado).

Contaminante: toda materia o energía en cualquier estado físico y formas que, al incorporarse o actuar en la atmósfera, el agua, el suelo, la flora, la fauna o cualquier elemento natural, altera o modifica su composición y condición natural (Volkow, *op. cit.*).

Contenedor: caja o cilindro móvil, rígido, con tapa de seguridad, que se usa para coleccionar o transportar RPBI o tóxicos peligrosos (*idem*).

Control: inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas (Volkow, 2006).

CRETIB: código de las características que contienen los residuos peligrosos: **C**orrosivo, **R**activo, **E**xplosivo, **T**óxico, **I**nflamable y **B**iológico-**I**nfeccioso (Volkow, *op. cit.*).

Diagnóstico: del Griego *diagnostikós*, a su vez del prefijo *día-*, "a través", y *gnosis*, "conocimiento" o "apto para conocer" alude, en general, al análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. (Mateos, 1988).

Disposición final: acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar la contaminación del ambiente (Volkow, 2006).

Empresa de servicios de manejo: persona física o moral autorizada para prestar servicios que realicen cualquiera de las opciones comprendidas en el manejo —recolección, transporte, acopio, tratamiento y disposición final— de los RPBI (*idem*).

Endoespora: no es una célula reproductora, se refiere a una etapa inactiva en la vida de la bacteria (Smallwood, 1989).

Envasado: acción de introducir un residuo peligroso en un recipiente, para evitar su depresión o evaporación y facilitar su manejo (Volkow, ya citado).

Espora: es una célula reproductora, que produce un nuevo organismo al dividirse por mitosis sin fusión con otra célula y es un elemento importante en los ciclos vitales biológicos de plantas, hongos y algas (Smallwood, ya citado).

Esterilización: procedimiento físico, químico o bioquímico mediante el cual se destruyen los microorganismos en todas sus formas de vida (Volkow, *op. cit.*).

Generación: acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo (Ley de residuos sólidos del Distrito Federal, 2003).

Gestión de los RPBI: es un conjunto de acciones administrativas y operativas establecidas en el marco legal aplicable en la materia, que deben cumplir los generadores y los prestadores de servicio a terceros, desde el momento en que se generan hasta su disposición final (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Gestión integral: conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos, desde

su generación hasta la disposición final (Ley de residuos sólidos del Distrito Federal, 2003).

Hongos: Reino de seres vivos unicelulares o pluricelulares que no forman tejidos y cuyas células se agrupan formando un cuerpo filamentosos muy ramificado; las células de los hongos tienen una pared celular de quitina (Nason, 1990).

Incineración: proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica; en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, 2007).

Infección: invasión del organismo por gérmenes patógenos que se reproducen y multiplican, produciendo una enfermedad por lesión celular local, secreción de toxinas o reacción antígeno-anticuerpo en el huésped (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Lixiviado: líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, 2007).

Manejo de los RPBI: conjunto de operaciones que incluyen la identificación, separación, envasado, almacenamiento, acopio, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los RPBI (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Muestra biológica: parte anatómica o fracción de órganos o tejido, excreciones o secreciones obtenidas de un ser humano o animal vivo o muerto para su análisis (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Órgano: entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes que concurren al desempeño de un trabajo fisiológico (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Parasitismo: relación simbiótica en la que un organismo vive a expensas, y a menudo en detrimento, de otro (Smallwood, 1989).

Patógeno: que produce enfermedades (Mateos, 1988).

Prevención: conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente (LGEEPA, 2008).

Protección: conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro (Volkow, 2006).

Protozooario: organismos microscópicos, unicelulares eucarióticos; heterótrofos, fagótrofos, depredadores que viven en ambientes húmedos (<http://es.wikipedia.org/wiki/Protozoo>,2011).

Recolección: acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento o tratamiento (Volkow, op. cit.).

Residuo: cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (LGEEPA, 2008).

Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, 2007).

Residuos peligrosos biológico-infecciosos: son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos, y que pueden causar efectos nocivos a la salud y al ambiente (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Riesgo: probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los

ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, 2007).

Separación: segregación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de iguales características cuando presentan un riesgo (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Tejido: entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Tratamiento: método físico o químico que elimina las características infecciosas y hace irreconocible a los RPBI (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Virus: forma única de materia que está en la frontera de la vida; *in vitro*, pueden ser agentes altamente infecciosos que se pueden reproducir como cosas vivientes (Smallwood, 1989).

Resumen

En la actualidad varios hospitales, laboratorios clínicos, instituciones educativas y centros de investigación donde se generan residuos peligrosos biológico infecciosos (RPBI), no cuentan con un control para su manejo y disposición final, por lo que a través de los años han sido un problema de salud y contaminación ambiental, debido a que algunas enfermedades se generan por el contacto y exposición a ellos.

Es por eso que el objetivo de este trabajo fue proponer un sistema de gestión integral del manejo de los RPBI, en los laboratorios de una Escuela Oficial de Medicina. El estudio fue de tipo cualitativo con enfoque seccional observacional. El trabajo de investigación se realizó en una Escuela Oficial de Medicina, ubicada en el Área Metropolitana de la Ciudad de México.

Se inspeccionaron 14 laboratorios: 7 de investigación, 4 de enseñanza y 3 de servicio externo. El estudio inició con una encuesta de diagnóstico y posteriormente se evaluó el grado de cumplimiento con respecto a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos. Clasificación y especificaciones de manejo.

12 de los 14 laboratorios no alcanzaron a cumplir el 50% de las especificaciones de la norma ya citada, con respecto al manejo de los RPBI. Por lo tanto se concluye que no hay una estructura organizacional en la Escuela, que se encargue de la gestión integral de los RPBI. La falta de control tanto administrativo como técnico en cuanto a las operaciones que involucran el manejo de los RPBI, mantienen latente el riesgo que el personal que trabaja en estos laboratorios pueda sufrir un daño en su salud por exposición a este tipo de residuos; además, del impacto ambiental que se pueda generar.

Palabras clave: Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, Salud, Ambiental, Diagnóstico, Gestión Integral.

Abstract

In actuality various hospitals, clinical laboratories, educational institutions, research centers, where they generate biohazardous waste; no have a control for their handling and final disposal. Through the years have been a health problem and environmental pollution, because some of the diseases are generated by contact and exposure to them.

That's why his goal of this work was to propose an integral system management of the handling of biohazardous waste, specifically in laboratories of the Official School of Medicine. The study was qualitative with focus observational sectional. The investigation work was held in Official School of Medicine, located in the metropolitan area of Mexico City. 14 laboratories were inspected —seven research, four teaching and three external service.

The study began with a survey of diagnosis and then was evaluated the degree of compliance with respect to the Mexican Official Standard NOM-087-SEMARNAT-2002. Protection environmental-health environmental-waste biohazardous. Classification and specification of handling.

12 of the 14 laboratories failed to meet 50% the specifications regarding the handling of biohazardous waste mentioned in the aforementioned standard. So it is concluded that there is no organizational structure in the School, which is responsible for the comprehensive management of biohazardous waste. The lack of both administrative and technical control in terms of operations involving the handling of biohazardous waste, maintains latent the risk that staff working in these laboratories may suffer damage to their health by exposure to this type of waste, along with the environmental impact that they may generated.

Key words: Biohazardous waste, Health, Environmental, Diagnosis, Comprehensive Management.

Introducción

Hoy en día vivimos en un mundo en el que existen más riesgos y peligros. Por primera vez en la historia moderna el conocimiento, que ha sido casi universalmente considerado como un bien público que debe ser apoyado genera riesgos y peligros antes impensados como consecuencia del vertiginoso desarrollo de la ciencia y la tecnología. Surge cada vez con mayor fuerza la necesidad de ejercer gran precaución en la evaluación y manejo de los mismos, que pudieran resultar del propio desarrollo científico-técnico. La evaluación de riesgos enfrenta desafíos importantes relacionados a la complejidad, incertidumbre y ambigüedad inherentes a ellos, desafíos que se refieren más al estado y calidad del conocimiento disponible sobre estos que a sus características intrínsecas.

Es por ello, que los profesionales del laboratorio están expuestos a una variedad de riesgos a su salud relacionados con su trabajo. Como ejemplo, se encuentran aquéllos derivados del manejo de material infeccioso, radiación, compuestos tóxicos y químicos e inflamables. En el caso particular del material biológico infeccioso, el peligro surge de la posibilidad de exponerse a agentes patógenos e infectarse por dicha exposición. En los laboratorios de diagnóstico clínico, de investigación, industriales, de patología clínica, de producción de biológicos, de enseñanza, u otros donde se lleguen a manejar patógenos aislados o muestras que los contengan, los profesionales del laboratorio deben prestar especial cuidado en las medidas que se toman para prevenir un accidente.

Trabajar sin responsabilidad en cualquiera de las unidades e instituciones antes mencionadas nos debe preocupar, ya que si se manejan y dejan residuos biopeligrosos expuestos sin descontaminar, se pueden provocar daños tanto a la

salud como al medio ambiente. Estos riesgos se ven incrementados cuando la institución carece de instalaciones adecuadas, equipos y sistemas de seguridad (cabinas de seguridad biológica, aire controlado o sistemas de filtración específicos), es por ello que cada unidad de salud, institución pública o privada, así como centros de investigación deben tener un manual de bioseguridad como material de operación, en donde se mencionen: el uso de equipo de protección personal (EPP), equipos de seguridad biológica, medidas de seguridad, planes de contingencia, así como un procedimiento específico para el manejo, tratamiento y disposición final de los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI).

Las vías más comunes de exposición del personal a este tipo de residuos son: oral, tópica —piel y mucosas—, y la vía respiratoria.

Las estadísticas internacionales y nacionales de accidentes ocupacionales y el riesgo biológico en el sector salud son muy similares, encontrando que el 46.2% de los trabajadores de la salud presentan accidentes ocupacionales; de éstos, el 19.8% lo presenta por más de tres ocasiones y el 27.5% no lo notifican.

La punción es la lesión más frecuente, 69.2%, y de éstas el 59.9% son producidas por agujas hipodérmicas huecas. De tal manera que la incidencia del virus de la hepatitis B (VHB), C (VHC) y del de la inmunodeficiencia humana (VIH) son considerablemente superiores en la población del sector salud que en la población general.

Es por eso que la intención de éste trabajo es precisar como se lleva a cabo la gestión integral de los RPBI en los laboratorios de la Escuela en Estudio; lo que nos permitirá emitir recomendaciones en aquellas etapas que presenten deficiencias en

cuanto a su operación, además de una propuesta que incida en la disminución de este tipo de riesgos, en el personal que labora en ellos.

El trabajo de tesis está organizado de la siguiente manera: se describen primero los antecedentes, en donde se da una idea de los estudios efectuados por investigadores que se acercan al objetivo de trabajo. Después, se presenta el marco teórico para la investigación, mismo que se compone de 3 partes: Marco Conceptual donde se describen los conceptos básicos sobre gestión integral, residuo, residuo peligroso, residuo peligroso biológico infeccioso y riesgo biológico. Marco Histórico aquí se describe una serie de sucesos en orden cronológico sobre los RPBI. Marco Legal los tópicos que se tratan sobre, como está constituido el marco legal mexicano en materia de residuos peligrosos, que menciona la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como; las leyes, Reglamentos y Normas referente a los residuos peligrosos. También se menciona la clasificación de los RPBI con respecto a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, además se mencionan los tipos de tratamientos que hay para la eliminación de agentes patógenos. En seguida se brindan los resultados y discusiones obtenidos, así mismo se enuncian las recomendaciones para futuros trabajos. Por último, se enlistan las conclusiones y se describe la propuesta de gestión integral de los RPBI.

Capítulo 1 Antecedentes

En México a la fecha existen muy pocos estudios que reporten el manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en centros de investigación y de enseñanza, en relación con los efectos sobre la salud del personal que labora en ellos y que está expuesto a este tipo de residuos. Dentro de las investigaciones reportadas para nuestro país, la mayoría concluye que hay un manejo inadecuado de ellos por falta de conocimiento y aplicación de la normatividad vigente en el país, relacionada con el manejo, tratamiento, transporte y disposición final de los RPBI.

1.1. Estudios previos

Durante la recopilación y análisis del material documental se seleccionaron trabajos de investigación que están relacionados con el tema de estudio. Brevemente se resume cada uno de ellos.

Olivos, R., y cols. (2008), en su artículo “Actitudes de estudiantes de enfermería mexicanos al manejar residuos peligrosos biológico infecciosos” concluyen que las actitudes que muestran los estudiantes durante sus prácticas clínicas son por: Incertidumbre y temor de contraer alguna enfermedad infectocontagiosa, por no saber manejar este tipo de residuos, indiferencia por no creer que exista riesgo, vergüenza a la crítica, coraje por sufrir accidentes por exposición a RPBI y arrepentimiento por no realizar adecuadamente su clasificación.

Es importante mencionar el comentario que realizan los estudiantes de enfermería en el referido artículo, que durante su formación académica se les proporciona muy poca información acerca del manejo de los RPBI, así como; sobre las medidas

preventivas que deben tomar, tanto para evitar accidentes como después de ocurridos, puesto que el riesgo sigue latente después de las prácticas, ya que muchas enfermedades infectocontagiosas se presentan mucho tiempo después del contacto directo con el microorganismo.

Lara, V., *et al.* (2008), menciona que los profesionales de los laboratorios de análisis clínicos, de diagnóstico e investigación, están siempre expuestos a la posibilidad de infectarse con muestras de patógenos altamente infecciosos, por la falta de conocimiento del riesgo en el manejo del material contaminado, del tipo de muestra que se procesa o de las medidas de bioseguridad que se deben seguir, así como la falta de un equipo de protección adecuado, condiciones laborales inhóspitas y un incorrecto desecho del material infeccioso, todo ello contribuye a que se presenten accidentes de trabajo, a pesar de que las medidas de bioseguridad que deben tomarse en cuenta en la práctica laboral ya fueron establecidas por organismos nacionales e internacionales.

Flandes, B. (2007), cuyo trabajo de investigación es Sistema de gestión de calidad en una empresa transportista de RPBI, menciona que al no existir documentación referente al sistema de gestión de calidad en dicha empresa, el personal no tiene conocimiento sobre la responsabilidad que tiene a su cargo en cada uno de los procesos afectándose la calidad del servicio, siendo esto, un indicativo de falta de comunicación, entre áreas, lo cual es un aspecto negativo que debe mejorarse en aquellas organizaciones que intentan implementar sistemas de gestión de calidad.

Montaño, M. (2006), realizó un estudio sobre el manejo de RPBI generados por alumnos de la Universidad Autónoma de Baja California y dentistas ubicados en dicha zona. Refiere en su estudio que es recomendable incorporar en todo el sector salud, sobre todo a nivel de escuelas y facultades el conocimiento y práctica de medidas tendientes a minimizar y tratar adecuadamente los RPBI que se generan en el ejercicio de sus actividades profesionales, además del hecho de que los dentistas

manejen la clasificación de los RPBI conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, si infiere en la cantidad generada por día de este tipo de residuos.

Marina, C. (2005), efectuó un trabajo en la Ciudad de Tijuana, el que consistió en el manejo de RPBI, por trabajadores de empresas recolectoras en dicha entidad. El objetivo del estudio fue identificar las prácticas empleadas en el manejo de éste tipo de residuos y la presencia de accidentes, exponiendo como resultados que durante el periodo de estudio se detectaron ocho accidentes de los cuales cinco sucedieron cuando los empleados no portaban el equipo de protección, reportando que además los trabajadores quienes más se accidentaron fueron los que habían recibido cursos de capacitación, y el personal accidentado no se encontraba inmunizado.

Lladó, A., y cols. (2004), realizaron un trabajo de investigación en un hospital general, en el que determinaron las diferencias entre la cantidad generada de RPBI, antes y después de intensificar la capacitación de personal encargado de su manejo. La capacitación que ellos efectuaron consistió en dar a conocer la Norma NOM-087-ECOL-1995 (era la norma vigente en ese momento), los trámites que se tienen que efectuar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), los antecedentes de accidentes por punción, la correcta identificación, envasado, recolección interna y su almacenamiento temporal de los RPBI. Finalmente realizaron un Análisis de Costo Efectividad (ACE), lo que implicó la evaluación monetaria del programa de recolección y capacitación para el manejo integral de los RPBI; a los cuales se les cuantificó el costo de, los servicios personales, los materiales y suministros, el costo del mobiliario y equipo, los servicios generales, la infraestructura del inmueble. De los resultados que obtuvieron concluyen que la intensificación de la capacitación en el correcto manejo de los RPBI en el periodo de estudio en el hospital general resultó ser costo efectiva y que el hecho de no invertir a tiempo en este tipo de medidas, les hubiese representado un costo de oportunidad afectando los presupuestos de otros programas preventivos o curativos lo que puede

repercutir en la calidad de la atención médica o en el aumento de las frecuencias de las enfermedades prevenibles. Por lo que es necesario efectuar a la par de la capacitación un estricto programa de supervisión con un correcto control de la misma a fin de reducir aún más la generación de los RPBI y sus costos subsecuentes.

Gómez, R. (2004), refiere en su artículo “El manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en los consultorios dentales. Estudio de campo”, encontró de los 100 consultorios inspeccionados, solo el 14.4% conocía las Normas Oficiales Mexicanas que regulan el manejo de éstos residuos, además que en ninguno de ellos se lleva acabo su manejo. Concluye que el manejo inadecuado de RPBI, hace que los consultorios dentales constituyan un peligro potencial de infección y contaminación para los cirujanos dentistas, sus ayudantes, el personal de recolección y la sociedad en general. Se hace referencia de este trabajo ya que la Escuela Oficial de Medicina cuenta con un consultorio dental el cual ofrece servicio al público en general.

Torres, B. (2004), en su trabajo de investigación sobre el manejo, tratamiento y disposición de RPBI en los laboratorios de enseñanza del área médico biológica del instituto Politécnico Nacional refiere que el manejo inadecuado de los RPBI, dentro de los centros de enseñanza e investigación se debe al desconocimiento total o parcial de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, además menciona que el 75% de los planteles en estudio no cuentan con la contratación de empresas recolectoras por el alto costo.

Capítulo 2 Marco teórico

2.1. Conceptual

2.1.1. Gestión integral de los residuos peligrosos biológico infecciosos (RPBI)

Antes de referirnos a la gestión integral de los RPBI es importante definir el concepto de gestión, que utilizaremos en este trabajo y el cual se define como un proceso emprendido por una o más personas para coordinar las actividades laborales de otros individuos y la capacidad de la institución para definir, alcanzar y evaluar sus propósitos, con el adecuado uso de los recursos disponibles.

La gestión integral de los RPBI va encaminada hacia la prevención y minimización de la generación de estos; por lo que se puede definir como el conjunto de acciones, operaciones y procesos que permitan disminuir la cantidad de residuos existentes en cada una de sus etapas del manejo —generación, identificación, envasado, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición—, todo lo anterior, sustentado dentro del marco regulatorio vigente y con la coordinación interinstitucional de todas las áreas administrativas y operativas para diseñar las políticas de trabajo y ejecutarlas bajo un mando único, con un esquema de supervisión y vigilancia.

Por otra parte la importancia que tiene efectuar una gestión integral de los RPBI, es que se contribuye a la identificación de factores críticos en las organizaciones donde se generan este tipo de residuos, con el fin de prevenir los impactos ambientales, de

salud y sociales (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, 2003).

El éxito de un sistema de gestión es el cumplimiento de las reglamentaciones y deben manejarse como un acto continuo y no como un hecho aislado. Un programa efectivo de gestión integral de RPBI, debería incorporar los siguientes elementos: Identificación, sistema de envasado, método de destrucción en el lugar de origen, sistema de registro, programa de capacitación y un plan de control de los agentes infecciosos (Consejo Interamericano de Seguridad, 1992).

2.1.1.1. Principios básicos de la gestión integral de los residuos

Principio de prevención y minimización

Implica la adopción de medidas operativas de manejo (sustitución de insumos y productos, rediseño de productos y procesos, valorización, recuperación, reuso y reciclaje etc.), que permitan prevenir y disminuir hasta niveles económico y técnicamente factibles, la generación de residuos tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación ambiental o afectaciones negativas a la salud humana.

Principio de aprovechamiento y valorización

Se aplica a los residuos que se generan y que después de su separación son susceptibles de aprovechamiento y valorización a través de la infraestructura y métodos de tratamiento existentes, reduciendo la cantidad de residuos que van a disposición final y fomentando el uso de materias primas secundarias.

Principio de manejo seguro y ambientalmente adecuado

Requiere que el manejo de los residuos se realice con la infraestructura apropiada para que a lo largo de las etapas de manejo se evite la transferencia de contaminantes de un medio a otro.

Principio de comunicación, educación y capacitación

Implica el desarrollo de acciones que fomenten el conocimiento y la concientización en la problemática del manejo de los residuos, promoviendo la formación de especialistas en la materia, con la finalidad de constituir una cultura de minimización en la generación y en el manejo integral de los residuos, originando un cambio en el comportamiento de la sociedad.

Principio de responsabilidad compartida

Plantea como parte fundamental el reconocimiento de la responsabilidad y participación de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible.

Principio de quien contamina paga

Establece que cada persona o entidad colectiva es responsable de las consecuencias de sus acciones sobre el ambiente y de los impactos que estas conllevan. También será responsable de los costos derivados por los impactos ambientales que se ocasionen.

Principio de desarrollo e innovación tecnológica

Sugiere la promoción de proyectos de investigación en los cuerpos académicos de las instituciones educativas, fomentando el aprovechamiento y valorización de los residuos que beneficie a la prevención y minimización de la generación de residuos en industria, servicios, comercios entre otros.

Principio de calidad y transparencia de la información

Plantea la sistematización, análisis, intercambio interinstitucional y difusión de información sobre la generación, caracterización y manejo integral de los residuos, así como la información correspondiente a programas y acciones que se realicen en la materia. Por otro lado, se debe garantizar la fiabilidad de los datos que posean las autoridades ambientales y el libre acceso de los ciudadanos a la información. Todos los principios antes mencionados fueron tomados del Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Distrito Federal 2009-2014.

2.1.2. Residuo, Residuos Peligrosos y Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos.

Residuo.- cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, 1988).

Residuos Peligrosos.- son los que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes,

embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio. (Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, 2007).

Los residuos peligrosos son todos aquellos residuos en cualquier estado físico que por sus características son corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico infecciosos e irritante, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente (Artículo 3º Fracción XXXII LGEEPA, 2008).

Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos.- son materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos, y que pueden causar efectos nocivos a la salud y al ambiente (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

2.2. Criterios para definir la peligrosidad de los residuos

Los criterios empleados normalmente para definir la peligrosidad de un residuo son los siguientes:

- Por tipo de fuente.
- Por tipo de residuo (con y sin límites de concentración en los componentes peligrosos).
- Por lista de componentes potencialmente peligrosos.
- Por características relativas a sus propiedades.
- Considerando más de uno de los criterios mencionados.

2.2.1. Clasificación internacional de los residuos peligrosos

A continuación se menciona la clasificación y la característica de peligrosidad de cada uno de ellos, de acuerdo a la *Environmental Protection Agency* (EPA 1980).

Corrosividad.- un residuo es corrosivo si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.52.
- ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una temperatura de 55 °C, de acuerdo con el método NACE (*National Association Corrosion Engineers*), Standard TM-01-693, o equivalente.

Reactividad.- un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades:

- ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar.
- reaccionar violentamente con agua.
- generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua.
- poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente.
- ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

Explosividad.- un residuo es explosivo si presenta una de las siguientes propiedades:

- forma mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y 1 atm.
- sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), considera a los residuos explosivos como un sub-grupo de los residuos reactivos. En esta guía cada característica ha sido definida independientemente.

Toxicidad.- un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel.

Inflamabilidad.- un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60 °C, conforme el método del ASTM-D93-79 o el método ASTM-D-3278-78 (de la *American Society for Testing and Materials* 4), con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen.
- no ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25°C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego;
- ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

Patogenicidad.- si el residuo contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades.

2.2.2. Clasificación en México de los residuos peligrosos

En nuestro país, la NOM-052-SEMARNAT-2005, menciona el código CRETIB, que significa: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso. El código menciona la clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos.

De acuerdo a la clasificación proporcionada por diversas organizaciones debemos recordar que desde el punto de vista del análisis físico y químico, determinará el almacenamiento, tratamiento y disposición del residuo (NOM-052-SEMARNAT-2005).

Tabla 1. Códigos de peligrosidad de los residuos (CPR)

Características	Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	T
<ul style="list-style-type: none"> • Ambiental • Aguda • Crónica 	Te Th Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infeccioso	B

Fuente: NOM-052-SEMARNAT-2005

La corrosividad indicada por el pH, se escogió como característica de identificación de material y residuo peligroso, debido a que los materiales con alto y bajo pH pueden reaccionar peligrosamente con otros materiales y/o residuos o causar contaminantes tóxicos que migren de ciertos residuos.

La palabra corrosivo deriva del latín “*corredere*” y podría traducirse como una destrucción lenta, constante e irreversible de un metal y/o una aleación al reaccionar con su medio ambiente. El termino también podrá usarse en otras substancias que se deterioren, se rompen o se oxidan químicamente o electroquímicamente. Tal sería el caso del concreto, el vidrio o materiales refractarios y no precisamente un metal.

En algunos casos la sustancia es atacada por microorganismos como bacterias, hongos, las cuales “comen” el material o generan ácidos o álcalis que dañan al mismo, conocido como corrosión bacteriana.

Los residuos reactivos según la NOM-052-SEMARNAT-2005 se presentan cuando se tienen las siguientes condiciones:

- Bajo condiciones de golpe, presión, temperatura o espontáneamente se descompone, combina o polimeriza vigorosamente.
- Es normalmente inestable y se combina o transforma violentamente sin detonación.
- Reacciona con el agua y forma mezclas potencialmente explosivas o genera gases, vapores o humo en cantidades para provocar desequilibrio ecológico o daño al medio ambiente.
- Posee en su construcción sustancias que cuando se exponen a condiciones de pH adecuadas pueden generar gases, vapores o humo en cantidades suficientes que constituye un riesgo para el ambiente.
- Es capaz de producir radicales libres.
- Los materiales alcalinos son los más reactivos de los metales, este grupo de elementos son comúnmente considerados peligrosos por sus riesgos de fuego y la mayoría de ellos pueden auto inflamarse y todos son reactivos al agua.
- Reactividad de compuestos organometálicos este grupo está constituido por compuestos organometálicos los cuales actúan como catalizadores de polimerización.
- Reactividad de hidruros metálicos, los cuales son usados industrialmente como agentes reductores, al reaccionar con agua incluyendo a la humedad atmosférica formándose hidrógeno combustible.

Un residuo se considera peligroso por su explosividad según la NOM-052-SEMARNAT-2005 cuando:

- Es más sensible a golpes o fricción que el dinitrobenceno.
- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a una atmósfera de presión.
- El uso y producción de materiales explosivos esta regulado en México por la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, así como, por su reglamento quedando consideradas las siguientes sustancias: pólvora, ácido pícrico, dinitrotolueno, nitroalmidones, nitroglicerina, nitrocelulosa, nitroguanidina tetril, trinitrotolueno, nitruro de plomo, plata y cobre, dinamitas y metales así como, sustancias químicas relacionadas con explosivos como cloratos, percloratos, sodio metálico, magnesio en polvo, fósforo y todas aquellas sustancias que por si solas o combinadas sean susceptibles para emplearse como explosivos.

Los materiales y residuos tóxicos son las sustancias químicas que se producen en la industria; han participado en el mejoramiento de las condiciones de vida para el ser humano, pero también muchos de los subproductos o residuos de los procesos de transformación industrial son indeseables por no tener unidad inmediata y/o por ser altamente tóxicos.

Cuando estos desechos son tratados y depositados inadecuadamente ponen en peligro la salud humana y el ambiente. Los efectos tóxicos derivados de la exposición, pueden manifestarse a corto plazo generalmente cuando la exposición es aguda o bien a largo plazo cuando la forma de exposición es de dosis baja durante mucho tiempo.

Las sustancias por su toxicidad pueden dividirse en tres grupos que son: Ligeramente tóxico, Moderadamente tóxico y altamente tóxico. Esta clasificación se basa principalmente en los efectos producidos locales y sistémicos en el cuerpo humano por exposición aguda y crónica a los residuos tóxicos.

La inflamabilidad es la característica usada para definir la peligrosidad de aquellos materiales que pueden causar fuego o explosión durante su transporte, almacenamiento o manejo en su proceso.

Muchos de los factores que contribuyen a que ocurra un incendio o una explosión son: materiales combustibles, oxidantes y energía de ignición (calor).

La Normatividad Mexicana define a un residuo peligroso por su inflamabilidad cuando:

- En solución acuosa, contienen más del 24% de alcohol en volumen, entendiéndose por solución acuosa aquella cuyo principal componente es agua, esto significa que el agua contribuye al menos el 50% del peso de la muestra.
- El líquido tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
- No es líquido pero es capaz de causar fuego o fricción, absorción de humedad o cambio químico espontáneo y, cuando prende, arde vigorosa y permanentemente.

Biológico infeccioso.- un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso por lo siguiente:

- Contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
- Contiene toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos.

2.2.3. Clasificación de los RPBI conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos, la sangre, los cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos, los patológicos, los no anatómicos y los punzo cortantes.

La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados).

Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico-infecciosos.

Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.

Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol.

Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento.

Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.

Son residuos no anatómicos los siguientes:

- Los recipientes desechables que contengan sangre líquida.
- Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido Céfal-Raquídeo o líquido peritoneal.
- Los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
- Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.
- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.

Los objetos punzocortantes son aquellos que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

2.2.4. Clasificación de los establecimientos generadores de RPBI conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

Tabla 2. Clasificación de establecimientos generadores de RPBI-

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<ul style="list-style-type: none"> • Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III. • Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día. • Unidades hospitalarias psiquiátricas. • Centros de toma de muestras para análisis clínicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades hospitalarias de 6 hasta 60 camas; • Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día; • Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológico-infecciosos, o • Establecimientos que generen de 25 a 100 kilogramos al mes de RPBI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades hospitalarias de más de 60 camas; • Centros de producción e investigación experimental en enfermedades infecciosas; • Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día, o • Establecimientos que generen más de 100 kilogramos al mes de RPBI.

Fuente: NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

Los establecimientos generadores independientes del Nivel I que se encuentren ubicados en un mismo inmueble, podrán contratar los servicios de un prestador de servicios común, quien será el responsable del manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

2.3. Tratamiento de los RPBI

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados (Manual para el manejo integral de residuos de servicios de salud, 2005).

2.3.1. Factores a considerar al seleccionar una tecnología de tratamiento de residuos biológico infecciosos

- Eficiencia en la inactivación o eliminación de la peligrosidad de los componentes de los residuos y disminución de su volumen;
- Desempeño ambiental de la tecnología;
- Seguridad de los trabajadores involucrados en los procesos de tratamiento de residuos;
- Facilidad de operación;
- Costo de la tecnología y/o de su operación;
- Beneficios económicos.

2.3.2. Tipos de residuos tratados usualmente en autoclaves

- Cultivos y cepas;
- Punzocortantes;
- Materiales contaminados con sangre y cantidades limitadas de fluidos;
- Residuos de cirugía y aislamiento;
- Residuos de laboratorios (excluyendo los residuos químicos);
- Residuos blandos (como gasas, vendas, batas, sábanas, etcétera) del cuidado de pacientes.
- Residuos anatómicos humanos (siempre y cuando no existan razones éticas, legales, culturales o de otro tipo que lo impidan y se apliquen los tiempos y temperaturas adecuados).

2.3.3. Recomendaciones para la operación eficiente de autoclaves

Asegurar que se llevó a cabo una segregación adecuada de los residuos a someter a este tratamiento, para evitar introducir residuos químicos peligrosos.

La evacuación del aire es más efectiva en las autoclaves que cuentan con un ciclo pre-vacío o con múltiples ciclos de vacío. Con altos niveles de vacío y más ciclos de vacío, la penetración del calor es más profunda y el calentamiento de la carga de residuos es más uniforme.

Se puede lograr un tratamiento más eficiente si se colocan las bolsas conteniendo los residuos en planchas separadas unas de otras por un espacio suficiente para que circule el vapor, en lugar de empalmarlas unas sobre otras.

De acuerdo con las especificaciones técnicas de los equipos, se deberá definir la carga de residuos estándar y la forma de colocarlos, a fin de lograr una eficiencia de desinfección que produzca una mortalidad de 6 log₁₀ de las esporas de bacterias:

B. stearothermophilus o *B. subtilis* utilizadas como control de esterilidad.

Los operadores deberán monitorear los tratamientos para determinar las condiciones óptimas a utilizar de manera rutinaria y, en caso necesario, incrementar los tiempos y las temperaturas de tratamiento para contar con un margen de seguridad.

El monitoreo continuo de la temperatura durante el tiempo de exposición, en varios lugares de la cámara, es importante para detectar problemas de temperatura.

Anualmente se debe realizar un ciclo estándar en la autoclave vacía, para detectar posibles cambios en la relación tiempo-temperatura, vacío y presión de vapor.

Los termopares y dispositivos de presión deben probarse para determinar su precisión.

Mantener registros de las pruebas con indicadores químicos o biológicos, de los perfiles tiempo temperatura, de las actividades de mantenimiento e inspecciones periódicas.

Proporcionar suficiente ventilación para minimizar problemas de olores.

Capacitar a los operarios acerca de la forma en que se debe operar el equipo y manejar los residuos antes y después de su tratamiento, así como sobre las medidas de seguridad personal a adoptar, la forma de llevar los registros, los residuos que no deben introducirse en la autoclave, los esquemas de mantenimiento periódico y los planes de contingencia en caso de derrames o fugas.

2.3.4. *Desinfección química*

Por años se ha empleado la desinfección química en los servicios de salud, tanto para desinfectar instrumentos reutilizables, como superficies de lugares de trabajo,

por lo que su uso se ha extendido al tratamiento de los residuos infecciosos, lo cual demanda que el desinfectante entre en contacto con los microbios contenidos en ellos, durante el tiempo necesario y en la concentración suficiente para lograr una desinfección efectiva.

Por lo general, y como ocurre con otros tratamientos distintos a la incineración, los residuos se someten a trituración dentro de los equipos de desinfección química, para lograr un contacto adecuado con los microbios presentes en los residuos. Así mismo, estos sistemas cuentan con mecanismos para permitir la alimentación adecuada de los desinfectantes químicos de manera a paliar el problema de volatilización, descomposición absorción e interacción de los organismos.

Al utilizar estos sistemas se tienen que considerar otros factores que pueden interferir con la desinfección, como son el pH, la temperatura y la presencia de otras sustancias químicas. Así mismo, se deben adoptar medidas de higiene y seguridad para proteger a los operarios durante los procesos de desinfección y asegurar que las descargas de aguas residuales resultantes cumplan con las disposiciones normativas que resulten aplicables.

2.3.5. Tipos de residuos tratados por desinfección química

- Cultivos y cepas
- Punzocortantes
- Residuos líquidos humanos y animales, incluyendo sangre y fluidos corporales (en ciertas tecnologías, esto puede limitarse a un cierto porcentaje de los residuos)
- Residuos de cirugía y aislamiento
- Residuos de laboratorios (excluyendo residuos químicos)
- Residuos blandos (como gasas, vendas, sábanas, batas, etcétera) del cuidado de pacientes.

También pueden tratarse por este medio residuos anatómicos humanos, salvo que lo impidan razones éticas, legales, culturales o de otra índole.

2.3.6. *Desinfectantes químicos comunes*

- Cloro
- Hipoclorito de sodio (blanqueador)
- Ácido peroxiacético
- Glutaraldehído
- Hidróxido de sodio
- Gas ozono
- Óxido de calcio

2.3.7. *Recomendaciones para el uso eficiente de la desinfección química*

Asegurar que la segregación de los residuos a tratar ha sido correcta para evitar que los residuos químicos peligrosos se introduzcan al sistema.

Las áreas de tratamiento deben contar con equipos de monitoreo para asegurar que las concentraciones de contaminantes químicos no rebasen los límites permitidos fijados en la normatividad de higiene y seguridad en el trabajo.

Llevar un registro de los resultados de las pruebas químicas o biológicas de la efectividad de la desinfección, así como de los parámetros de tratamiento (por ejemplo, concentraciones de desinfectantes químicos, de las actividades de mantenimiento preventivo y de inspección periódica.

Proporcionar suficiente ventilación para reducir olores y concentraciones de sustancias químicas en el aire.

Instalar regaderas y equipos de lavado de ojos, así como botiquines de primeros auxilios en caso de exposición accidental a los desinfectantes químicos.

Los trabajadores involucrados deben utilizar lentes resistentes a sustancias químicas, guantes, delantales y otro tipo de equipo protectores que se considere (como equipos de respiración en caso de emergencias químicas).

Proporcionar equipos de protección auditiva si se la trituración de residuos es demasiado ruidosa.

Requerir al proveedor de los desinfectantes químicos que informe que reacciones son posibles entre estos y alguna sustancia química que inadvertidamente entre en contacto con ellos al estar presente en los residuos, así como sobre medidas para responder a emergencias en caso necesario.

Reportar derrames químicos si exceden las “cantidades de reporte”, a las autoridades competentes.

Proporcionar capacitación a los trabajadores involucrados acerca de las bases de la desinfección química, los procedimientos estándares de operación, las hojas de seguridad de los materiales y medidas de higiene y seguridad aplicables, registro de datos, identificación de residuos incompatibles, reconocimiento de problemas técnicos, mantenimiento periódico y planes de contingencia en caso de fugas o derrames (Manual para el manejo integral de residuos de servicios de salud, 2005).

2.4. Antecedentes históricos

En 1546, Girolamo Fracastoro dio inicio a la discusión sobre la importancia de las infecciones contagiosas en su obra "*On contagion*", mientras que, la "teoría germinal de las enfermedades infecciosas" propuesta por Louis Pasteur en 1860, sentó las bases para la idea del microorganismo capaz de causar una enfermedad. Posteriormente se siguió trabajando con microorganismos o con muestras infectadas, estando conscientes de que la persona que los manipulase podía infectarse al tener contacto con ellos (Madigan, y col., 1999).

En 1797, el Arzobispo señor Núñez de Haro, cerebro de la campaña realizada en colaboración con las autoridades civiles, ordenó que se sepultaran los cadáveres de los enfermos de viruela para evitar el contagio, después de echar cal viva en los ataúdes. Es con este tipo de medidas que durante la Colonia y hasta bien entrado el siglo XIX, en nuestro país se establecieron medidas de saneamiento ambiental obligatorias tendientes a tratar de controlar las frecuentes epidemias que diezaban a la población por su gran letalidad. Estos esfuerzos se vieron potenciados también en el siglo XIX por la aplicación masiva de la vacuna antivariolosa que permitió vislumbrar la completa viabilidad de la eliminación de las enfermedades infecciosas (guía de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

Probablemente uno de los primeros casos documentados de las consecuencias fatales de un accidente con material punzocortante en un hospital sea el reportado por el Dr. Ignaz Semmelweis en 1847, quien en su célebre artículo titulado: Etiología, concepto y profilaxis de la fiebre puerperal, describe minuciosamente la forma en que a partir de un razonamiento epidemiológico —sin que aún la epidemiología tomara presencia en el mundo de la ciencia—, se acerca a la explicación de las muertes por fiebre puerperal en el hospital de Viena en el que prestaba sus servicios. Como parte

de sus observaciones describe un acontecimiento que marcó el camino que tomaron sus investigaciones posteriores y que involucra un accidente con material punzocortante durante una autopsia.

En consecuencia, en 1865, el Barón Joseph Lister instituyó la práctica de técnicas antisépticas y del uso de ácido carbólico como desinfectante al trabajar en el quirófano (Madigan *et al.*, 1999).

Desde entonces se empezaron a delinear las medidas que se deben tomar para prevenir una infección laboral, sin embargo, no fue sino hasta mediados del Siglo XX que se establecieron, en los Estados Unidos, normas de bioseguridad para el trabajo adecuado en el laboratorio.

2.5. Marco legal

2.5.1. Marco legal mexicano en materia de residuos peligrosos (RP)

En México, los aspectos legales y normativos relacionados de manera específica con los residuos peligrosos, fueron desarrollados y enunciados a partir del año de 1988 en las Normas Técnicas de Residuos Sólidos (NTRS), por la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).

Debe señalarse, que si bien son varias las dependencias del Ejecutivo Federal involucradas en la elaboración y publicación de ordenamientos relacionados con los RP, en este documento se presta especial atención a los ordenamientos generados

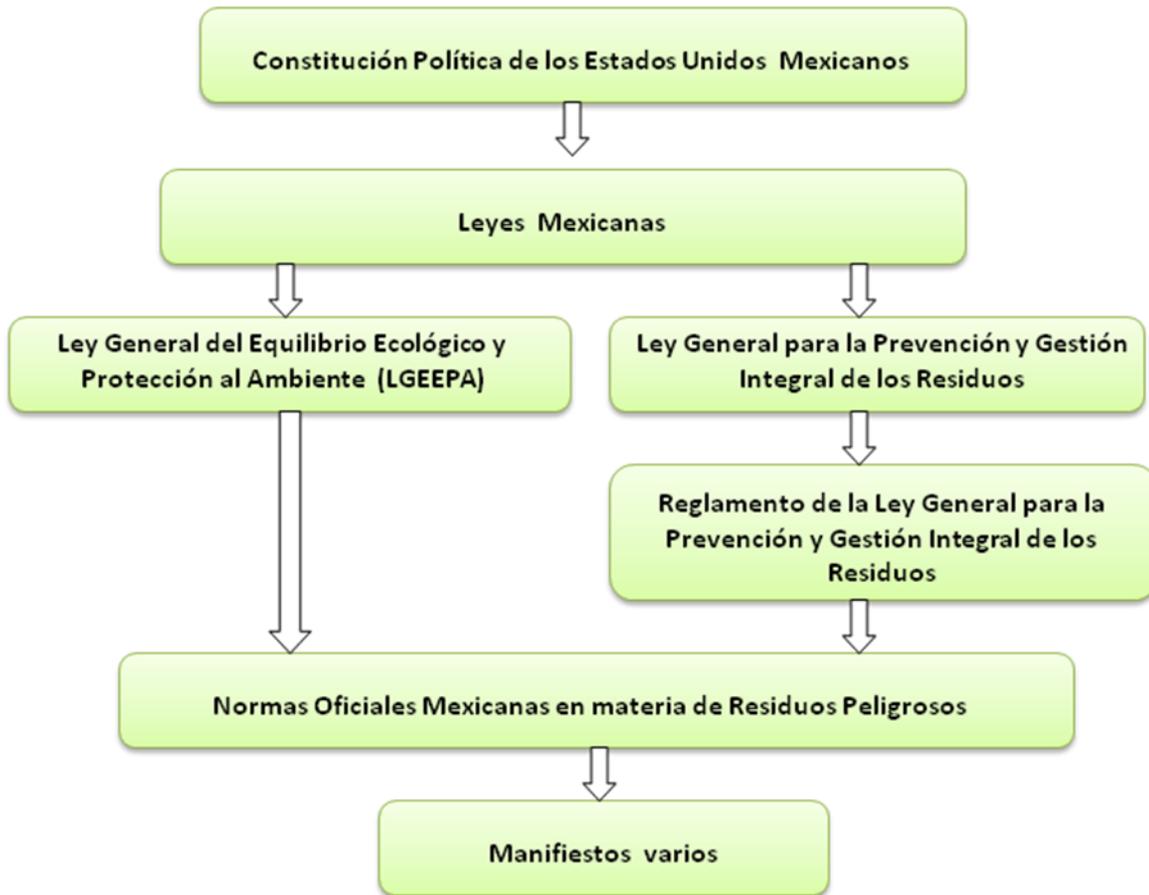
por la actual Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Entre las otras dependencias del Gobierno Federal que han emitido ordenamientos en relación con los RP, se encuentra la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en relación con transporte, envases y embalajes. La Secretaría de Salud (SSA), en relación con residuos hospitalarios. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), en lo relacionado con la prevención de los accidentes y enfermedades del trabajo, etc. (Solórzano, 2001).

2.5.2. Marco jurídico general

El elemento normativo básico del que emanan todos los ordenamientos jurídicos en México se encuentra representado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, presentándose en orden jerárquico, las leyes, los reglamentos y las normas oficiales mexicanas. Así, una ley sobre un tema específico requiere de reglamentos y normas para que pueda ser aplicada (*Ibíd.*).

El siguiente esquema muestra la estructura jerárquica del sistema normativo en México, para el caso particular de los residuos peligrosos:

Figura 1. Marco jurídico de los residuos peligrosos



Fuente: Investigación documental

2.5.3. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Este ordenamiento, promulgado el 5 de febrero de 1917, no menciona de manera explícita y directa aspectos relacionados con los RP. Sin embargo, establece claramente en varios de sus artículos los conceptos básicos que dan fundamento y origen a los ordenamientos de nivel jerárquico inferior.

De esta manera, en el artículo 4 se menciona el derecho de toda persona a la protección de su salud, señalando que el desequilibrio del ecosistema no afecte a la población y en especial al individuo. El artículo 24 se refiere al uso de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente, mientras que el artículo 27 incorpora el concepto de conservación de los recursos naturales, así como el de prestar atención a los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. Por su parte, el artículo 73 menciona el aspecto de expedición de leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

2.5.4. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta Ley fue publicada originalmente en el Diario Oficial de la Federación (DOF), con fecha 28 de enero de 1988. La última reforma aplicada corresponde al 13 de junio del 2003.

La LGEEPA se encuentra estructurada en seis títulos y compuesta por un total de 214 artículos —incluyendo 10 transitorios—; se mencionan aquellos directamente relacionados con los RP.

El Título Primero, Capítulo I (artículo 3º.) define, entre otros conceptos, a los residuos peligrosos.

El Capítulo VI (Materiales y Residuos Peligrosos) del Título Cuarto (Protección al Ambiente), está dedicado totalmente a los RP, contando con seis artículos (la versión

primera de la Ley contemplaba cuatro). El artículo 150 determina que los RP deberán ser manejados con arreglo a la Ley, Reglamento y Normas aplicables. Por su parte, el artículo 151 determina que la responsabilidad del manejo y disposición final de los RP corresponde a quien los genera y menciona además la responsabilidad de las empresas manejadoras de RP.

El artículo 151 *bis* establece la obligatoriedad de requerir la autorización previa de la Secretaría para instalar y operar sistemas de cualquier tipo de manejo de RP, mientras que, el artículo 152 se refiere a la promoción de programas de minimización, reúso y reciclaje de los mismos. En el artículo 152 *bis* se cita la obligatoriedad de recuperar suelos dañados con este tipo de residuos. Finalmente, el artículo 153 especifica las condiciones que deben observarse en la eventual importación y exportación de dichos materiales.

2.5.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003. Se encuentra estructurada en siete títulos y 138 artículos —incluyendo 13 transitorios—. Se mencionan a continuación algunos de los aspectos más sobresalientes relacionados con los Residuos Peligrosos.

El Título Primero, Capítulo Único, trata en el Artículo 1 establecer las bases para: regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establece las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia, también crear un sistema de información relativo a la generación y gestión integral de los residuos

peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de sitios contaminados y remediados, así como regula la importación y exportación de residuos.

Se plantea en el Artículo 2 que “corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos, y en su caso, de la reparación de los daños”. Por otra parte, destaca en el Artículo 4 que “se exceptúan de la aplicación de esta Ley los residuos radiactivos, los que estarán sujetos a los ordenamientos específicos que resulten aplicables”.

El Artículo 5, introduce el concepto de **Gran Generador** al que define como: “persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida”, y como **Pequeño Generador** como: “persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida”, mientras que la definición de **Micro Generador** equivalente a: “establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Este artículo debe ser sujeto de modificación por las autoridades, uniformizando los tres conceptos en relación a los términos de residuos o de residuos peligrosos.

El Artículo 15 (Título Tercero, Capítulo Único) plantea que : “la Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en manejo de los mismos”.

El Artículo 16 (Título Tercero, Capítulo Único) refiere: “la clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

El Artículo 31 (Título Cuarto, Capítulo II) define los residuos peligrosos que estarán sujetos a un plan de manejo, así como los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen sujetos a dicho plan y que estén clasificados como tales en la NOM correspondiente.

El Artículo 50 (Título Quinto, Capítulo III), define cuando se necesita autorización de la Secretaría para actividades relacionadas con el manejo de los residuos peligrosos.

El Capítulo IV (Título Quinto), contempla el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos, planteándose que la Secretaría, al establecer la normatividad correspondiente, tomará en consideración los criterios de salud que al respecto establezca la Secretaría de Salud. El Capítulo V de este título aborda la responsabilidad acerca de la contaminación y remediación de sitios, el Capítulo VI incluye la prestación de servicios en materia de residuos peligrosos, y el Capítulo VII los contenidos relacionados con la importación y exportación de residuos peligrosos.

En el Título Séptimo se abordan las medidas de control y de seguridad infracciones y sanciones relacionadas con los residuos peligrosos.

En relación a los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI), destaca en el Artículo 56 del Capítulo IV (Título Quinto): “se prohíbe el almacenamiento de

residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente”, lo que implica que hasta seis meses pudieran estar almacenados. Este planteamiento no contempla que la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 establece en el punto 6.3.2 que el periodo de almacenamiento temporal estará sujeto al tipo de establecimiento generador como sigue: (a) Nivel I: Máximo 30 días, (b) Nivel II: Máximo 15 días y (c) Nivel III: Máximo 7 días. La causa de que no exista alineación en los ordenamientos estriba en que los residuos biológicos se descomponen aceleradamente en función del tiempo por lo que hay que recogerlos y disponerlos rápidamente, presentan

En el Artículo 67 Capítulo IV (Título Quinto), se plantea: En materia de residuos peligrosos, está prohibido “La incineración de estos, que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental”. No se mencionan en este artículo los equipos y materiales de PVC blandos que contienen ftalatos y que son de amplio uso hospitalario y que al incinerarse junto a la materia orgánica producen efectos mutagénicos, teratogénicos y carcinogénicos en humanos y animales, ni los medicamentos genotóxicos ni los que están desechados y presentan en su composición metales tóxicos.

2.5.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Posteriormente a la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, apareció este Reglamento con objeto de suministrar un instrumento para el desarrollo y aplicación de los conceptos establecidos en dicha Ley.

Este reglamento está estructurado en 10 títulos y 243 artículos ordenados de la siguiente manera:

- Título Primero. Disposiciones Preliminares (Artículos 1 al 8).
- Título Segundo. Instrumentos de Política de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Artículos 9 al 21).
- Título Tercero. Planes de Manejo (Artículos 22 al 31).
- Título Cuarto. Participación Social y Derecho a la Información (Artículos 32 al 36).
- Título Quinto. Clasificación de los Residuos (Artículos 37 al 46).
- Título Sexto. Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (Artículos 47 al 54)
- Título Séptimo. Residuos Peligrosos (Artículos 55 al 89).
- Título Octavo. Manejo Integral de Residuos Peligrosos (Artículos 90 al 190).
- Título Noveno. Responsabilidad acerca de la Contaminación y Remediación de Sitios (Artículos 191 al 215).
- Título Décimo. Medidas de Control y de Seguridad, Infracciones y Sanciones (Artículos 216 al 235).
- Artículos Transitorios (8).

En resumen se señalan en la tabla 1. Las obligaciones de los generadores de residuos peligrosos que señala la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento de acuerdo a su categoría de generación.

Tabla 3. Obligaciones de generadores de residuos peligrosos de acuerdo a su categoría

Categoría	Gran generador	Pequeño generador	Microgenerador
Cantidad de generación	A partir de 10 Ton	Más de 400 kg a menos de 10 Ton	Hasta 400 kg
Registro ante la SEMARNAT	Sí	Sí	Sí
Presentar a consideración plan de manejo	Sí	-----	-----
Contar con bitácora de movimientos	Sí	Sí	-----
Presentar informe anual (COA)	Sí	-----	-----
Contar con seguro ambiental	Sí	-----	-----
Sujetar sus residuos a un plan de manejo	-----	Sí	Sí
Registro ante autoridades Estatales o Municipales (Cuando existan convenios de descentralización)	-----	-----	Sí
Llevar sus residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados	-----	-----	Sí
Contratar el servicio con empresas autorizadas	Sí	Sí	Sí

Fuente: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

2.5.7. Normas Oficiales Mexicanas (SEMARNAT)

En el último nivel de la estructura jerárquica del marco normativo, se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), en materia de residuos peligrosos.

Con la publicación de la Ley Federal de Metrología y Normalización, publicada el 16 de julio de 1992, se modificaron ciertas condiciones entre las cuales se planteaba la homogenización de la nomenclatura de las normas mexicanas. De esta manera, mediante Decreto publicado el 29 de noviembre de 1994, las siete normas técnicas ecológicas en materia de RP incluyeron en su título la abreviatura ECOL, la cual

actualmente ha sido sustituida por el acrónimo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

- NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.), el 23 de junio de 2006 (clave anterior NOM-052-ECOL-1993).
- NOM-053-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Publicada en el D.O.F. el 22 de octubre de 1993 (clave anterior NOM-053-ECOL-1993).
- NOM-054-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Publicada en D.O.F. el 22 de octubre de 1993 (clave anterior NOM-054-ECOL-1993).
- NOM-055-SEMARNAT-2003, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radiactivos. Publicada en el D.O.F. el 3 de noviembre de 2004 (clave anterior NOM-055-ECOL-1993).
- NOM-056-SEMARNAT-1993, que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. Publicada en el D.O.F. el 22 de octubre de 1993 (clave anterior NOM-056-ECOL-1993).
- NOM-057-SEMARNAT-1993, que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos. Publicada en el D.O.F. el 22 de octubre de 1993 (clave anterior NOM-057-ECOL-1993).

- NOM-058-SEMARNAT-1993, que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. Publicada en el D.O.F. el 22 de octubre de 1993 (clave anterior NOM-058-ECOL-1993).

Estas normas se convierten así en los instrumentos que permiten la aplicación última de los conceptos legales de la Ley y su Reglamento, además de permitir a la autoridad competente la vigilancia y aplicación de sanciones en caso de infringir lo establecido en los mencionados ordenamientos.

Adicionalmente a las siete normas citadas corresponden a la normatividad vigente las cinco que a continuación se exponen, para totalizar las doce en existencia relacionadas con el tema de los residuos peligrosos:

- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos. Clasificación y especificaciones de manejo. Publicada en el D.O.F. el 17 de febrero de 2003 (clave anterior NOM-087-ECOL-SSA1-2002).
- NOM-098-SEMARNAT-2002. Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. Publicada en el D.O.F. el 1 de octubre de 2004.
- NOM-133-SEMARNAT-2000. Protección ambiental. Bifenilos policlorados (BPCs). Especificaciones de manejo. Publicada en el D.O.F. el 10 de diciembre de 2001 (clave anterior NOM-133-ECOL-2000). Modificación en el D.O.F. el 5 de marzo de 2003.
- NOM-141-SEMARNAT-2003. Que establece los requisitos para la caracterización del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. Publicada en el D.O.F. el 13 de septiembre de 2004.

- NOM-145-SEMARNAT-2003. Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables. Publicada en el D.O.F. el 27 de agosto de 2004.

2.5.8. Ordenamientos de otras dependencias

Además de la autoridad en materia ambiental, existen otras dependencias del Ejecutivo Federal que han elaborado y publicado ordenamientos que se relacionan directa o indirectamente con el manejo de los Residuos Peligrosos.

El 14 de septiembre del 2005 fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación, las bases de colaboración que celebran la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con la participación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y la Secretaría de Salud, con la participación de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), para coordinar esfuerzos y vigilar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

En la Cláusula Segunda en el numeral 4 de las Bases de Colaboración se establece que con el propósito de garantizar un eficaz cumplimiento de la normatividad, en lo relacionado con el manejo de RPBI, "SALUD", por conducto de "COFEPRIS", y "SEMARNAT", por conducto de "PROFEPA", se comprometen a proporcionar a los establecimiento generadores y prestadores de servicios a terceros de RPBI, una guía de aplicación de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, para su cabal cumplimiento y minimizar los riesgos sanitarios y efectos al medio ambiente.

Capítulo 3 Procedimiento o método

3.1. Planteamiento del problema

Los RPBI pueden causar efectos nocivos a la salud y daños al medio ambiente, en la Escuela Oficial de Medicina no se cuenta con un sistema de gestión integral de los residuos peligrosos biológico infecciosos (RPBI), que permitan técnicamente su manejo y eliminación, de los laboratorios de la misma.

3.2. Justificación

Según estimaciones del Observatorio Europeo de Riesgos (2007), se calcula que 320,000 trabajadores de todo el mundo fallecen anualmente debido a enfermedades transmisibles causadas por riesgos biológicos representados principalmente por virus, bacterias, protozoarios, hongos, insectos y otras especies de organismos.

Un aspecto relevante que justifica la realización de esta investigación, surge de la necesidad de conocer:

- El Tipo y cantidad anual promedio de RPBI que se generan en los laboratorios de la Escuela de referencia.
- Como se lleva a cabo tanto su manejo, así como la disposición final de los RPBI, que actualmente se les da en los laboratorios de dicha dependencia, ya que no se tienen datos registrados de estos parámetros.

Los únicos datos disponibles y de los que se tienen registro, son los de los RPBI provenientes de desechos hospitalarios generados en el país, donde diariamente

toda esa infraestructura médica y hospitalaria genera alrededor de 191 toneladas; lo que significa que cada una de las aproximadamente 127 mil camas censables produce al día 1.5 kilogramos, según datos de la Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005).

En el año 2005, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), precisó que en promedio en los hospitales del D.F. se gasta en la eliminación de RPBI aproximadamente seis pesos por kilogramo, lo que constituye un gasto fuerte para los hospitales de tercer nivel, que generan entre 400 y 600 kilogramos de este tipo de desechos al día. La clasificación de la versión anterior de la norma —donde la basura que producía el hospital era considerada peligrosa— implicaba un gasto de alrededor de 90 mil pesos al mes.

Sin embargo, en México se pierde de vista lo que pasa con los desechos de este tipo de residuos generados en: hogares, Instituciones de enseñanza e investigación, consultorios dentales, clínicas de belleza, lugares donde se realizan tatuajes y perforaciones etc., los cuales en su gran mayoría tienen como destino final los basureros municipales, donde la basura doméstica —orgánica e inorgánica— se encuentra mezclada con gasas, jeringas, fluidos biológicos, cadáveres de animales, etc. con las que los trabajadores de limpia y pepenadores además de sufrir heridas con objetos punzocortantes, pueden adquirir enfermedades infecciosas causadas por virus como el del VIH/sida o el de la hepatitis C, entre otros.

Con este tipo de residuos se fomenta la creación de focos de infección, que repercutirán en el entorno ecológico y por ende en la salud de la población.

3.3. Objetivos

3.3.1. *Objetivo general*

Diseñar un sistema de gestión integral de RPBI, en los laboratorios de una Escuela Oficial de Medicina.

3.3.2. *Objetivos específicos*

- Determinar los tipos de RPBI, generados en los laboratorios de la Escuela en referencia.
- Emplear un análisis sensorial sobre riesgos biológicos en los laboratorios de la Escuela en cuestión.
- Analizar cuáles son las etapas principales por las que cursan los RPBI, desde su generación, hasta su eliminación.
- Verificar el cumplimiento en materia normativa, sobre el manejo y eliminación de RPBI, que se llevan a cabo en la Escuela.
- Crear una propuesta técnica sobre gestión integral de RPBI, que permita su manejo y eliminación, en los laboratorios de la Escuela en mención, cumpliendo con los lineamientos que marca la legislación vigente del país.

3.4. Materiales y método

3.4.1. Recursos materiales y equipos

- Cámara digital y de video marca Olympus Stylus-7040 ®
- Cámara digital y de video marca Sony Cyber-shot ®
- Notebook marca HP Pavilion tx2532la
- Impresora marca Samsung CLP-310

3.4.2. Instrumentos de investigación

- Manifiestos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos correspondientes a los años 2010 y 2011.
- Registros Mensuales de Consulta Dental del año 2010.
- Registros Mensuales de Consulta de Acupuntura del año 2010.
- 14 Formatos de Encuesta sobre el Manejo de RPBI.
- Guía de Cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

3.4.3. Lugar de la investigación

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones de una Escuela Oficial de Medicina, ubicada en el Área Metropolitana de la Ciudad de México.

3.4.4. Criterios de inclusión

El trabajo de investigación solo se realizó en los laboratorios de la Escuela en mención donde se generan RPBI, —siete laboratorios de investigación de posgrado, catorce cubículos de consulta de acupuntura, un necrocomio, un consultorio dental y tres laboratorios de enseñanza—.

3.4.5. Criterios de exclusión

No se consideró los laboratorios que no generan RPBI para este trabajo, —dos laboratorios de enseñanza y uno de investigación de cronobiología—.

3.4.6. Tipo de investigación

Debido a la estructura del estudio, éste se clasificó como sigue (De la Vega, 1994):

- a) Investigación documental: se efectuaron visitas a las bibliotecas: central de la Universidad Nacional de Autónoma de México (UNAM), de Ciencia y Tecnología Ing. Víctor Bravo Ahuja y a la ubicada de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía (ENMyH), estas dos últimas pertenecientes al Instituto Politécnico Nacional (IPN). Además se acudió a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- b) Investigación de campo: se efectuaron visitas en 14 laboratorios, 2 almacenes temporales de RPBI y 1 bioterio de la Escuela en estudio.
- c) Seccional: se efectuó durante un corte de tiempo comprendido entre abril de 2010 y agosto de 2011.

d) No Experimental: se observó el desarrollo natural del evento sin manipular ninguna variable.

Por lo tanto el tipo de estudio realizado fue: cualitativo con enfoque seccional observacional.

3.4.7. Fases del estudio

Con la finalidad de aproximar al lector con el método empleado, a continuación se esquematizan en un flujograma, de manera general dichas fases:

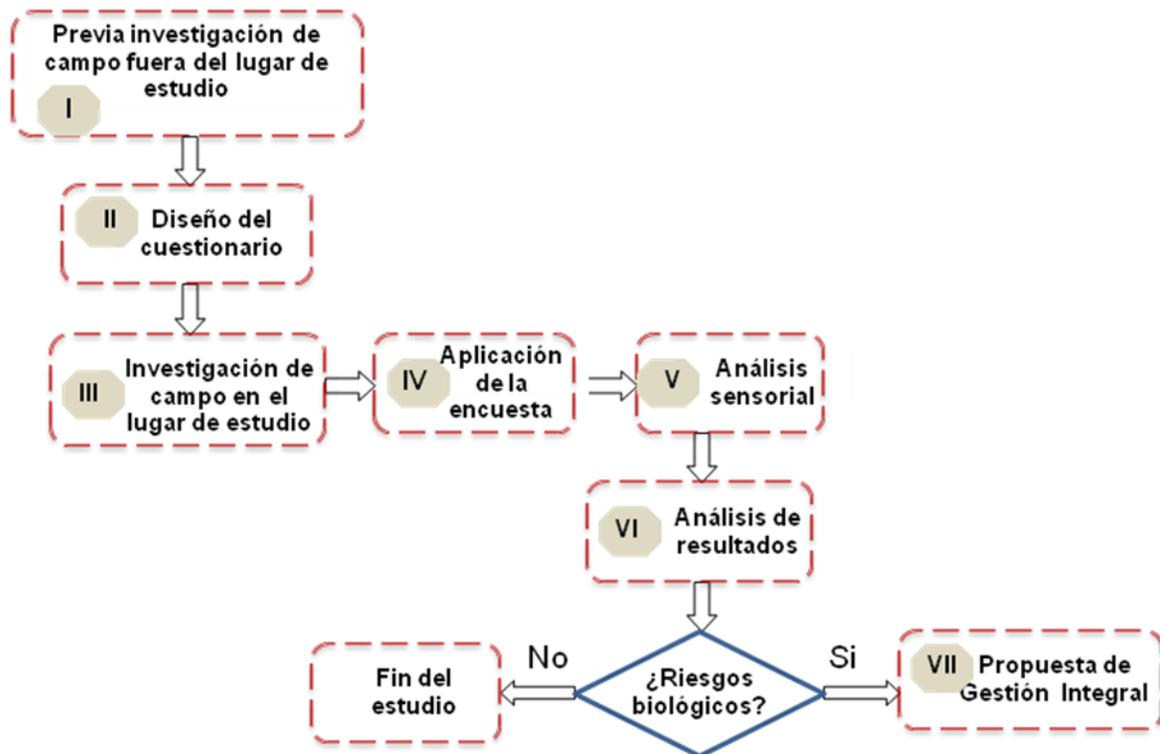


Figura 2. Flujograma del método de investigación

3.4.7.1. Descripción de las fases

- I. Previa investigación de campo fuera del lugar de estudio: derivado de la poca información sobre la situación actual en el país con respecto al manejo de RPBI en Escuelas Oficiales en Medicina, hubo la necesidad de visitar dos de ellas ubicadas en la Ciudad de México.
- II. Diseño de la encuesta de diagnóstico: su elaboración esta basado en apego a la guía de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental salud ambiental residuos peligrosos biológico infecciosos clasificación y especificaciones de manejo (ver anexo I).
- III. Investigación de campo en el lugar de estudio: en esta etapa se identificaron aquellos laboratorios generadores de RPBI, de la Escuela en referencia y la cantidad anual por tipo de RPBI, generada por la institución durante los años 2010 y 2011.
- IV. Aplicación de la encuesta: ésta fue aplicada a cada uno de los responsables de los 14 laboratorios generadores de RPBI de la Escuela en alusión, determinando lo siguiente:
 - Tipos de RPBI generados por laboratorio: se evaluó la generación de estos tipos de RPBI, —sangre, cultivos y cepas, utensilios desechables contaminados, tejidos y órganos, líquidos y/o fluidos corporales, muestras biológicas, cadáveres y partes animales, recipientes desechables con sangre, material de curación impregnados con sangre líquida, materiales absorbentes empleados en jaulas de animales expuestos a agentes enteropatógenos y objetos punzocortantes—. El criterio de calificación que se empleó fue 1=significa que genera ese tipo de RPBI, 0= significa que **No** genera ese tipo de RPBI.

- Cantidades aproximadas de RPBI generadas por mes por cada uno de ellos: la escala a evaluar fue: —Menos de 5 Kg, 5 a 10 Kg y Más de 10 Kg—.
- Periodos de almacenamiento *in situ*: escala a evaluar fue —Menos de 1 semana, 1 a 2 semanas, 2 a 4 semanas y Más de 4 semanas—.
- Controles técnicos empleados en el manejo de RPBI: los controles técnicos a evaluar fueron —empleo de bitácoras, conocimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, registros de capacitación del personal del laboratorio en cuanto al manejo de RPBI, identificación, tratamiento y/o inactivación de los mismos, empleo de contenedores identificados, procedimientos escritos para el manejo de los residuos, procedimientos escritos de limpieza y desinfección de áreas, registros de accidentes causados por la manipulación de los RPBI, empleo de señalamientos y colores de seguridad en el laboratorio en cumplimiento a la NOM-026-STPS-2008, y uso de un lugar específico en el laboratorio para el acopio de RPBI—.
- Medidas de seguridad en los laboratorios, ante posibles accidentes causados por RPBI: Presencia de botiquín de primeros auxilios, lavavojos, regaderas de seguridad, agentes químicos desinfectantes, listado de teléfonos de emergencia, manual de seguridad, convenios con hospitales. El criterio de calificación en este punto fue 1=significa que dispone de la medida de seguridad respectiva, 0= significa que **No** dispone de ella.

V. Análisis sensorial: este punto consistió en una inspección visual basada en la guía de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-2002 en cada uno de los laboratorios en estudio, con la finalidad de precisar las etapas por las que cursan los RPBI, desde su generación hasta su disposición final y por último evaluar el grado de cumplimiento de cada laboratorio, con respecto a nueve puntos de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, para obtener el grado de

cumplimiento en general de la Escuela en estudio. Los puntos y el criterio que se empleó para evaluar a cada uno de ellos son los siguiente:

- Procedimiento Normalizado de Operación (PNO): tener por escrito e impreso el PNO donde se especifique cada una de las operaciones que se realizan en el laboratorio para llevar acabo el manejo, tratamiento, almacenamiento, acopio y disposición final de los RPBI.
- Bitácora: contar con registros de las cantidades y tipos de RPBI generados en el laboratorio.
- Identificación: correcta separación de los RPBI en sus contenedores con forme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Envasado: llenado y etiquetado de contenedores conforme a norma citada en el punto anterior.
- Tratamiento interno: empleo de algún método físico o químico para eliminación de agentes patógenos.
- Almacenamiento Temporal: presencia de un lugar específico para el almacenamiento temporal de los RPBI, separado de áreas de cocinas, comedores, almacén de medicamentos, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías.
- Capacitación: existencia de registros y evaluaciones del personal, con respecto al manejo, tratamiento y disposición final de los RPBI.
- Plan de contingencia: poseer listado con números telefónicos en caso de emergencia, así como también; tener manual de seguridad contra accidentes provocados por los RPBI.
- Equipo de Protección Personal (EPP): disponer y portar completo el siguiente EPP –guantes de látex, lentes de seguridad, delantal peto y mascarilla filtrante contra polvos y partículas líquidas—, durante la manipulación de RPBI.

Nota: La calificación para evaluar los 9 puntos anteriores es: 1= significa que **Sí** cumplen con lo especificado en el punto en referencia a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, 0= significa que **No** cumplen con lo especificado en el punto en referencia a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

- VI. Análisis de resultados: en este paso se empleó estadística básica descriptiva.
- VII. Propuesta de gestión integral de RPBI: derivado del análisis sensorial y la detección de riesgos biológicos, se realizó una propuesta para el correcto manejo de los RPBI, en los laboratorios de la Escuela Oficial de Medicina.

Capítulo 4 Resultados y discusión

4.1. Investigación preliminar de campo

La tabla 4. Presenta los resultados obtenidos de la visita a campo a dos Escuelas Oficiales ubicadas en el área Metropolitana de la Ciudad de México, donde se generan residuos peligrosos biológico infecciosos.

Tabla 4. Resultados de investigación preliminar de campo.

Escuela oficial (a)	Escuela oficial (b)
Se incineran aprox. 200 a 300 kg, de animales de experimentación —ratas y conejos principalmente—, semestralmente.	Durante el año 2009 se incineraron, 5.2 toneladas de residuos peligrosos, generados en laboratorios de enseñanza, investigación y servicios externos.
Aproximadamente se generaron 70 kg, de objetos punzocortantes en el año 2009	Durante el año 2009, generaron aprox. 75 kg de objetos punzocortantes.
Solo 3 de sus 10 incineradores están certificados, en cuanto a su operación.	Cuentan con 1 incinerador automático con capacidad de carga de 50 a 100 kg (7 meses de operación), autorizado por SEMARNAT; pero sin certificación de operación alguna.
	Durante el primer semestre del año 2010, se generaron aprox. 3 toneladas de residuos peligrosos.
	Cada semana durante el año 2010, se incineraron de 12 a 15 kg, de medios de cultivo.

Fuente: Investigación de campo 2009-2010.

4.2. Investigación de campo en el lugar de estudio

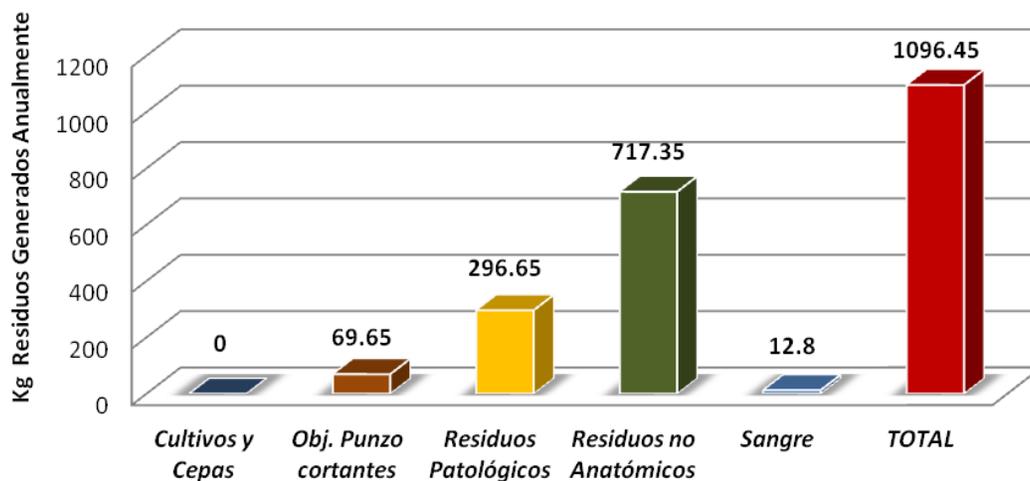
Tabla 5. Laboratorios generadores de RPBI en la escuela oficial de medicina.

Necrocomio	Investigación de Hematobiología
Interdisciplinario de Histología	Investigación de Biomedicina Molecular 3
Interdisciplinario de Microbiología	Investigación Bioquímica
Interdisciplinario de Fisiología	Investigación de Biomedicina Molecular 2
Consultorio Dental	Investigación de Biomedicina Molecular 1
Análisis Clínicos	Investigación de Microbiología
Consultorio de Acupuntura	Investigación de Biología Celular

Fuente: Investigación de campo 2010.

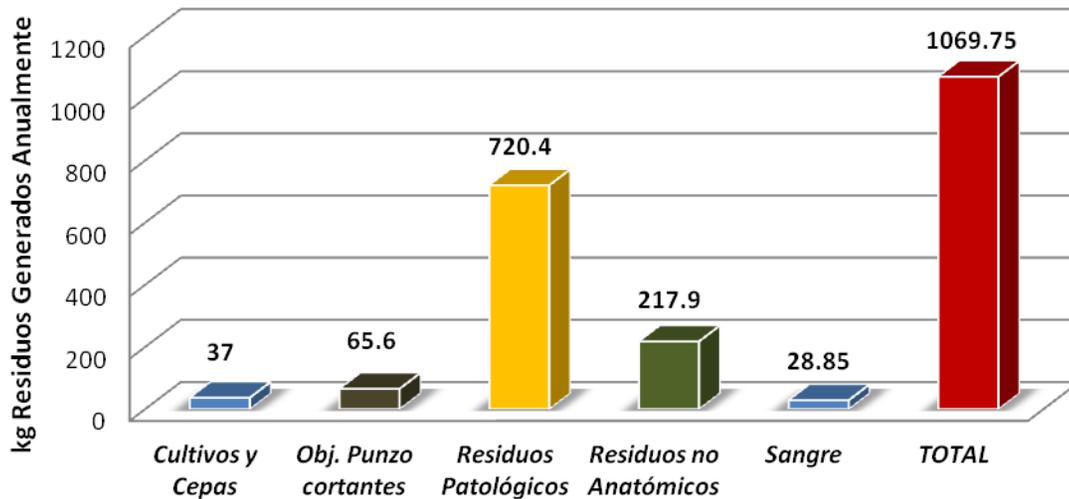
En la tabla 5. Los laboratorios generadores de RPBI de la Escuela en mención son: 14, de los cuales 7 son de investigación a nivel de posgrado, 3 de consulta externa y 4 son de enseñanza.

Gráfica 1. RPBI generados en la escuela oficial de medicina en 2010.



Fuente: Investigación de campo 2010

Gráfica 2. RPBI generados en la escuela oficial de medicina en 2011.



Fuente: Investigación de campo 2011

Las gráficas 1 y 2.- Muestran las cantidades por tipo de RPBI producidos, así como; el total generado en la Escuela Oficial de Medicina durante los años 2010 y 2011 respectivamente. Un dato significativo a semejanza de las escuelas previamente investigadas, es que se generan anualmente en un rango de 65 a 70 Kg de objetos punzocortantes en ambas instituciones.

4.3. Resultados de la Aplicación de la encuesta



Figura 3. Símbolo Universal de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos

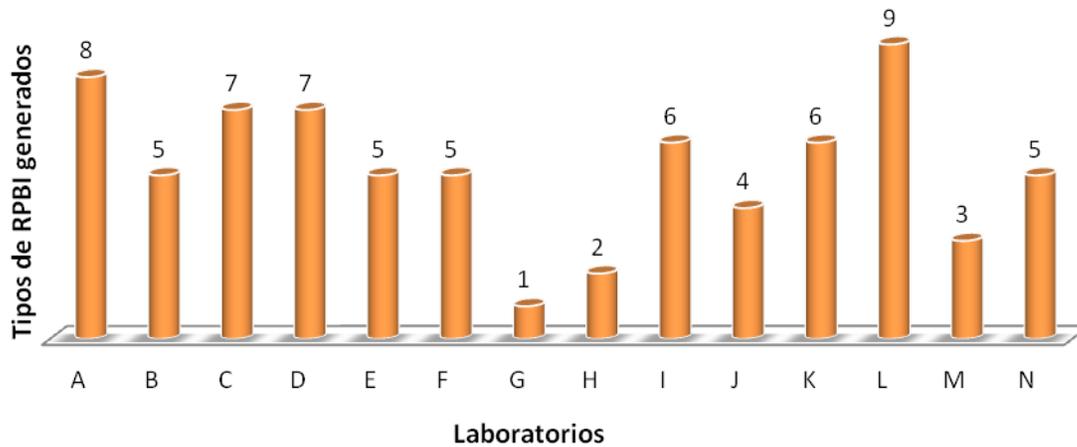
Tabla 6. Tipo de RPBI generado en los laboratorios de la Escuela Oficial de Medicina

Laboratorio	Sangre	Cultivos y cepas	Utensilios desecho contaminados	Tejidos y órganos	Líquido y/o fluidos corporales	Muestras biológicas	Cadáveres y partes de animales	Recipientes desechables con sangre	Material de curación con sangre	Materiales absorbentes empleados en jaulas de animales	Objetos punzo-cortantes	RPBI Generados por Laboratorio
Necrocomio	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8
Inter. Histología	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5
Inter. Microbiología	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	7
Inter. Fisiología	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	7
Consultorio dental	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5
Análisis Clínicos	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	5
Consultorio acupuntura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Inv. Hematobiología	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Inv. Biomedicina Molecular 3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6
Inv. Bioquímica	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Inv. Biomedicina Molecular 2	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
Inv. Biomedicina Molecular 1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	9
Inv. Microbiología	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Inv. Biología Celular	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	5

Clave 1= genera ese tipo de residuo; 0=No lo genera. Fuente: Investigación de campo

La tabla 6. Representa los tipos de RPBI que se generan en cada uno de los laboratorios examinados. Se demuestra que los laboratorios de Investigación de Biomedicina Molecular 1, Necrocomio, interdisciplinario de Microbiología y Fisiología, son los que presentan la mayor diversidad de RPBI, como se muestra en la gráfica 3.

Gráfica 3. RPBI generados por laboratorio.



Fuente: Investigación de campo

Significado de Claves:

Laboratorios: A) Necrocomio, B) Interdisciplinario Histología, C) Interdisciplinario Microbiología, D) Interdisciplinario Fisiología, E) Consultorio Dental, F) Análisis Clínicos, G) Consultorio Acupuntura, H) Investigación Hematobiología, I) Investigación Biomedicina Molecular 3, J) Investigación Bioquímica, K) Investigación Biomedicina Molecular 2, L) Investigación Biomedicina Molecular 1, M) Investigación Microbiología, N) Investigación Biología Celular.

La gráfica 3.- muestra la variedad de RPBI generados en cada uno los catorce laboratorios en estudio. El consultorio de acupuntura solo generó objetos punzo cortantes al momento de la inspección; sin embargo; no deja de existir el riesgo de un posible accidente por solo generar un tipo de RPBI.

4.3.1. Cantidad aproximada de RPBI generada por los laboratorios en un mes

Tabla 7. Cantidad aproximada de RPBI generada por los laboratorios en un mes

LABORATORIO	Menos de 5 Kg	5 a 10 Kg
Necrocomio	Si	No
Interdisciplinario Histología	Si	No
Interdisciplinario Microbiología	Si	No
Interdisciplinario Fisiología	Si	No
Consultorio Dental	Si	No
Análisis Clínicos	Si	No
Consultorio Acupuntura	Si	No
Investigación Hematobiología	Si	No
Investigación Biomedicina Molecular 3	Si	No
Investigación Bioquímica	Si	No
Investigación Biomedicina Molecular 2	Si	No
Investigación Biomedicina Molecular 1	No	Si
Investigación Microbiología	Si	No
Investigación Biología Celular	Si	No

Fuente: Investigación de campo

La tabla 7.- indica las cantidades aproximadas de RPBI generadas en un mes por laboratorio, registrando que el de Investigación de Biomedicina Molecular 1 es el que produce más residuos biológicos (5 a 10 Kg por mes), esto se ve reflejado ya que también es el laboratorio que genera la mayor diversidad de tipos de RPBI (ver gráfica 3); ningún laboratorio generó más allá de 10 Kg de RPBI por mes.

4.3.2. Periodo de almacenamiento de RPBI en los laboratorios

Tabla 8. Periodo de almacenamiento de RPBI en los laboratorios.

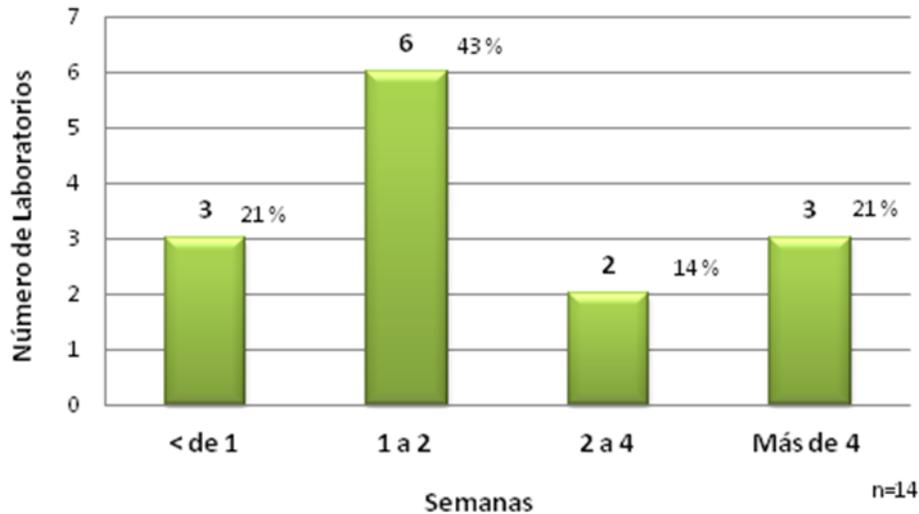
LABORATORIO	Menos de 1 semana	1 a 2 semanas	2 a 4 semanas	Más de 4 semanas
Necrocomio	Si	No	No	No
Interdisciplinario Histología	No	No	Si	No
Interdisciplinario Microbiología	Si	No	No	No
Interdisciplinario Fisiología	No	No	No	Si
Consultorio Dental	No	No	No	Si
Análisis Clínicos	No	Si	No	No
Consultorio Acupuntura	No	No	Si	No
Investigación Hematobiología	No	Si	No	No
Investigación Biomedicina Molecular 3	No	Si	No	No
Investigación Bioquímica	No	No	No	Si
Investigación Biomedicina Molecular 2	No	Si	No	No
Investigación Biomedicina Molecular 1	No	Si	No	No
Investigación Microbiología	No	Si	No	No
Investigación Biología Celular	Si	No	No	No

Fuente: Investigación de campo

En la tabla 8.- se muestra el tiempo de retención de RPBI dentro de los laboratorios de la Escuela en estudio. Obteniendo que: el Interdisciplinario de Fisiología,

Consultorio Dental y el de Investigación Bioquímica son los que almacenan por un periodo mayor a 4 semanas, como se muestra en la gráfica 4.

Gráfica 4. Periodo de almacenamiento.



Fuente: Investigación de campo

Se observa en la gráfica 4.- el periodo de almacenamiento temporal de RPBI, dentro de los laboratorios. Obteniendo que 3 de los 14 laboratorios en cuestión los almacenan por un tiempo mayor a 4 semanas.

Con respecto a este punto se realizó una comparación entre los resultados obtenidos por Torres (2004), y los obtenidos en este estudio. En el trabajo del autor antes citado se manejan solo porcentajes de los laboratorios que almacenan sus residuos en los periodos especificados en la gráfica 4, para poder establecer la relación entre ambos se obtuvo el porcentaje correspondiente a los obtenidos es decir de un total de 14 laboratorios en estudio 3 representa el 21%, 6 el 43%, y 2 el 14%; haciendo la comparación entre ambos estudios se halló una similitud de porcentajes entre los periodos de almacenamiento menor a una semana y de 2 a 4 semanas.

Es importante señalar que al inspeccionar el almacén temporal (ver foto 15.), de la Escuela Oficial de Medicina No cumple con las siguientes especificaciones que indica la Nom-087-SEMARNAT-SSA1-20002 por falta de:

- señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos.
- un sistema de refrigeración que permita conservar a una temperatura no mayor a 4°C los residuos patológicos, humanos o de animales.
- Ventilación.
- Espacio para efectuar las maniobras de recolección externa.
- Registros de los tipos y cantidades de RPBI generados en la Escuela.

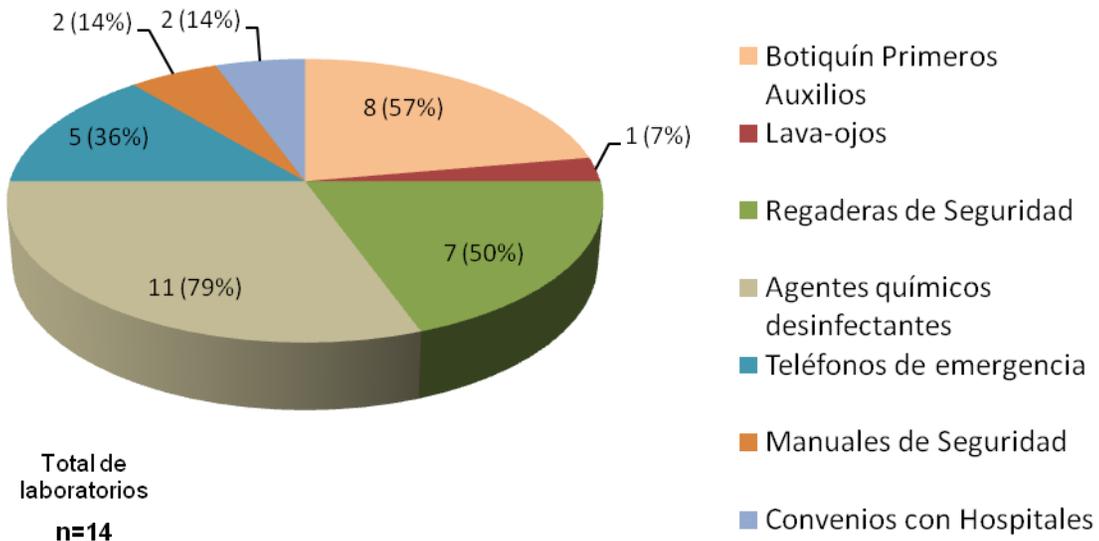
Tabla 9. Medidas de seguridad ante riesgos biológicos							
LABORATORIO	Botiquín primeros auxilios	Lava ojos	Regaderas de seguridad	Agentes químicos desinfectantes	Teléfonos emergencia	Manual Seguridad	Convenios con Hospitales
Necrocomio	0	0	1	0	1	1	1
Interdisciplinario Histología	0	0	1	1	0	0	0
Interdisciplinario Microbiología	0	0	0	1	0	0	0
Interdisciplinario Fisiología	1	0	1	1	0	0	0
Consultorio Dental	0	0	0	1	0	0	0
Análisis Clínicos	1	0	0	1	0	0	0
Consultorio Acupuntura	1	0	0	1	1	0	0
Investigación Hematobiología	1	0	0	0	0	0	0
Investigación Biomedicina Molecular 3	0	0	1	1	0	0	1
Investigación Bioquímica	1	1	1	1	1	1	0
Investigación Biomedicina Molecular 2	1	0	0	0	0	0	0
Investigación Biomedicina Molecular 1	0	0	1	1	0	0	0
Investigación Microbiología	1	0	1	1	1	0	0
Investigación Biología Celular	1	0	0	1	1	0	0
TOTAL	8	1	7	11	5	2	2
%	57	7	50	79	36	14	14

Fuente: Investigación de campo

Calificación: 1= significa que dispone de la medida de seguridad respectiva, 0= significa que **No** la dispone

En la tabla 9.- se presentan las medidas de seguridad que disponen los laboratorios en estudio, así como; el total y el porcentaje de cada una de ellas. Se aprecia que el único el laboratorio que cuenta con lava-ojos es el de Investigación Bioquímica, lo que representa el 7% de los 14 laboratorios inspeccionados con respecto a esa medida, tal como se muestra en la gráfica 5. La NOM-087-SEMARNAT-SSA1 no especifica medidas de seguridad que debe haber en los laboratorios, sin embargo; por el tipo de riesgos que hay en ellos es necesario contar con dichas medidas.

Gráfica 5. Medidas de seguridad ante riesgos biológicos.

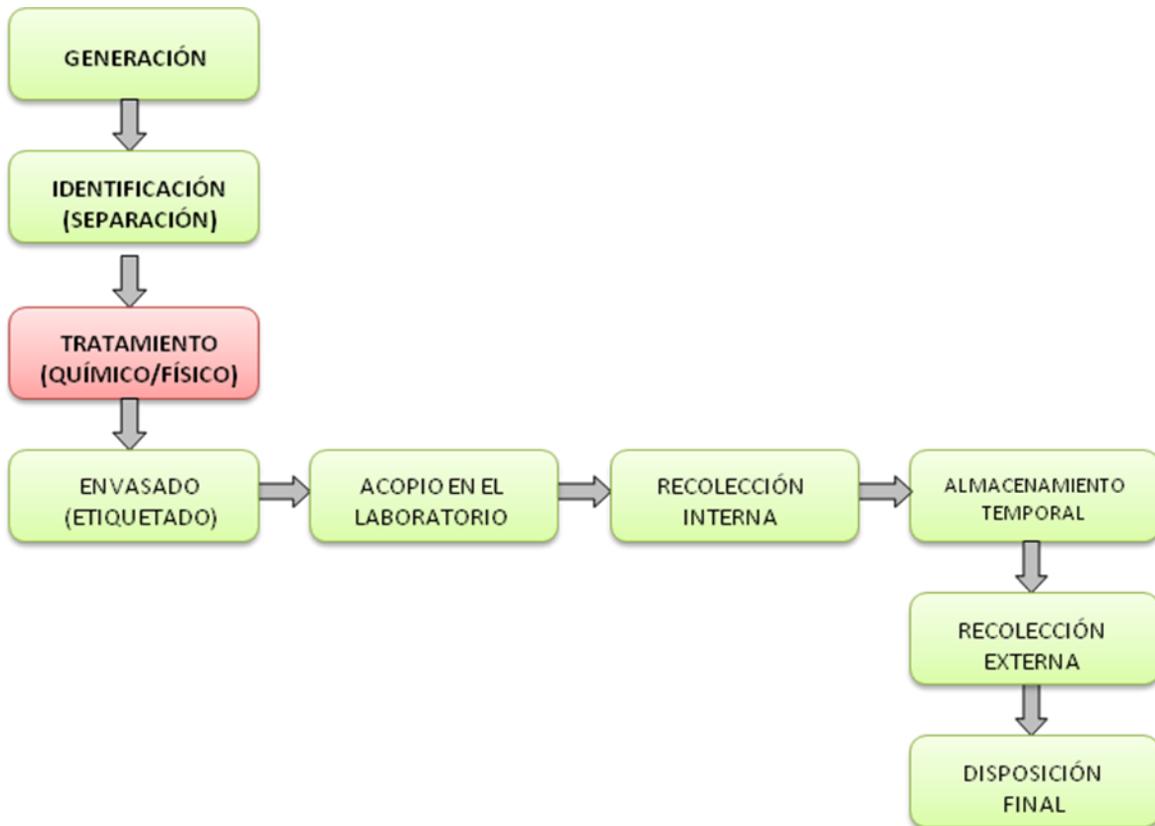


Fuente: Investigación de campo

En la gráfica 5.- se hace referencia al número de laboratorios que disponen de cada una de las medidas de seguridad evaluadas, cabe señalar con respecto a las regaderas de seguridad que solo 7 de los 14 laboratorios inspeccionados cuentan con la medida, sin embargo; solo 3 funcionan. En la mayoría de los laboratorios se encontraban obstaculizadas o bien fuera de servicio.

4.4. Resultados del análisis sensorial

Figura 4. Etapas principales por las que cursan los RPBI desde su generación hasta su disposición final.



Fuente: Investigación de campo

En la figura 4.- se muestran las etapas principales por las que cursan los RPBI desde su generación hasta su disposición final en la Escuela en mención; resaltando la etapa de tratamiento —de otro color—, como la más crítica, para minimizar la exposición del personal del laboratorio al riesgo biológico, en las subsecuentes etapas.

Tabla 10. Evaluación del grado de cumplimiento con respecto a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

LABORATORIO	PUNTOS DE EVALUACIÓN DE LA NORMA									TOTAL	% ALCANCE POR LABORATORIO
	Procedimiento	Bitácora	Identificación (separación)	Envasado etiquetado	Tratamiento interno	Almacenamiento temporal	Capacitación	Plan de contingencia	Equipo de protección personal		
Necrocomio	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8	88.9
Interdisciplinario Histología	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	11.1
Interdisciplinario Microbiología	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4	44.4
Interdisciplinario Fisiología	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3	33.3
Consultorio Dental	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	22.2
Análisis Clínicos	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4	44.4
Consultorio Acupuntura	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3	33.3
Investigación Hematobiología	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4	44.4
Investigación Biomedicina Molecular 3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4	44.4
Investigación Bioquímica	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	33.3
Investigación Biomedicina Molecular 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	11.1
Investigación Biomedicina Molecular 1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	22.2
Investigación Microbiología	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	22.2
Investigación Biología Celular	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6	66.7

Fuente: Investigación de campo

Como puede observarse en la tabla 10.- doce de los 14 laboratorios presentan un alcance menor al 50 % en cuanto al grado de cumplimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

< 50%

Tabla 10.- Corresponde al grado de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana –NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos Clasificación y especificaciones de manejo–, que presenta cada uno de los laboratorios inspeccionados, con respecto a la gestión integral de los RPBI, generados en dicha institución. Obteniéndose lo siguiente: de los 14 laboratorios investigados ninguno cumplió con los 9 puntos evaluados de la norma citada, 12 de ellos estuvieron por debajo del **50%** de alcance, en cuanto al grado de cumplimiento se refiere.

Con respecto a este punto de evaluación se realizó una comparación entre los resultados obtenidos por Torres (*op. cit.*) y los obtenidos en este estudio. Dicho autor concluye que hay un desconocimiento de la norma en referencia, en un **64.5%** por parte de las instituciones donde desarrollo su estudio; es decir que solo un **35.5%** conocen y aplican dicha norma. Este último resultado comparado con los obtenidos con la mayoría de los laboratorios en estudio es semejante tal como se puede observar en la tabla 10, donde la mayoría de éstos tuvieron un grado de cumplimiento de la norma en un rango de **22.4%** a **44.4%**.

Por otra parte, Gómez (2003), menciona que solo el **14.4 %** de los consultorios dentales de la Zona del Valle de México conocen y aplican la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, con respecto al manejo de RPBI generados en éstos, mientras que el grado de conocimiento y cumplimiento que presentó el consultorio dental de la Escuela en estudio fue del **22.2%**.

Los bajos porcentajes de alcance del grado de cumplimiento con respecto a la norma citada, que presentaron la mayoría de los laboratorios se debió a los siguientes factores: falta de conocimiento y capacitación del personal del laboratorio, deficiencia de procedimientos de operación y de limpieza en áreas, ausencia de registros y/o

bitácoras, incorrecto manejo en general de los residuos, carencia de una estructura organizacional para el manejo de los RPBI, falta de vigilancia y control por parte de las autoridades de la institución.

4.4.1. Archivo fotográfico del autor respecto al análisis sensorial

Generación de RPBI en los laboratorios



Foto 1. Cultivos y cepas



Foto 2. Tejidos

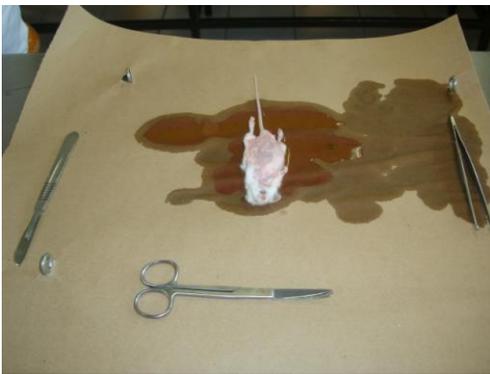


Foto 3. Animales de experimentación



Foto 4. Tubos con sangre líquida

Identificación (separación), de RPBI en los laboratorios



Fotos 5 y 6. Separación incorrecta de RPBI

En las fotos 5 y 6 se observa que no hay una correcta separación de los RPBI conforme a la clasificación de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, incluso se mezclan con los residuos municipales.



Fotos 7 y 8. Separación correcta de RPBI

En las fotos 7 y 8 se muestra una correcta separación de objetos punzocortantes; es importante señalar que varios de estos contenedores no contaban con su tapa de protección.

Envasado (etiquetado), de RPBI en los laboratorios



Fotos 9 y 10. Envasado correcto de RPBI.

En la Foto 9 se observa envasado de residuo no anatómico en bolsa roja, y en la Foto 10 se aprecia el envasado de material punzo cortante en recipiente hermético y correctamente etiquetado.



Foto 11. Envasado incorrecto de RPBI.



Foto 12. Órganos en recipientes.

En la Foto 11, se aprecia la falta de contenedores para los RPBI en el almacén temporal y en la Foto 12, los recipientes que contienen órganos no cuentan con etiquetas de identificación.

Acopio y Tratamiento de los RPBI en el laboratorio



Foto 13. Refrigeración de patológicos.



Foto 14. Autoclave.

En la Foto 13 se muestra la refrigeración de residuos patológicos, sin embargo; se aprecia que éstos fueron envasados en bolsas de color rojo, incumpliendo con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 que requiere el color amarillo.

Almacenamiento temporal



Foto 15. Almacén temporal de RPBI.



Foto 16. Interior del almacén.

En la Foto 15 se aprecia que el almacén temporal no cuenta con señalamientos para el manejo de RPBI, además de ventilación, espacio y la falta de refrigerador para almacenar residuos patológicos. En la Foto 16 el día de la inspección, el piso del almacén temporal se encontró en condiciones no higiénicas ya que se apreciaron manchas de sangre.

Recolección externa y disposición final



Foto 17. Camión recolector.

Prácticas inadecuadas en el laboratorio



Fotos 18 y 19. Prácticas inadecuadas en el laboratorio.



Foto 20. Agente desinfectante sin identificar.

Capítulo 5 Conclusiones

- Son catorce los laboratorios que generan RPBI en la Escuela estudiada, los que son: Necrocomio, Interdisciplinario Histología, Interdisciplinario Microbiología, Interdisciplinario Fisiología, Consultorio Dental, Análisis Clínicos, Consultorio Acupuntura, Investigación Hematobiología, Investigación Biomedicina Molecular 3, Investigación Bioquímica, Investigación Biomedicina Molecular 2, Investigación Biomedicina Molecular 1, Investigación Microbiología, y el de Investigación Biología Celular.
- Son 5 tipos de RPBI los que se generan en la institución: sangre, cultivos y cepas, residuos patológicos, residuos no anatómicos y objetos punzo cortantes.
- La cantidad de RPBI que genera al año la Escuela es de 1 tonelada (aproximada). Ningún laboratorio produce más de 10 Kg de este tipo de residuos por mes.
- A la Institución en estudio le corresponde el Nivel II de la clasificación de establecimientos generadores de RPBI (ya que genera al mes 75 kg aproximadamente), indicada en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, la cual va de un rango entre 25 a 100 Kg.
- El periodo promedio de almacenamiento de los RPBI, dentro de los laboratorios es de 1 a 2 semanas.
- El grado de conocimiento y cumplimiento de los laboratorios de la Escuela, es menor al 50%, en relación a las especificaciones indicadas en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, respecto al manejo y disposición final de los RPBI.
- Los resultados muestran deficiencias del manejo de RPBI principalmente en las etapas de identificación, envasado, tratamiento y almacenamiento temporal.

- Aunque se emplean principalmente tratamientos físicos —esterilización por vapor y calor seco—, en el 90% de los laboratorios no se realizan controles de este tipo de tratamientos por lo que no se garantiza la eliminación total de los agentes patógenos.
- Se concluye que si se efectúa una correcta separación de los RPBI, un lógico tratamiento y control de los mismos, muchos de estos residuos dejarían de ser RPBI y pasarían a ser desechos municipales inocuos, lo que propiciaría un ahorro en cuanto al pago por su recolección externa y disposición final. Esta reserva económica, podría emplearse en la compra de instrumentos más modernos, insumos, equipo de protección y de seguridad o bien se aprovecharía para el mejoramiento de las instalaciones, entre otras.
- En el 80% de los laboratorios al momento de su inspección, se observó que el personal ingiere alimentos dentro de los mismos y aunque la NOM-087, SEMARNAT-SSA1-2002, no hace referencia al respecto sobre este punto, es importante señalar que esta es una medida de higiene la cual no se debe ignorar.
- Hace falta control tanto administrativo como técnico referente a las operaciones que involucran el manejo de los RPBI, desde su generación hasta su eliminación de los laboratorios de la Escuela.
- Los actos y condiciones inseguras obtenidas en general de los resultados del análisis sensorial, elevan la probabilidad que se presente un riesgo biológico.
- La falta de conocimiento del personal encargado en los laboratorios de la Escuela Oficial de Medicina respecto a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, no exime a la institución de su cumplimiento.
- Se considera que este trabajo debe ser repetido en otras ocasiones.

5.1. Recomendaciones

- Se sugiere que para estudios posteriores sobre el manejo de RPBI, se realicen monitoreos ambientales y monitores de placa sobre superficies vivas e inertes, periódicamente.
- Aplicar en lo subsecuente controles de esterilización y esterilidad, —los primeros monitorean el proceso de esterilización, mientras que los segundos monitorean el material esterilizado—.
- Capacitar al personal de nuevo ingreso a los laboratorios.
- Realizar un estudio más específico con respecto al Equipo de Protección Personal que se debe emplear durante la manipulación de este tipo de residuos, en cumplimiento con la NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección uso y manejo en los centros de trabajo.
- Apegarse a los lineamientos de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Realizar recorridos de inspección por parte del comité de seguridad e higiene de la institución; si no se tiene hay que instituirlo.
- La recolección interna deberá realizarse tantas veces como sea necesario durante el día, de acuerdo el volumen de producción de estos residuos.
- Es necesario efectuar a la par de la capacitación un estricto programa de supervisión, a fin de reducir aún más la generación de los RPBI y sus costos subsecuentes.
- Elaborar hojas de seguridad para cada organismo patógeno relevante, en el que se describa: dosis infectiva, vía de ingreso más probable para que pueda ocasionar una infección, características del proceso infección-enfermedad, susceptibilidad de los agentes biológico infecciosos a la acción de factores físicos, químicos y biológicos, capacidad de supervivencia, medidas para

prevenir una infección por exposición e instrucciones para atender a un individuo infectado.

5.2. Propuesta de gestión integral de los RPBI en los laboratorios de una Escuela Oficial de Medicina

5.2.1. Creación de una estructura organizacional para el manejo de los residuos

Figura 5. Organigrama de la estructura organizacional propuesta.



Fuente: del autor

1. Funciones y Responsabilidades de cada nivel de la estructura

Coordinador.

- seleccionar al personal a su cargo para cada nivel de la organización.
- solicitar apoyo al comité de seguridad e higiene en la toma de decisiones o bien en casos de contingencia.

- solicitar al sub-coordinador reportes mensualmente de los residuos generados.
- aprobar los presupuestos anuales para el manejo de residuos peligrosos.
- autorizar los planes de manejo de residuos.
- autorizar los planes de seguridad.

Sub-coordinador.

- coordinar las acciones tanto administrativas como las operativas.
- definir la(s) rutas y horarios de recolección de los desechos.
- elaborar manuales de seguridad y procedimientos de operación.
- capacitar periódicamente al personal en la materia.
- vigilar el cumplimiento del manejo de residuos peligrosos conforme a la normatividad vigente.
- atender cualquier diligencia o visita de las autoridades gubernamentales en la materia.
- efectuar auditorías internas con respecto a todas las operaciones tanto administrativas como operativas que involucra el manejo de los RPBI.
- crear planes de manejo de residuos.
- diseñar planes de seguridad.
- elaborar presupuesto anual para el manejo y disposición final de los RPBI.

Comité de seguridad e higiene:

- apoyar en la parte técnica en cualquier nivel de la organización.
- efectuar recorridos periódicamente en las instalaciones de la institución para la detección de posibles riesgos causados por los residuos peligrosos generados en la misma.
- apoyar al coordinador ante cualquier diligencia.
- investigar el origen de los accidentes que se pudieran presentar.

Área administrativa:

- mantener bajo resguardo toda la documentación oficial con respecto al manejo de residuos peligrosos.
- efectuar los pagos correspondientes por su disposición final de los mismos
- comprar y controlar el uso racional de los recursos materiales.
- compra de equipos de protección personal (EPP), necesarios para el manejo de los residuos.
- pago a las empresas recolectoras de RPBI.
- entregar un reporte mensual y anual al sub-coordinador de todos los pagos y compras que se hayan efectuado.
- contratar a la(s) empresas encargadas de los servicios de recolección externa y disposición final de los residuos peligrosos.

Área operativa:

- elaborar y llevar registros o bitácoras con respecto al manejo de residuos peligrosos.
- solicitar la compra de materiales y EPP.
- cumplir con lo establecido en los procedimientos de operación.
- acatar las medidas de seguridad.
- acudir a cursos periódicamente.
- portar completo el EPP, que le sea asignado.
- informar al coordinador de cualquier desviación a los reglamentos establecidos.
- mantener los almacenes temporales limpios y en orden.
- entregar al sub-coordinador un reporte mensual y anual con las cantidades y tipos de residuos generados en los laboratorios.

5.2.2. Acciones a seguir en cada etapa del proceso operativo

Identificación y envasado

Los RPBI deberán ser identificados para ser separados y envasados inmediatamente después de su generación, es decir en el mismo lugar en el que se originen. Cada laboratorio debe contar con el material específico para la identificación y envasado de RPBI generado.

Tabla 11. Separación y envasado

Tipo de residuo	Estado físico	Envasado	Color
Sangre	Líquido	Recipientes Herméticos	Rojo
Cultivos y Cepas de Agentes Infecciosos	Sólido	Bolsa de Plástico	Rojo
Residuos No Anatómicos	Sólido	Bolsa de Plástico	Rojo
Patológico	Sólido	Bolsa de Plástico	Amarillo
Patológico	Líquido	Recipientes Herméticos	Amarillo
Objetos Punzocortantes	Sólido	Recipientes Rígidos	Rojo

Fuente: NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

La separación y envasado de los RPBI, debe realizarse conforme a la tabla 11.

A continuación se muestran ejemplos de cada uno de los RPBI y el contenedor donde deben ser almacenados:

Abatelenguas, algodón, aplicadores de madera, bolsas recolectoras de secreciones, cajas de Petri con cultivos contaminados, cubrebocas, gasas con sangre, hisopos, jeringas, medios de cultivo, tiras reactivas, torundas con sangre y tubos que hayan contenido sangre.



Figura 6. Residuos sólidos bolsa roja.

La sangre y sus componentes en su forma líquida, así como sus derivados.

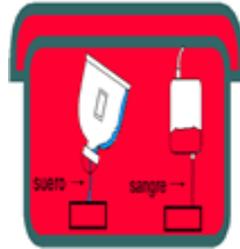


Figura 7. Residuos líquidos contenedor hermético rojo

Órganos o partes de órganos, tejidos, cadáveres de animales y Vísceras.

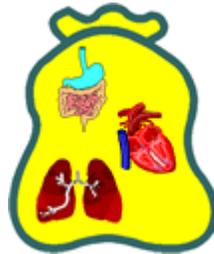


Figura 8. Residuos patológicos sólidos bolsa amarilla

Orina, Espujo, Heces y Líquido cefalorraquídeo.



Figura 9. Residuos patológicos líquidos contenedor hermético amarillo

Agujas, Cubreobjetos y portaobjetos, Hojas de bisturí, Lancetas y Pipetas Pasteur.



Figura 10. Residuos punzo cortantes contenedor hermético rojo

Tratamiento

Deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados. En el caso de la Institución como emplean autoclaves para el tratamiento de los RPBI generados deberán hacerse controles de esterilización y esterilidad, —los primeros monitorean el proceso de esterilización, mientras que los segundos monitorean el material esterilizado—, para asegurar la eliminación de los agentes patológicos.



Foto 21. Autoclave de vapor.

Recolección y transporte interno

La recolección interna deberá contar con una ruta específica mostrada en un plano “lay-out”, de las instalaciones. La recolección debe realizarse tantas veces como sea necesario durante el día, según el volumen de producción de estos residuos. Las bolsas de recolección no deben llenarse más de 80% de su capacidad. No se deben comprimir las bolsas. Cerrar las bolsas con un mecanismo de amarre seguro que evite que los residuos salgan (nudo o cinta adhesiva). Verificar que los contenedores estén bien cerrados y una vez llenos, no deben ser abiertos o vaciados. La basura común o municipal se colocará en botes o bolsas de plástico de cualquier color excepto roja o amarilla. Se recomienda que cada establecimiento elabore un horario de recolección y transporte, que incluya rutas y frecuencias para evitar interferencias con el resto de actividades de la unidad. No se recibirá ningún residuo que no se

encuentre debidamente identificado y envasado. El personal de limpieza no deberá comenzar su trabajo sin contar con su equipo de seguridad que consistirá en uniforme completo, de preferencia sin bolsos y con manga larga, para protección de los antebrazos, guantes, si es posible reforzados en la palma y dedos que se colocarán por encima de las mangas del uniforme. Se deberá prohibir el uso de anillos, esclavas, cadenas o medallas puestas por encima del uniforme. Debe sujetarse el cabello para que no se contamine, de preferencia ponerse un gorro, es imprescindible el uso de mascarilla o cubrebocas. Si se manejan residuos líquidos se deberá usar anteojos de protección.



Foto 22. Equipo de protección personal.

Se debe contar con un recipiente lo suficientemente grande con ruedas y jaladera para el traslado de RPBI, al igual que para mayor seguridad de las personas del lugar.



Foto 23. Transporte de recolección interna.

En cada área el encargado y el recolector deberán contar con una bitácora que lleva el nombre del área, fecha, cantidad y tipo de RPBI recolectado. Esto para un buen control de la recolección.



Foto 24. Bitácora de registros.

Almacenamiento temporal

Una vez realizada la recolección interna por el personal encargado, se deberán transportar los residuos al área específica donde se almacenaran temporalmente 15 días como máximo de acuerdo al nivel II de generación de RPBI que presentó la Escuela en estudio.

El lugar debe contar con el equipo e instalaciones lo suficientemente seguras para el almacenamiento como son:

- contenedores
- congelador los residuos patológicos deberán conservarse a una temperatura máxima de 4°C.
- ventilación
- espacio para maniobras
- luz
- Estar separado de áreas de atención a pacientes, hospitalización, visitas, cocina, comedor, oficinas, etc.
- Estar techada, ser de fácil acceso para la recolección y transporte, sin riesgos de inundación e ingreso de animales.

- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y estar restringido su acceso y solo permitir el mismo al personal responsable.



Fotos 25 y 26. Refrigeración de residuos patológicos.

Recolección externa y disposición final de los RPBI

La recolección y el transporte externo de los RPBI, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en los ordenamientos jurídicos aplicables por lo que la empresa que lleve a cabo la recolección externa de los RPBI de la Escuela Oficial de Medicina deberá contar con la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Comunicaciones y transporte (S.C.T.), y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El transporte de los RPBI debe realizarse en vehículos con caja cerrada hermética, que cuenten con sistemas de captación de escurrimientos, y mecanizado de carga.

Además deberán contar con sistema de enfriamiento, para mantener los residuos a una temperatura no mayor a 4°C.

Durante su transporte, los RPBI sin tratamiento no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuo.



Foto 27. Transporte de recolección externa

Fuentes de información

- Álvarez, A., y Campuzano, S. (2003). "Control de la contaminación biológica en los laboratorios de docencia de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca en Bogotá, Colombia". En *Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* Vol. I, No. 1, Enero-Diciembre 2003, pp.1-116 Colombia.
- Álvarez, P. (2008). *Crítica a la implementación de sanciones sobre el manejo de residuos biológicos infecciosos (Hospitalarios)*. Tesis Licenciatura. México, UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aranda, C. A. (2005). *El manejo y control de los residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPBI'S) generados por los hospitales en nuestro país*. Tesis Licenciatura. México, UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Avendaño, L. M. (2009). *Estudio jurídico de la Comisión Federal para la Protección contra Residuos Sanitarios en materia de residuos biológicos infecciosos generados por establecimientos que prestan atención médica*. Tesis Licenciatura. México, UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barroso, J., Camacho, A., Cashat, M., y Cornu, L. (2006). "Accidentes con material punzo-cortante en trabajadores de la salud. Una situación digna de ser revisada". En: *Enfermedades infecciosas y microbiología* Vol. 26, No. 1, enero-marzo 2006, México.
- Cruz, T., Peris, F.J., y Luzón, M. (2001). *Gestión de la Calidad y Diseño de las Organizaciones*. Prentice Hall. España.
- De la Vega, C. (1994). *Un paso hacia el método científico*. I.P.N, México., D.F., 1994.
- Flandes, B. (2007). *Sistema de gestión de calidad en la empresa Ecoentorno S.A. de C.V. acorde a ISO 9001:2000*. Tesis Maestría en Ciencias. México, Universidad Veracruzana.

Gómez, R. (2004). "El manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en los consultorios dentales. Estudio de campo". En: *Revista A.D.M.*, Vol. LXI, No. 4, julio-agosto 2004, pp. 137-141, México.

González, B. (2003). *Una propuesta para disminuir riesgos de trabajo y su relación con la productividad en la empresa de la transformación*. Tesis Licenciatura, México, UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gutiérrez, M. (2007). *Manual de bioseguridad para el laboratorio de virología*. Tesis Licenciatura. México, UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México.

Guyton, A. (1984). *Fisiología humana*. Quinta edición. México. Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V.

James, P. (1997). *Gestión de la Calidad Total. Un texto Introductorio*. Prentice Hall. España.

Kovanda, B., Noble, M., & Taplitz, R. (2005). *Protection of laboratory workers from occupationally acquired infections; approved guideline*. Vol. 25, No. 10. Third Edition. USA, Clinical and Laboratory Standards Institute.

Lara, H., Ayala, N., y Rodríguez, C. (2008). "Bioseguridad en el laboratorio: medidas importantes para el trabajo seguro". En: *Bioquímica*, Vol.33, No. 2, abril-junio 2008, pp. 59-70, México.

Lazo, H. (1992). *Higiene y seguridad industrial; la salud en el trabajo*. Decimoquinta edición. México. Editorial Porrúa S.A.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 28 enero 1988. Última reforma aplicada 13 junio 2003.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 08 octubre 2003.

Ley General de Salud. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 07 febrero 1984. Última reforma aplicada 19 enero 2004.

López, B. A. (2006). *Elaboración de guías para el cumplimiento de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, protección ambiental, residuos peligrosos biológicos-infecciosos: clasificación y especificaciones de manejo, de los laboratorios clínicos de la FES Zaragoza*. Tesis Licenciatura. México, UNAM, Facultad de Estudios Superiores — Zaragoza.

Lladó, A., y García, R. (2004). “Costo efectividad en el manejo de los residuos peligrosos biológico infecciosos en un hospital general”. *En: Salud en Tabasco*. Vol.10, No. 3, pp. 282-287, Villahermosa México.

Luna, M., Martínez, G., y Junco, R. (2003). “Seguridad ocupacional en el manejo de los desechos peligrosos en instituciones de salud. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM)”. *En: revista Cubana de higiene y epidemiología*. Vol. 4, No.1, enero-abril 2003. Ciudad de la Habana Cuba.

Mabel, A. y Seviz, C. (1996). *Residuos peligrosos y patológicos, enfoque jurídico ambiental*. Segunda edición. Argentina. Espacio editorial.

Madigan, M., y Martinko, J. (1999). *Biología de los microorganismos*. Octava edición. Madrid España. Prentice Hall Iberia.

Marina, C. (2005). *Manejo de RPBI por los trabajadores de las empresas recolectoras en la ciudad de Tijuana B.C*. Tesis Maestría en Ciencias. México, Universidad de Baja California.

Mateos, A. (1988). *Compendio de etimologías grecolatinas del español*. Vigésima quinta edición. México. Editorial Esfinge, S.A. de C. V.

Miraz, C. (2008). “Evaluación higiénica de riesgos biológicos del trabajo en estabulario de un centro de investigación sanitaria”. *En: Medicina y Seguridad en el Trabajo*, Vol. 54, No. 213, pp. 97-103, España.

Montaño, M. (2006). *Manejo de los residuos biológico infecciosos sólidos, generados por alumnos de la UABC y dentistas ubicados en la zona centro de la ciudad de Mexicali*. Tesis Doctoral. España, Universidad de Granada.

Nason, A. (1990). *Biología*. Vigésima quinta reimpresión. México. Limusa Noriega.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 23 junio 2006. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 17 febrero 2003. Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos. Clasificación y especificaciones de manejo.

Olivos, R., Ángeles, G., y Arana, B. (2008). "Actitudes de estudiantes de enfermería mexicanos al manejar residuos peligrosos biológico infecciosos". En: *Esc Anna Nery Rev. Enfermería*, Vol. 12, No. 3, pp. 479-484, México.

Pérez, M., y Cueto, A. (2007). "Bioseguridad en instalaciones médicas de atención primaria y secundaria", En: *Medicina General Integral*, Vol. XXIII, No. 1 Enero-Marzo 2007, Cuba.

Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Distrito Federal 2009-2014. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 04 noviembre 2009.

Rosas, A. (2003). *Evaluación de la incineración de residuos peligrosos*. México, SEMARNAT/INE/CENICA.

Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación 20 febrero 1985.

Rodríguez, S. (2008). *Metodología para el manejo de los residuos sólidos hospitalarios*. Tesis Maestría en Ciencias. México. IPN. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco.

Roser D. (2008). "Exposición a agentes biológicos en el laboratorio". En: *Técnicas de Laboratorio*, Vol. XXX, No. 335, Octubre 2008, pp. 916-920, España.

Shantanav, P. (2001). *Biohazard Waste Management, a TQM Perspective*. California. USA.

Smallwood, W., y Green, E. (1989). *Biología*. Decimonovena reimpresión. México. Publicaciones Cultural.

Torres, B. (2004). *Manejo, tratamiento y disposición de residuos peligrosos biológicos infecciosos en los laboratorios de enseñanza del área médico biológica del Instituto Politécnico Nacional*. Tesis Maestría en Ciencias. México. IPN., Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía.

Valdovinos, G. (2007). *El manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos en hospitales de nivel II y III del sector salud en México; un enfoque sistemático*. Primera edición. México. Instituto Politécnico Nacional.

Vázquez, M. (2004). *Conocimiento y Normatividad del Manejo de los RPBI en el Ámbito Laboral de 3 Empresas Transportistas del Sector Público de la Ciudad de Puebla, Puebla*. Tesis Licenciatura. México, Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla — Puebla.

Volkow, P., Velásquez, R., Gutiérrez, M. y González, R. (2006). *Residuos peligrosos biológico infecciosos, guía para su manejo en los establecimientos de salud*. Primera edición. México, Trillas.

Vessuri, H. (2006). "La gobernabilidad de los riesgos de la ciencia y la tecnología", En: *Interciencia*, Vol. XXXI, No. 4, Abril 2006, pp. 237, Venezuela.

Anexos

Anexo I Encuesta de diagnóstico

	ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LABORATORIOS DE UNA ESCUELA OFICIAL DE MEDICINA
---	--

Introducción

La presente encuesta sustenta al trabajo de Tesis de Maestría, “Gestión Integral de los Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos, en una Escuela Oficial de Medicina”, realizada por quién esta suscribe, la cual permitirá conocer actividades particulares de cada laboratorio de esta institución donde están presentes riesgos biológicos.

La información obtenida se considerará de carácter **confidencial** —se respetará el anonimato de los participantes—, y solo será manejada por el autor de manera general para el trabajo de tesis, sin embargo la veracidad de la información proporcionada por cada responsable es imprescindible, para poder cumplir con los **objetivos** trazados en dicho documento.

Consideraciones generales

La encuesta consta de una serie de preguntas.

Al responder la encuesta no se deberá dejar ningún lugar vacío. Si la pregunta no tiene relación con su trabajo escriba “no corresponde”, de esta manera se podrá estar seguro de que no ha dejado sin incluir información importante.

Los cuadros para responder, no son un límite, si considera necesario **incluir más información**, adjunte las hojas que crea convenientes.

Si el responsable de cada laboratorio desea una copia de la encuesta contestada, deberá solicitarla al término de esta y con gusto le será proporcionada.

De antemano les agradezco muy cumplidamente el favor de su atención y su valiosa colaboración.

Atte. Mario Mendoza Garrido
Alumno de la Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional
Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía —Instituto Politécnico Nacional—

	Elaboró: Mario Mendoza G.	Fecha:/...../..... Página 1 de 6
---	---------------------------	---

	ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LABORATORIOS DE UNA ESCUELA OFICIAL DE MEDICINA
---	--

Información del Laboratorio

Departamento: _____

Laboratorio: _____

Número de personas que trabajan en el laboratorio: _____

A. Resumen general de actividades o investigación

Descripción. Por favor describa brevemente la línea(s) de investigación que se llevan a cabo en su laboratorio.

	Elaboró: Mario Mendoza G.	Fecha:/...../.....
		Página 2 de 6

	ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LABORATORIOS DE UNA ESCUELA OFICIAL DE MEDICINA
---	--

B. Riesgos biológicos.

Responda colocando una cruz en el casillero(s) que corresponda a su respuesta.

1.- Tipo de residuos generados en el laboratorio.

- Sangre y sus componentes en forma líquida.
- Cultivos y cepas de agentes biológicos infecciosos.
- Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico infecciosos.
- Tejidos y órganos.
- Líquidos o fluidos corporales (líquido sinovial, pericárdico, pleural, cefalorraquídeo, peritoneal y pulmonar).
- Muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico.
- Cadáveres y partes de animales inoculados con agentes entero-patógenos.
- Recipientes desechables que contengan sangre líquida.
- Materiales de curación empapados de sangre o fluidos corporales.
- Materiales absorbentes utilizados en jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.
- Objetos punzocortantes (tubos capilares, agujas de jeringas hipodérmicas, agujas de sutura, agujas de acupuntura, bisturís y estiletes de catéter)
- Otros Mencione el tipo de residuos generado: _____

2.- Cantidad de RPBI generados en el laboratorio mensualmente.

Composición	Cantidad aproximada generada mensualmente / kg
Sangre	
Cultivos y cepas	
Patológicos	
No Anatómicos	
Punzocortantes	
Utensilios desechables	
Total	

- Menos de 5 Kg.
- 5 a 10 Kg.
- Más de 10 Kg.

	Elaboró: Mario Mendoza G.	Fecha:/...../..... Página 3 de 6
---	---------------------------	---



ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LABORATORIOS DE UNA ESCUELA OFICIAL DE MEDICINA

3.- Periodo de almacenamiento temporal de RPBI en el laboratorio.

- Menos de 1 semana.
- 1 semana a 2 semanas.
- 2 semanas a 4 semanas.
- Más de 4 semanas.

4.- Personal más susceptible del laboratorio a sufrir mayor riesgo por exposición a RPBI.

- Investigadores.
 - Profesores.
 - Practicantes.
 - Personal de limpieza.
 - Personal de Mantenimiento.
 - Alumnos.
 - Otros (mencione): _____
- _____
- _____

C. Acciones operativas.

Se refiere al manejo de residuos efectuado dentro de las instalaciones del establecimiento generador.

1.- Indique si se han realizado alguno(s) de los siguientes controles técnicos para minimizar la exposición a los riesgos biológicos en su laboratorio.

- Empleo de bitácoras para el manejo de RPBI.
- Conocimiento de la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.
- Capacitación con respecto a la clasificación y manejo de residuos biológicos conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Identificación y separación de los residuos biológicos conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Inactivación y/o Tratamiento a los RPBI que en su laboratorio antes de desechar.
- Contenedores claramente identificados para el desecho de cada tipo de RPBI generado en su laboratorio.

	Elaboró: Mario Mendoza G.	Fecha:/...../.....
		Página 4 de 6



ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LABORATORIOS DE UNA ESCUELA OFICIAL DE MEDICINA

- Procedimientos para el manejo y disposición final de los RPBI.
- Procedimientos de limpieza y desinfección de áreas.
- Registros de Accidentes causados por el manejo de RPBI.
- Señalamientos —letreros— y colores de seguridad en el laboratorio.
- Lugar o área específica dentro del laboratorio para el almacenaje temporal de RPBI.

Otros (mencione): _____

D. Materiales y Equipos.

Se refiere a los materiales y equipos empleados para el manejo y control de RPBI dentro de las instalaciones del establecimiento generador.

1.- Indique si cuenta con alguno(s) de los siguientes materiales y equipos dentro del laboratorio para el manejo y control de RPBI.

- Controles de ventilación ante riesgos inhalatorios (campana de extracción, campana de flujo laminar, extractores).
- Equipo para transportar los RPBI hasta el área de desecho final (carros de metal, contenedores de plástico).

Otros (mencione): _____

E. Equipos de Protección Personal (EPP).

Se refiere a los equipos de protección personal empleados por los trabajadores durante el manejo de RPBI.

1.- Indique cual(es) EPP, se provee al trabajador en su laboratorio para el manejo de RPBI.

- Para cara y ojos (lentes de seguridad, careta).
- Manos (guantes de látex, vinilo).
- Calzado (zapatos o botas de seguridad).
- Protección respiratoria (cubrebocas, mascarillas con filtros).
- Piel (delantal peto, uniformes)

Otros (mencione): _____

	Elaboró: Mario Mendoza G.	Fecha:/...../.....
		Página 5 de 6



ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LABORATORIOS DE UNA ESCUELA OFICIAL DE MEDICINA

F. Respuesta ante Emergencias.

Se refiere a las medidas u acciones a seguir en caso de accidente generado por el manejo de RPBI.

1.- Indique que medidas y/o equipos de seguridad se tienen en caso de accidente generado por el manejo de RPBI.

- Botiquín de primeros auxilios.
- Lavaojos.
- Regaderas de seguridad).
- Agentes químicos (desinfectantes, sanitizantes).
- Teléfonos de emergencia.
- Procedimientos o manuales de seguridad en caso de accidentes por RPBI.
- Convenios con Hospitales.
- Otros (mencione): _____