



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

COLECCIÓN BIOSEGURIDAD
DE LA FES IZTACALA

2

RESIDUOS PELIGROSOS

GENERALIDADES



Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

RECTOR



Dra. Patricia D. Dávila Aranda

DIRECTORA

Dr. Ignacio Peñalosa Castro

SECRETARIO GENERAL ACADÉMICO

CD Rubén Muñiz Arzate

SECRETARIO DE DESARROLLO Y RELACIONES INSTITUCIONALES

Dr. Raymundo Montoya Ayala

SECRETARIO DE PLANEACIÓN Y CUERPOS COLEGIADOS

CP Reina Isabel Ferrer Trujillo

SECRETARIA ADMINISTRATIVA

Dr. Juan Manuel Mancilla Díaz

JEFE DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

MC José Jaime Ávila Valdivieso

COORDINADOR EDITORIAL

COMISIÓN DE BIOSEGURIDAD

Juan Manuel Arias Montaño, José Guillermo Ávila Acevedo, Martha Patricia Barajas Gutiérrez, Susana Calva Limón, Rodolfo Cárdenas Reygadas, Patricia D. Dávila Aranda, Irma Delfín Alcalá†, Luis Enrique Florencio Martínez, Carlos García Nava, Maximiliano Ibarra Barajas, Juan Manuel Mancilla Díaz, Luz Elena Maya López, Florencio Miranda Herrera, José Luis Muñoz López, Erasmo Negrete Abascal, Juan Gerardo Ortiz Montiel, Mario Arturo Rodríguez Camacho, Luis Felipe Santos Cruz, Francisco José Torner Morales, Areli Margarita Valderrábano Nava.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

COLECCIÓN BIOSEGURIDAD
DE LA FES IZTACALA

2

RESIDUOS PELIGROSOS

GENERALIDADES

FES Iztacala, UNAM
2015



COLECCIÓN BIOSEGURIDAD
DE LA FES IZTACALA

2

RESIDUOS PELIGROSOS

GENERALIDADES

Primera edición: 7 de diciembre de 2015

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán,
CP 04510, México, Distrito Federal.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Av. de los Barrios N.º 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla,
CP 54090, Estado de México, México.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Apoyo Técnico

MC JOSÉ JAIME ÁVILA VALDIVIESO

Cuidado de la edición y corrección de estilo

PLH. JORGE ARTURO ÁVILA GÓMORA

MASTER JORGE ALBERTO CASTRO JÁUREGUI

Corrección de estilo

DG ELIHÚ GAMBOA MIJANGOS

Formación editorial y preliminares

DG HÉCTOR CALDERA ROLDÁN

Diseño de portada

Impreso y hecho en México

Índice



Introducción	1
Residuos peligrosos biológico-infecciosos	2
Residuos peligrosos químicos (RPQ)	3
Residuos peligrosos radiactivos (RPR)	4
Antecedentes del manejo de residuos en la UNAM	5
Áreas que producen residuos peligrosos en la FES Iztacala	7

Introducción



En el contexto de los laboratorios de investigación y enseñanza de las distintas áreas donde se generan, manipulan, almacenan y transportan residuos peligrosos en la FES Iztacala, la bioseguridad representa una serie de reglas, normas y procedimientos que permiten prevenir los riesgos de entrar en contacto directo con ellos y minimizar el impacto tanto en la salud humana, como en el ambiente.

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Cap. 1, Art. 3°) un residuo es 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. A su vez, uno peligroso es todo aquel residuo, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representa un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. Éstos, a grandes rasgos, se

clasifican en tres grupos: a) biológico-infecciosos, b) químicos, y c) radiactivos.

RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS (RPBI)

Se definen como los residuos que contienen bacterias, virus u otros organismos con capacidad de causar infección, o toxinas producidas por organismos que causan efectos nocivos a los seres vivos y al medio ambiente. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, se consideran RPBI los siguientes:

Sangre. La sangre y sus componentes, 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).

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

Residuos patológicos. Los tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, así como cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes patógenos y los utilizados en centros de investigación, bioterios y consultorios veterinarios.

Residuos no anatómicos. Aquellos recipientes desechables que contengan sangre, materiales de curación empapados, saturados o goteando sangre o cualquiera de los fluidos corporales siguientes: sinovial, pericárdico, pleural, cefalorraquídeo o peritoneal.

Objetos punzocortantes. Aquellos que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, jeringas desechables con aguja, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de

catéter, excepto todo material de vidrio roto no contaminado que haya sido utilizado en el laboratorio.

RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS (RPQ)

Se definen como aquellos que presentan una o más de las características que se citan: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad, de acuerdo a los criterios siguientes:

Por su corrosividad cuando:

- a) En estado líquido o en solución acuosa presentan un pH menor o igual a 2.0 o igual o mayor a 12.5.
- b) En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55 °C son capaces de corroer el acero, a una velocidad de 6.35 mm o más por año.

Por su reactividad cuando:

- a) En condiciones normales (25 °C y 1 atm) se ponen en contacto con agua en relación residuo-agua de 5:1, 5:3 y 5:5, y reaccionan con violencia formando gases, vapores o humos.
- b) En condiciones normales se ponen en contacto con soluciones de pH ácido (HCl 1.0 N) o básico (NaOH 1.0 N), en relación residuo-solución de 5:1, 5:3 y 5:5, y reaccionan de manera violenta formando gases, vapores o humos.
- c) Poseen en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden formar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H₂S/kg de residuo.
- d) En condiciones normales (25 °C y 1 atm) son capaces de producir radicales libres.

Por su explosividad cuando:

- a) Tengan una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenzeno.
- b) Sean capaces de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva en condiciones normales (25 °C y 1 atm).

Por su toxicidad cuando:

Se someten a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-002 ECOL/1993, y el lixiviado de la muestra contenga cualquiera de los constituyentes listados en la Norma.

Por su inflamabilidad cuando:

- a) En solución acuosa contienen más de 24% de alcohol en volumen.
- b) Son líquidos y tienen un punto de inflamación inferior a 60 °C.
- c) No son líquidos pero son capaces de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos en condiciones normales (25 °C y 1 atm).
- d) Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

RESIDUOS PELIGROSOS RADIATIVOS (RPR)

Se definen como cualquier material que contenga o esté contaminado con radionúclidos o concentraciones o niveles de radiactividad, mayores a las señaladas por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS) en la norma técnica correspondiente, y para el cual no se prevee uso alguno.

Los residuos generados por el uso de material radiactivo se deben segregar o separar en función del tipo de radionúclido o isótopo radiactivo presente y de su estado físico, ya sea líquido o sólido. Esta segregación se debe llevar a cabo desde su origen de generación, es decir, desde el laboratorio donde se usó el material radiactivo.

Considerando que los residuos peligrosos son responsabilidad de los generadores hasta su disposición final, es importante que los centros de investigación y docencia asuman acciones para su manejo adecuado. Así, por ejemplo, en las universidades que se encuentran en Europa o en países industrializados, los residuos son tratados y manejados a través de la contratación de empresas especializadas para ello.

ANTECEDENTES DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LA UNAM

En el congreso realizado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) en el año 2001, se recomendó reiteradamente que se realizara un auto-diagnóstico respecto a los residuos peligrosos en todas las universidades, a nivel nacional, con el objetivo de conocer la problemática individual y así poder proponer estrategias de solución.

En cuanto a la UNAM, el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Química inició un proyecto de concientización de los estudiantes en relación con el tratamiento y uso de los residuos peligrosos generados durante la realización de los experimentos dentro de las sesiones de laboratorio. En éste, se daban a los estudiantes conocimientos introductorios acerca de la optimización de procesos, cambio de procesos actuales a nuevos no contaminantes, minimización, reciclado, reuso y tratamiento adecuado de residuos, conversión de residuos tóxicos a inocuos, y finalmente, cuando no fueran posibles los procedimientos anteriores, cómo efectuar la disposición final de los desechos peligrosos transportándolos a un incinerador o a un confinamiento temporal.

Como parte de los trabajos del Comité Asesor de Salud, Protección Civil y Manejo Ambiental encabezado por la Secretaría Administrativa de la UNAM, se acordó en la reunión del 29 de mayo de 2006, dentro del marco del Programa de Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos, el desarrollo de tres *Guías técnicas de acción para residuos peligrosos (químicos, biológicos y radiactivos)*, publicados en 2012.

En ese mismo orden de ideas, en el Instituto de Fisiología Celular de la UNAM se realizó una investigación con el objetivo de fijar un criterio destinado a todo el personal que labora en él, mediante el desarrollo de un programa para una mejor gestión de los residuos y de cualquier sustancia de origen químico. Los objetivos específicos de este trabajo fueron crear

conciencia y sensibilizar al personal del Instituto; inducir al personal hacia la minimización de generación de residuos; responsabilizar a cada generador del tratamiento de sus residuos para disminuir su peligrosidad, y lograr la sustitución de reactivos tóxicos por otros menos tóxicos.

Con respecto a la seguridad radiológica, es importante señalar que toda dependencia que maneje fuentes radiactivas, deberá contar con una licencia otorgada por la CNSNS para uso y posesión de material radiactivo con fines de investigación. Para ello se deberá entregar un informe y el manual de procedimientos de seguridad radiológica, los cuales serán elaborados de acuerdo al Reglamento General de Seguridad Radiológica (RGRS) emitido por la CNSNS y las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

Cada dependencia o institución contará con un Encargado de Seguridad Radiológica (ESR). Cabe señalar que los responsables directos ante la CNSNS son el ESR y el representante legal de la institución. El ESR establecerá los procedimientos para el empleo y disposición de residuos radiactivos, y capacitará al personal ocupacionalmente expuesto (POE) en el manejo de éstos. De igual forma, establecerá los planes y programas de vigilancia y todos los mecanismos para minimizar el riesgo en el trabajo y la seguridad radiológica requerida, todo ello con base en la normatividad vigente. Por último, realizará los informes periódicos de uso y generación de residuos.

En el caso particular de la FES Iztacala, la Comisión de Bioseguridad fue creada por acuerdo del H. Consejo Técnico en su sesión ordinaria No. 394 del 25 de septiembre de 2003; la cual tiene como tarea, vigilar, dar seguimiento y recomendar acciones encaminadas a diseñar y proponer esquemas y un plan integral normativo y funcional que esté apoyado en el marco legal que rige al país, con el fin de tener las condiciones de trabajo que permitan contar con los niveles adecuados en dichos aspectos para las diferentes áreas donde se manipulan materiales y residuos peligrosos, y material radiactivo.

Actualmente, la Comisión de Bioseguridad ya cuenta con protocolos y medidas de bioseguridad y se continúan implementando acciones para el manejo, almacenamiento y transporte de residuos peligrosos de forma que no impacten la salud humana ni el ambiente.

ÁREAS QUE PRODUCEN RESIDUOS PELIGROSOS EN LA FES IZTACALA

Entre las diversas áreas de la FES Iztacala que producen residuos peligrosos se encuentran las áreas de investigación, los laboratorios de docencia y las instalaciones de apoyo a la docencia e investigación.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

En las unidades de investigación (Unidad de Morfología y Función [UMF]; Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y la Educación [UIICSE]; Unidad de Biotecnología y Prototipos [UBIPRO], y Unidad de Biomedicina [UBIMED]) y los laboratorios de investigación en Odontología ubicados en las clínicas odontológicas periféricas, se presentan desechos de reactivos químicos de diversa naturaleza como: solventes orgánicos, sustancias corrosivas, sustancias reactivas o compuestos tóxicos. El inventario de estos productos varía con el tiempo y se está actualizando con periodicidad anual.

La forma en la que hoy día se desechan los residuos peligrosos que se generan en estas unidades es realizando algún tratamiento químico previo a verterlo, o en caso de ser permitido por la normatividad, vertiendo el residuo directamente al drenaje. Si se tratase de sustancias que no deben ser vertidas al drenaje municipal o sólidos que no pueden ser incorporados a la basura municipal, serán almacenados por separado en recipientes adecuados que se llenan al 80% de su capacidad, los cuales se entregan a la Comisión de Bioseguridad para que sean depositados de manera temporal en el Almacén Temporal de Residuos Químicos Peligrosos, y sean entregados para su disposición final a una compañía certificada que se hace cargo de ellos.

Para el caso de desechos radiactivos, éstos se clasifican de acuerdo al isótopo presente y al estado físico, eliminándose después con respecto a lo estipulado en el Manual de Procedimientos en Seguridad Radiológica y la normativa vigente.

Se está implementando un sistema para el control y registro de los residuos peligrosos generados en estas unidades y se espera que a mediano plazo, estas acciones se encuentren completamente regularizadas.

Entre los principales residuos biológico-infecciosos que se generan en las unidades de investigación se encuentran: materiales punzocortantes; medios semisólidos para cultivo de bacterias; cultivos y cepas de agentes infecciosos; cadáveres y residuos anatómicos; residuos no anatómicos; y utensilios desechables para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes infecciosos. Estos productos son manipulados bajo las normas establecidas para el manejo de RPBI.

LABORATORIOS DE DOCENCIA

En los laboratorios ligados a las carreras que se imparten dentro de la FES Iztacala se encontró que se utilizan los siguientes reactivos y residuos:

Carrera de Biología

En los laboratorios de docencia de la carrera de Biología se generan residuos peligrosos químicos y biológico-infecciosos de naturaleza similar a los que se registran en las unidades de investigación y su manejo está apegado a la normatividad de ambos tipos de desechos. En la actualidad, se continúa implementando y fomentando el empleo y la infraestructura adecuada de RPQ y RPBI en todos sus laboratorios.

Carrera de Cirujano Dentista

En los laboratorios de docencia correspondientes a esta Carrera, se identificó la utilización de los siguientes materiales

peligrosos: ácido fosfórico, alcanos, alcoholes, antimonio, asbesto, clorofluorocarbonos, cobre, mercurio, plata, plomo, resinas y zinc. Cabe mencionar que la disposición de los desechos de mercurio se está ajustando al Convenio de Minamata para residuos de este material.

La plata, el cobre, el estaño y el zinc, así como el mercurio, son los metales con los que se elaboran las amalgamas y se almacenan en recipientes cerrados. En cuanto al asbesto, la reserva está siendo agotada y sustituida por celulosa. El ácido fosfórico se usa en pequeñas cantidades como material de obturación. Por último, las resinas que se utilizan son acrílicas autopolimerizables y resinas compuestas autopolimerizables y fotopolimerizables.

Además, se producen los RPBI siguientes: medios semisólidos para cultivo de bacterias, los cuales son esterilizados por los técnicos de los laboratorios, para después ser depositados en los contenedores correspondientes de acuerdo con la normatividad vigente (éstos son entregados a una compañía certificada para su disposición final); materiales punzocortantes, tales como lancetas y agujas se depositan en un contenedor el cual se cierra, y luego se almacena temporalmente hasta que una compañía especializada los recoge para su disposición final. En ambos casos los contenedores son llenados hasta el 80% de su capacidad.

En los gabinetes de radiología se usan mandiles de plomo y los collarines tiroideos para protegerse de las radiaciones provenientes de los aparatos de rayos X. Las paredes de estos gabinetes están recubiertas con una pintura especial que impide el paso de las radiaciones, prevención sugerida por especialistas de la Facultad de Ciencias.

Los líquidos (revelador y fijador) utilizados para el procesamiento de las películas de rayos X se almacenan en contenedores que posteriormente se entregan a la compañía que la FES Iztacala tiene contratada para la disposición final de estos

residuos; del mismo modo se procesa el plomo del empaque de la película de rayos X. El cartón y la cubierta plástica del empaque de las películas radiográficas se separa y deposita en cada uno de los contenedores asignados para tal fin.

En las clínicas odontológicas los residuos no anatómicos patológicos sólidos se depositan en bolsas de plástico, con las características que marca la norma correspondiente (de polietileno color amarillo traslúcido, de calibre mínimo 300, impermeables y con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, además de estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico y la leyenda “Residuo Peligroso Biológico-Infecioso”). Estas bolsas se llenan al 80% de su capacidad, para después cerrarse y transportarse al sitio de almacenamiento temporal con que cuentan.

Los objetos punzocortantes se guardan en recipientes rígidos con las características también determinadas por la norma (de polipropileno color rojo, con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, permiten verificar el volumen ocupado en el mismo, resistentes a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles por métodos físicos, tienen separador de agujas y abertura para depósito, tienen tapa de ensamble seguro y cierre permanente y cuentan con la leyenda que indica “residuos peligrosos punzocortantes biológico-infecciosos” y están marcados con el símbolo universal de riesgo biológico). Estos recipientes se llenan hasta el 80% de su capacidad y se llevan al sitio de almacenamiento temporal con que cuentan las clínicas.

El área destinada para el almacenamiento temporal de los contenedores se encuentra fuera de sus instalaciones y no obstruye las vías de acceso. Éstos se almacenan durante un máximo de 30 días y no se compactan durante su recolección y transporte. La disposición final de los residuos la lleva a cabo la empresa que la FES Iztacala tiene contratada para tal fin.

Carrera de Enfermería

En esta Carrera el residuo químico que se obtiene es alcohol en pequeñas cantidades, por lo cual no representa un problema de acumulación. Los residuos biológico-infecciosos son tratados de acuerdo a la normatividad.

Carrera de Médico Cirujano

Los reactivos que se manipulan en los laboratorios de docencia son los siguientes: alcoholes, ácido sulfúrico, xileno, acetona, ácido clorhídrico, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio y fenol, mismos que se desechan según la normatividad para los RPQ.

En relación con los RPBI, se generan los siguientes: sangre, cultivos y cepas de agentes infecciosos, utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes infecciosos, muestras biológicas para análisis (orina, sangre y heces), residuos patológicos, residuos no anatómicos (recipientes que contienen sangre líquida, materiales de curación) y objetos punzocortantes. Todos ellos, al igual que en los casos anteriores, son depositados en los contenedores adecuados y almacenados temporalmente hasta su colecta por una compañía especializada que los recoge para su disposición final. La orina y el excremento son inactivados con hipoclorito de sodio al 7% y vertidos a las aguas de desecho municipal.

Carreras de Optometría y Psicología

En estas licenciaturas prácticamente no se producen desechos químicos peligrosos. Se generan en baja cantidad RPBI, que son controlados conforme a la normatividad.

INSTALACIONES DE APOYO A LA DOCENCIA Y LA INVESTIGACIÓN

Bioterio

Los RPBI que se forman en este lugar son: desechos anatómico-patológicos, residuos no anatómicos (torundas, gasas y

algodones), materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales (viruta, aserrín), y punzocortantes. Todos son desechados acorde con la normatividad vigente.

Desechos radiactivos. En el año 2006 se realizaron todas las gestiones requeridas por la CNSNS para obtener la licencia de uso y posesión de material radiactivo, en favor de la FES Iztacala, con la elaboración y entrega de los documentos siguientes:

- a) *Informe de seguridad radiológica.* Incluye características generales de la institución, la instalación, el tipo de investigación a realizar, los programas de garantía de calidad, la protección radiológica, el análisis de riesgo y plan de emergencia, el impacto ambiental, entre otros.
- b) *Manual de procedimientos en seguridad radiológica.* Este manual se realizó tomando como base el *Informe de seguridad radiológica* y el *Manual de procedimientos de seguridad radiológica*, autorizados por la CNSNS. Las actividades se describen en tres partes: procedimientos de operación, administrativos y de emergencia (actualizado en dos ocasiones: 2008 y 2012).

Un aspecto importante para la obtención de la licencia de operación es la capacitación del POE. Para esto, se impartieron los cursos: Protección Radiológica, Nivel: POE (en 2006), y Reentrenamiento en Protección Radiológica, para POE; Investigación con Fuentes no Selladas (impartición anual).

Otro punto que destaca es la entrega por parte del ESR de la FES Iztacala, del informe anual de actividades relevantes en protección radiológica ante la CNSNS, lo que permite mantener la vigencia y renovación de la licencia de uso y posesión de material radiactivo. Este documento incluye un análisis de la licencia de operación, las fuentes radiactivas adquiridas, los desechos radiactivos generados, el análisis de contaminación, la capacitación, y la vigilancia médica del POE. Todo esto, teniendo como fundamento la normatividad vigente.