

Rediseño de un almacén temporal de residuos peligrosos biológico-infecciosos y residuos sólidos urbanos, una opción factible

Redesign of a temporary warehouse for biological-infectious hazardous residues and urban solid residues, a feasible option

Oscar Sebastián Araiza-Bolaños*

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, Laboratorios 301, 302, 303 de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental. Edificio E-3 Alimentos y Química Ambiental, Conjunto E, Circuito de la Investigación Científica S/N, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, 04510 Ciudad de México, México
Correo-e (e-mail): arza27@yahoo.com.mx

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia / *Corresponding author*

Recibido / *Received*: Enero / *January* 15, 2023

Aceptado / *Accepted*: Febrero / *February* 14, 2023 (Número 1, enero-junio / *Number 1, January-June*)

Resumen

El manejo de los residuos hoy en día trae consigo una serie de requerimientos debidos a la aparición de nuevas enfermedades contagiosas, provocando la necesidad de ampliar las instalaciones de almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico infecciosos, conocidos como RPBI. En México las autoridades han elaborado un conjunto de reglamentos y normas en materia de residuos peligrosos a partir de la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente conocida como LGEEPA y, dentro de ella, en el año de 1995 la NOM-087-ECOL-1995 (DOF, 1995), reformada en el año 2002 (NOM-087-ECOL-SSA1-2002), que establece los requisitos para el manejo adecuado de los residuos generados en unidades médicas. El objetivo de esta fase de la investigación fue evaluar el diseño conceptual de un área de almacenamiento temporal para los residuos peligrosos biológico-infecciosos, RPBI, de un hospital de Nivel III cumpliendo con la regulación ambiental vigente, permitiendo tener un funcionamiento óptimo, aprovechando el área disponible en la instalación hospitalaria en estudio y que su adecuación y operación sea técnicamente factible. De acuerdo con el estudio realizado *in situ* en el hospital de Nivel III cooperante se vio que es posible usar el área actualmente dedicada al propósito de almacenar temporalmente los residuos peligrosos biológico-infecciosos, RPBI, y continuar almacenando también los residuos sólidos urbanos, RSU, sin que haya problemas puesto que quedarían totalmente separados. El costo de la adecuación sería parte del costo ambiental para cubrir los requerimientos de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (DOF, 2002) e implicaría una obra civil programada que en un fin de semana podría realizarse. Se recomienda dar de baja el incinerador ubicado en esa área ya que no cumple con los requerimientos normativos actuales. También se recomienda crear y aplicar un programa especial para el manejo de los residuos generados en las zonas del hospital como establece la norma NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Para que el desempeño de dicho programa sea el óptimo, se requiere de una serie de acciones previas como la creación de un grupo de personas especialistas que estén a cargo de implementar, aplicar, supervisar y controlar un programa integral para el manejo de los residuos tanto peligrosos como no peligrosos dentro del hospital. Esto, acoplado con la labor de los(as) trabajadores(as) sociales para concientizar a los familiares y visitantes e, incluso, a los(as) propios(as) pacientes y personal del hospital, hará que paulatinamente migre a una reeducación integral en el tema del manejo de las sustancias y los residuos peligrosos desde casa y, naturalmente, en el hospital.

Palabras clave: Residuos peligrosos biológico-infecciosos, residuos sólidos urbanos, rediseño de un almacén temporal

Abstract

*Residues management today brings with it a series of requirements due to the appearance of new contagious diseases, causing the need to expand temporary storage facilities for infectious biological hazardous waste, known as RPBI. In Mexico, the authorities have developed a set of regulations and standards on hazardous waste after the publication of the General Law of Ecological Equilibrium and Environmental Protection known as LGEEPA and, within it, in 1995 the NOM-087-ECOL-1995, reformed in 2002 (NOM-087-ECOL-SSA1-2002), that established the requirements for the proper management of waste generated in medical units. The objective of this phase of the research was to evaluate the conceptual design of a temporary storage area for hazardous biological-infectious waste, RPBI, of a Level III hospital, complying with current environmental regulations, allowing optimal operation, taking advantage of the available area in the hospital facility under study, and that its adaptation and operation be technically feasible. According to the study carried out *in situ* in the cooperating Level III hospital, it was seen that it is possible to use the area currently dedicated to the purpose of temporarily storing biological-infectious*

hazardous residues, RPBI, and also continue storing urban solid waste, RSU, without there being problems since they would be totally separated. The cost of the adaptation would be part of the environmental cost to cover the requirements of NOM-087-SSA1-2002 (DOF, 2002), and would imply a scheduled civil work that could be carried out in a weekend. It is recommended that the incinerator located in that area be decommissioned as it does not meet current regulatory requirements. It is also recommended to create and apply a special program for the management of residues generated in hospital areas as established by the NOM-087-ECOL-SSA1-2002 standard. In order for the performance of said program to be optimal, a series of prior actions are required, such as the creation of a group of specialists who would be in charge of implementing, applying, supervising and controlling a comprehensive program for waste management both hazardous and non-hazardous within the hospital. This, coupled with the support of social workers to raise awareness among family members and visitors and even among patients and hospital staff, will gradually migrate to comprehensive reeducation on the issue of handling hazardous substances and residues from home and, of course, in the hospital.

Keywords: *Biological infectious hazardous residues, urban solid residues, redesign of a temporary facility*

Introducción

El manejo de los residuos hoy en día trae consigo una serie de requerimientos debidos a la aparición de nuevas enfermedades contagiosas, la industrialización, el impacto ambiental, entre otros, provocando la necesidad de ampliar las instalaciones de almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico infecciosos, conocidos como RPBI. En México las autoridades han elaborado un conjunto de reglamentos y normas en materia de residuos peligrosos a partir de la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente conocida como LGEEPA y, dentro de ella, en el año de 1995 la NOM-087-ECOL-1995 (DOF, 1995) que fue reformada en 2002 (DOF, 2002) estableciendo la PROTECCIÓN AMBIENTAL - SALUD AMBIENTAL - RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICOINFECCIOSOS - CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO.

Por ello, considerando que México tiene necesidad de realizar un manejo adecuado de los residuos peligrosos biológico infecciosos en los centros de atención a la salud, especialmente ahora con el advenimiento de nuevos virus y microorganismos que pueden ser contagiosos y llegar incluso a ser letales, se realizó un estudio sobre su manejo en un centro hospitalario para evaluar el rediseño de un almacén temporal de residuos biológico-infecciosos cumpliendo con la normativa.

La norma clasifica a las unidades de atención a la salud en tres categorías: Nivel I, Nivel II y Nivel III, en relación con los servicios que prestan o las instalaciones con que cuentan. Para esta investigación se eligió un hospital de Nivel III y, de los tipos de residuos que ahí se generan, se analizaron los residuos peligrosos biológicos infecciosos o RPBI sólidos, los cuales, en su mayoría, son considerados de gran peligrosidad para el ambiente y la salud de las personas por lo que se considera necesario el debido seguimiento de la Norma. En el Nivel III los hospitales cuentan con más de 50 camas, tienen centros de enseñanza e investigación y laboratorios de investigación que producen materiales biológicos, así como laboratorios clínicos donde se realizan más de 100 análisis clínicos al día (Araiza-Bolaños, 2006).

- Por ello, este estudio busca, a través del análisis de la generación de residuos, del conocimiento de las áreas y de las actividades que se realizan para su manejo, así como de la elaboración de cuestionarios para la identificación de sitios problema, plantear una propuesta para el mejoramiento del almacén temporal de los residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPBI) en un hospital de Nivel III cooperante.
- Esto hará posible agilizar y hacer más idóneo el proceso de separación, recolección y disposición de los RPBI, lo cual se verá reflejado en un decremento de costos para el hospital, así como del riesgo de contaminación para el ambiente y las personas que estén en contacto con ellos.

CASO DE ESTUDIO

Los residuos se clasifican como se muestra en el diagrama de la Figura 1. En un hospital de Nivel III, como el que es objeto de este estudio, el tipo de residuos que se pueden generar es muy variado, tanto

en cantidad como en los sitios de su generación. Dentro de un hospital se maneja todo tipo de residuos, pero para facilitar el estudio se pueden clasificar en tres grandes grupos de acuerdo con sus características. Estos son los residuos municipales, actualmente conocidos como residuos sólidos urbanos o RSU, residuos peligrosos biológicos infecciosos o RPBI y residuos peligrosos en general o RP (Figura 2).

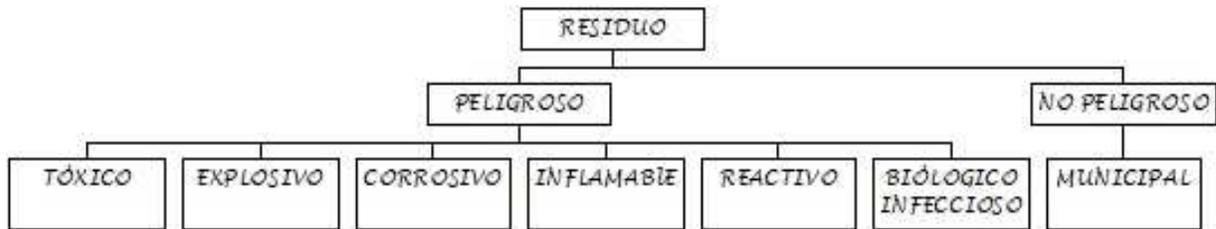


Figura 1. Clasificación de los residuos en México



Figura 2. Clasificación de los residuos que se generan en un hospital de Nivel III

Objetivo

Con base en esta información, el objetivo de esta fase de la investigación fue evaluar el rediseño conceptual de un área de almacenamiento temporal para los residuos peligrosos biológico-infecciosos, RPBI, de este hospital de Nivel III cumpliendo con la regulación ambiental vigente, permitiendo tener un funcionamiento idóneo, aprovechando el área disponible en la instalación hospitalaria en estudio y que su adecuación y operación sea técnicamente factible.

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Diseño de un área de almacenamiento

Debido a que la Norma establece ciertos requisitos y no contempla especificaciones técnicas con las que deba cumplir el área destinada al confinamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, se decidió considerar un área que, además de cumplir con lo estipulado en la Norma, permita que se almacenen los residuos sólidos no peligrosos, conocidos como municipales, respetando la ubicación y la superficie que actualmente el hospital tiene destinada para este propósito. Se tiene como objetivo, que en esta área se tenga un conjunto de instalaciones, espacios y equipos que permitan y garanticen, a todos los operarios, un manejo seguro, eficiente y ordenado de los residuos, adecuándose a la edificación que el hospital actualmente tiene designada para el almacenamiento de residuos. Los alcances de esta investigación para el diseño conceptual del área de almacenamiento no contemplan aspectos constructivos, ni estructurales. Como se mencionó en el Anexo de este documento, el área que el hospital tenía designada como almacenamiento temporal para los RPBI no cumplía con todas las especificaciones que la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (DOF, 2002) establece. También se dijo en el Anexo que el almacenamiento temporal estaba localizado en una zona del hospital con fácil acceso, tanto para la gente encargada de la recolección interna, como para las unidades externas de las empresas encargadas de la recolección.

Dimensionamiento del área de almacenamiento temporal

Utilizando la expresión propuesta por la AMCRESPAC²⁰ para el cálculo de los residuos generados en hospitales y establecimientos médicos, para obtener el valor de diseño para la generación diaria de residuos G se tomó el valor del promedio diario del mes más crítico del periodo de estudio. El mes de octubre fue el que presentó la generación mensual más alta (14,153.50 kg) y se realizaron los siguientes cálculos para el promedio diario en un mes dado, GM, obteniendo lo siguiente:

$$V = (G * F) / (MV * f) \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde:

V= Volumen necesario de almacenamiento, m³

G= Generación diaria de residuos a considerar para el diseño del almacenamiento, kg/día

MV= Masa volumétrica de los residuos, kg/m³

f= Frecuencia de recolección, expresada en días de servicio a la semana

F= Factor de seguridad, adimensional

$$GM = 14,153.50 \text{ kg/mes} = 456.60 \text{ kg/d (considerando 31 días para octubre)}$$

La masa volumétrica, M_v, siguiendo la propuesta de la AMCRESPAC será:

$$M_v = 150 \text{ kg/m}^3$$

La frecuencia de recolección recomendada debe ser cada dos días, para no permitir que se acumule y para cumplir con el periodo de permanencia de los RPBI en un hospital de Nivel III, establecidos por la Norma (DOF, 2002). Por tanto, el valor de f es:

$$f = 3/7$$

El factor de seguridad es de 50% por arriba del valor de la generación diaria crítica en los dos años de estudio.

$$F = 1.50$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la ecuación 1 y realizando cálculos se determina el volumen necesario de almacenamiento:

$$V = (456.50 \text{ kg/d}) * 1.50 / [(150 \text{ kg/m}^3) / (3/7)] = \mathbf{10.65 \text{ m}^3} \sim \mathbf{11.00 \text{ m}^3}$$

Considerando el inciso de la norma donde se establece que el área de almacenamiento temporal deberá tener una capacidad mínima de tres veces el volumen promedio de los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados diariamente, el volumen mínimo de diseño es:

$$V_d = 3 * V = \mathbf{3 \times (11) = 33 \text{ m}^3}$$

La empresa recolectora emplea contenedores de polietileno de alta densidad de 0.25 m³ de volumen individual de cada contenedor (V_c) con dimensiones de 1 m de altura, base cuadrada de 0.4 m * 0.4 m y tapa superior rectangular de 0.63 m * 0.7 m. El total de contenedores, T_c es de 132 (V_d/V_c = 33 m³/0.25 m³) si es que solamente se empleara para ellos el volumen mínimo de diseño y el área, A_c, que se usaría sería de 0.63 m x 0.7 m sin dejar holgura entre ellos (0.44 m²).

20 AMCRESPAC: Asociación Mexicana para el Control de Residuos Sólidos y Peligrosos, Asociación Civil

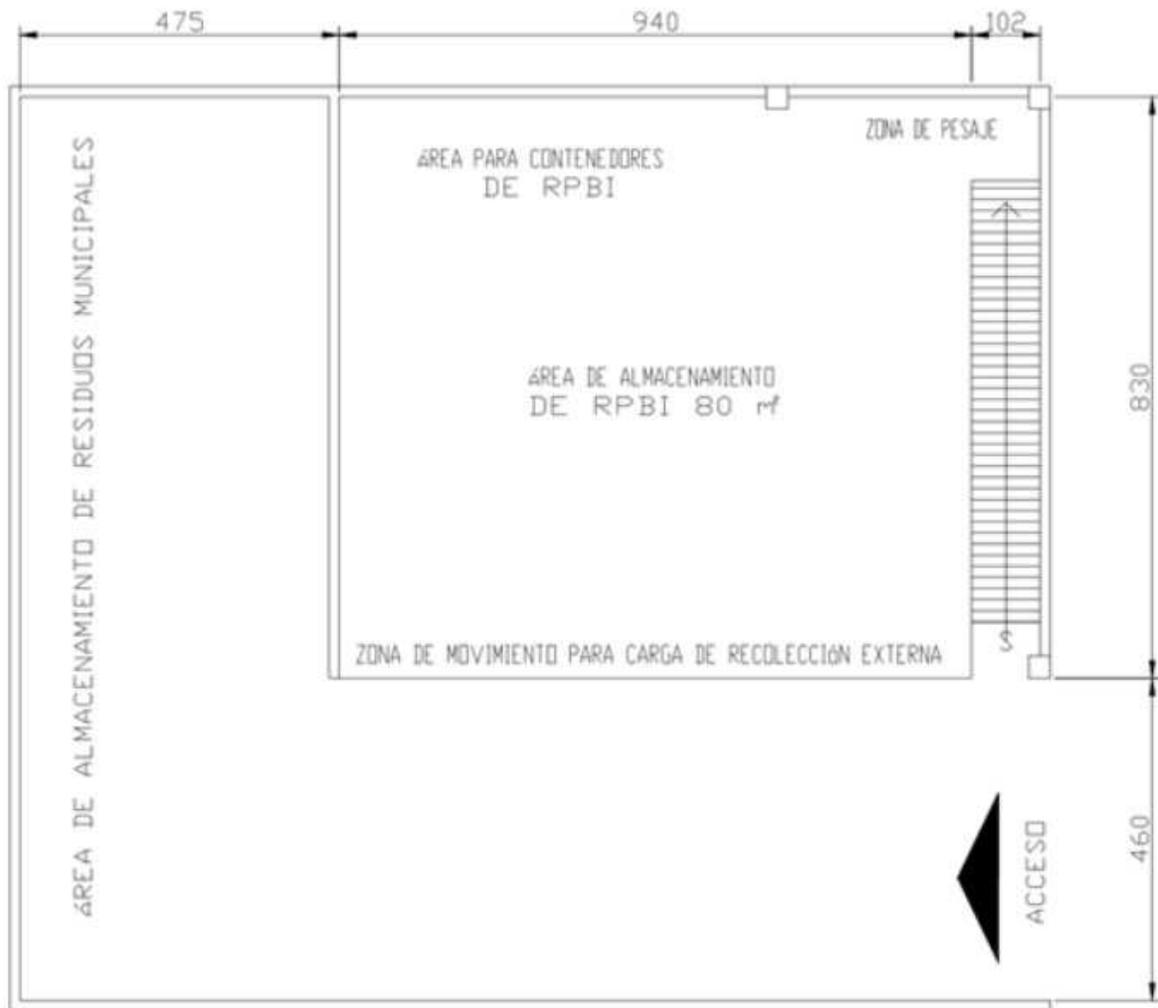


Figura 4. Diseño de cambios propuestos en el área existente para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos biológico-infecciosos para el hospital de tercer nivel en estudio

Prefactibilidad técnica

El área de almacenamiento temporal propuesta contempla una distribución de espacios que permite tener áreas adecuadas para almacenar los residuos sólidos urbanos (conocidos coloquialmente como municipales, como se mencionó al inicio), además de los RPBI y contar con los espacios para las maniobras de traslado y pesaje de los contenedores.

Esta propuesta tiene como objetivo proteger el ambiente, la seguridad de los(as) trabajadores(as) y que resulte fácil convertir el área en un par de días de trabajo de obra civil.

Actualmente, en la zona destinada al almacenamiento de residuos hay un incinerador de una sola cámara de combustión, el cual no cuenta con las condiciones de operación para tratar los RPBI *in situ*, conforme con lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, LGEEPA, y su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, por lo que la primera recomendación es que se retire del sitio y se dé de baja.

Por otro lado, el costo de las sanciones por el incumplimiento de la Norma, conforme lo establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, la LGEEPA mencionada arriba y su Reglamento en Materia de RP también mencionado arriba, así como otras disposiciones legales aplicables, podrían ser mayores que los costos involucrados en esta obra civil. Por lo anterior, se considera que los costos de las adecuaciones señaladas en la Figura 4 para el Almacenamiento Temporal de Residuos, tanto RSU como RPBI, es netamente un "costo ambiental".

A continuación se presentan las conclusiones derivadas del estudio y las recomendaciones propuestas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De acuerdo con el objetivo de proponer una adecuación al área de almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos producidos en un hospital de tercer nivel sin tener todavía una emergencia como la pandemia creada por el virus SARS-CoV-1 primero y ahora el SARS-CoV-2, las conclusiones derivadas de este estudio son las siguientes:

De acuerdo con el estudio realizado *in situ* en el hospital de Nivel III cooperante se vio que es posible usar el área actualmente dedicada al propósito de almacenar temporalmente los residuos peligrosos biológico-infecciosos, RPBI, y continuar almacenando también los residuos sólidos urbanos, RSU, sin que haya problemas puesto que están totalmente separados. El costo de la adecuación sería parte del costo ambiental para cubrir los requerimientos de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (DOF, 2002) e implicaría una obra civil programada que podría realizarse en un fin de semana. Se recomienda dar de baja el incinerador ya que no cumple con los requerimientos normativos actuales.

Durante la realización de esta investigación se pudo observar que a pesar de que el hospital ha realizado grandes esfuerzos para cumplir con la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, aún existen rubros en los que debe prestarse mayor atención para, no sólo cumplir con la Norma, sino que se tengan beneficios tanto de tiempo como económicos y, sobre todo, de salud ambiental y seguridad e higiene en el trabajo. De conformidad con los diferentes indicadores, se observó que el turno crítico en cuanto a la generación de residuos peligrosos es el turno matutino dentro del hospital y las áreas en las que se presenta la mayor generación son en las áreas de quirófanos y en las unidades de terapia intermedia y cuidados intensivos (ver Anexo).

También se pudo ver que con los programas de capacitación para el personal la generación de RPBI disminuyó considerablemente puesto que se separaron los residuos sólidos urbanos, RSU, logrando con ello una separación de los no peligrosos y los peligrosos. Pero aún se tienen problemas para la separación de residuos tipo RPBI. Deben instalarse rutas de recolección pre-establecidas y preferentemente con horarios para realizarlas. La distribución de los contenedores por tamaño deben corresponder a la generación esperada en las áreas a las que se designan. El personal designado para la supervisión y para el propio manejo de los residuos tanto peligrosos como los considerados como no peligrosos es insuficiente, por lo que es importante redistribuir las tareas para verificar la correcta ejecución de sus diferentes fases (ver Anexo).

En general, el personal encuestado tenía claro que los residuos peligrosos biológico-infecciosos pueden ocasionar daños a la salud si no son manejados apropiadamente. En esta parte se pudo observar que el personal sabe el origen de estos residuos asociándolos directamente con el contacto con los pacientes y todo lo referente con ellos (ver Anexo).

Debe mencionarse que se sigue observando que los familiares y visitantes de los pacientes y el propio personal en las áreas de consulta externa y hospitalización durante los diferentes turnos dejan residuos de tipo no hospitalario, como envolturas de alimentos y envases de bebidas (residuos sólidos

urbanos o domésticos), mezclándolos con los RPBI. Esto significa que el factor humano es importantísimo. Es vital que las personas de trabajo social del hospital hagan una labor proactiva con pacientes, visitantes y empleados(as) para que todas las personas que ingresen a las instalaciones comprendan la importancia de no mezclar los RPBI con los RSU y distinguir entre unos y otros (ver Anexo).

Recomendaciones finales

Actualmente, la responsabilidad para el manejo y control de los residuos generados en el hospital cooperante recae solamente en el Departamento de Intendencia. Pudo observarse que ésta es para ellos(as) una responsabilidad más, por lo que se recomienda crear y aplicar un programa especial para el manejo de los residuos generados en las zonas del hospital como establece la norma NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Para que el desempeño de dicho programa sea el óptimo, se requiere de una serie de acciones previas como la creación de un grupo de personas especialistas que estén a cargo de implementar, aplicar, supervisar y controlar un programa integral para el manejo de los residuos tanto peligrosos como no peligrosos dentro del hospital. Esto, acoplado con la labor de los(as) trabajadores(as) sociales para concientizar a los familiares y visitantes e, incluso, a los(as) propios(as) pacientes y personal del hospital, hará que paulatinamente se migre a una reeducación integral en el tema del manejo de las sustancias y los residuos peligrosos desde casa y, naturalmente, en el hospital.

La conformación de este grupo supervisor-orientador servirá, aprovechando que habrá diferentes especialistas, para que se cree un sistema de manejo que pueda atender de manera idónea diferentes aspectos como: La seguridad laboral de las personas que manejen los residuos, las campañas periódicas de capacitación y difusión, el control de calidad y los premios y sanciones que vigoricen las medidas tomadas para la reducción de la generación de RPBI y su separación de los RSU, los estudios de generación de residuos y su minimización por áreas, el mantenimiento de los equipos e instalaciones mediante el seguimiento con bitácoras de calidad y una conciencia de minimización de la generación de residuos.

A continuación, para terminar, se da una nota final enmarcada en la actual crisis de salud pública mundial, relacionada directamente con la temática de esta investigación.

EFFECTO DE LA ENFERMEDAD DENOMINADA *Covid-19*

Para terminar, se transcribe un documento publicado el 1º de febrero de 2022 por la Organización Mundial de la Salud: "Las toneladas de desechos de la atención de salud en el contexto de la COVID-19 hacen patente la necesidad apremiante de mejorar los sistemas de gestión de desechos" (WHO, 2022).

*1 de febrero de 2022
Comunicado de prensa
Ginebra*

Las decenas de miles de toneladas de desechos médicos adicionales derivados de la respuesta a la pandemia de COVID-19 han ejercido una enorme presión sobre los sistemas de gestión de desechos de la atención de salud a nivel mundial, poniendo en peligro la salud humana y ambiental y haciendo patente la necesidad apremiante de mejorar las prácticas de gestión de desechos, según se desprende de un nuevo informe de la OMS.

El análisis mundial de la OMS de los desechos de la atención de salud en el contexto de la COVID-19: situación, repercusiones y recomendaciones basa sus estimaciones en las aproximadamente 87,000 toneladas de equipos de protección personal (EPP) que fueron adquiridos entre marzo de 2020 y noviembre de 2021 y

enviados para atender las necesidades acuciantes de los países derivadas de la respuesta a la COVID-19 a través de una iniciativa conjunta de las Naciones Unidas para situaciones de emergencia. La mayor parte de estos equipos acabarán convertidos en desechos una vez utilizados.

Los autores apuntan a que esto solo da una primera indicación de la magnitud del problema de los desechos generados en el contexto de la COVID-19. No tiene en cuenta ninguno de los productos básicos adquiridos para hacer frente a la COVID-19 al margen de esta iniciativa, ni los desechos generados por la población, por ejemplo las mascarillas quirúrgicas desechables.

Los autores señalan que se han enviado más de 140 millones de kits de pruebas, que podrían generar 2600 toneladas de desechos no infecciosos (principalmente plástico) y 731 000 litros de desechos químicos (el equivalente de una tercera parte de una piscina olímpica), y que se han administrado más de 8,000 millones de dosis de vacunas a nivel mundial, lo que ha generado 144,000 toneladas de desechos adicionales en forma de jeringas, agujas y contenedores de seguridad.

Mientras las Naciones Unidas y los países lidiaban con la tarea inmediata de garantizar el suministro y la calidad de los EPP, se prestó menos atención y se dedicaron menos recursos a la gestión segura y sostenible de los desechos de la atención de salud relacionados con la COVID-19.

«Es absolutamente esencial proporcionar a los trabajadores de la salud EPP adecuados,» dijo el Dr. Michael Ryan, Director Ejecutivo del Programa de Emergencias Sanitarias de la OMS. «Pero también es esencial garantizar que estos puedan utilizarse de forma segura, sin tener un impacto en el entorno cercano.»

*Ello implica contar con sistemas de gestión eficaces *in situ*, incluidas orientaciones para los trabajadores de la salud sobre qué hacer con los EPP y los productos de salud esenciales una vez los hayan utilizado.*

Actualmente, el 30% de los establecimientos de atención de salud (el 60% en los países menos adelantados) no están equipados para manejar los montones de residuos existentes, y mucho menos los montones de desechos adicionales generados por la COVID-19. Ello puede exponer a los trabajadores de la salud a lesiones por objetos punzocortantes, a quemaduras y a microorganismos patógenos, además de afectar a las comunidades que viven cerca de vertederos y lugares de eliminación de desechos deficientemente gestionados a través del aire contaminado que emana de la quema de desechos, la deficiente calidad del agua o las plagas portadoras de enfermedades.

«La COVID-19 ha obligado al mundo a considerar las deficiencias y los aspectos desatendidos del flujo de desechos y cómo producimos, usamos y desechamos nuestros recursos de atención de salud, desde la cuna hasta la tumba,» dijo la Dra. María Neira, Directora de Medio Ambiente, Cambio Climático y Salud en la OMS.

«Un cambio significativo en todos los niveles, ya sea a nivel global o en las plantas de los hospitales, en nuestra forma de gestionar el flujo de desechos de la atención de salud, es un requisito básico de los sistemas de atención de salud con un enfoque climático inteligente, a lo que muchos países se comprometieron en la Conferencia sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, celebrada recientemente, y, evidentemente, también es necesaria una recuperación saludable de la COVID-19 y la preparación frente a las futuras emergencias de salud.»

En el informe se formulan una serie de recomendaciones para integrar unas prácticas de gestión de desechos más adecuadas, más seguras y más sostenibles desde el punto de vista ambiental en la respuesta a la COVID-19 en curso y en los esfuerzos futuros de preparación frente a las pandemias, y se destacan relatos de países y organizaciones que lo han puesto en práctica con la voluntad de «reconstruir para mejorar».

Algunas de estas recomendaciones son el uso de embalajes y envíos respetuosos con el medio ambiente, de EPP seguros y reutilizables (por ejemplo, guantes y mascarillas quirúrgicas) y de materiales reciclables o biodegradables; la inversión en tecnologías de tratamiento de desechos que no recurran a la quema, como los autoclaves; la logística inversa para apoyar el tratamiento centralizado e inversiones en el sector del reciclaje para asegurarse de que los materiales, como los plásticos, puedan tener una segunda vida.

El desafío que plantean los desechos relacionados con la COVID-19 y la apremiante urgencia de abordar la sostenibilidad ambiental ofrecen una oportunidad para fortalecer los sistemas con objeto de reducir y gestionar de forma segura y sostenible los desechos de la atención de salud. Ello puede lograrse mediante políticas y reglamentaciones nacionales enérgicas, la supervisión y los informes periódicos y una mayor rendición de cuentas, la prestación de apoyo para propiciar cambios de comportamiento y el perfeccionamiento del personal, y el aumento de los presupuestos y la financiación.

«Un cambio sistémico en la forma en que la atención de salud gestiona sus desechos incluiría un control mayor y sistemático y mejores prácticas en materia de adquisiciones,» dijo la Dra. Anne Woolridge, Presidenta del Grupo de Trabajo sobre los Residuos de la Atención de Salud de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos.

«Se reconoce cada vez más que las inversiones en materia de salud deben tener en cuenta las repercusiones ambientales y climáticas, y cada vez se es más consciente de los beneficios indirectos de las actuaciones. Así, por ejemplo, el uso seguro y racional de los EPP no solo reducirá el daño ambiental que causan los desechos, sino que también ahorrará dinero, reducirá la posible escasez de suministros y contribuirá todavía más a la prevención de las infecciones al modificar los comportamientos.»

El análisis llega en un momento en que el sector de la salud está sometido a una presión cada vez mayor para reducir su huella de carbono y reducir al mínimo la cantidad de desechos que se envían a los vertederos, lo que se debe en parte a la mayor preocupación por la proliferación de los desechos de plástico y sus efectos en el agua, los sistemas alimentarios y la salud humana y de los ecosistemas.

Nota para los redactores:

Este informe estuvo dirigido por la Unidad de Agua, Saneamiento, Higiene y Salud de la OMS, en colaboración con los equipos de la Organización encargados de la prevención y el control de las infecciones, las emergencias, los dispositivos médicos y la vacunación. El informe se benefició de las aportaciones técnicas de los asociados de la OMS, la organización no gubernamental Salud sin Daño, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo Mundial y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos, una asociación mundial, independiente y sin fines de lucro que trabaja en aras del interés público para promover y desarrollar la gestión sostenible de los desechos y los recursos en la transición hacia una economía circular.

Citas de los asociados:

«La gestión de desechos es una parte integral de la cadena de suministro, como consecuencia de la utilización y la caducidad de los productos sanitarios. El manejo inadecuado e inapropiado de los desechos de la atención de salud puede tener graves consecuencias para la salud pública y el medio ambiente, y puede afectar significativamente a la salud de las personas y el planeta.»

Dra. Mandeep Dhaliwal, Directora, PNUD

«Ante la COVID-19, la gestión de los desechos de la atención de salud es más importante que nunca para proteger a las comunidades, los trabajadores de la salud y el planeta, así como para prevenir la contaminación.»

Ruth Stringer, Coordinadora de Ciencia y Políticas de Salud sin Daño.

GLOSARIO DE SIGLAS Y TÉRMINOS

Sigla/Término	Significado
Aa	Área de almacenamiento mínima, m ²
Ac	Área mínima de diseño
AMCRESPEC	Asociación Mexicana para el Control de Residuos Sólidos y Peligrosos, Asociación Civil
<i>Covid-19</i>	Acrónimo en inglés derivado de las palabras " <i>corona virus disease</i> " (enfermedad causada por un corona virus, en español) aparecido en el año 2019
CRETIB	Acrónimo usado en la clasificación de los residuos peligrosos: C=corrosivo, R=reactivo, E=explosivo, T=tóxico, I=inflamable, B=biológico-infeccioso
EPP	Equipos de protección personal (especialmente mascarillas desechables)
F	Factor de seguridad, adimensional (ecuación 1)
f	Frecuencia de recolección, expresada en días de servicio a la semana (ecuación 1)
G	Generación diaria de residuos a considerar para el diseño del almacenamiento, kg/día (ecuación 1)
GM	Promedio diario basado en el mes con mayor generación de RPBI
INER	Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, México
M _v	Masa volumétrica de los residuos, kg/m ³ (densidad aparente obtenida con base en la propuesta de la AMCRESPEC)
OMS	Organización Mundial de la Salud
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RP	Residuos peligrosos
RPBI	Residuos peligrosos biológico-infecciosos
RSU	Residuos sólidos urbanos
<i>SARS-CoV-2</i>	Acrónimo en inglés derivado de las palabras " <i>severe acute respiratory syndrome coronavirus 2</i> " (síndrome respiratorio agudo severo, en español). En las redes internacionales se señala: " <i>It is a strain of coronavirus that causes COVID-19 (coronavirus disease 2019), the respiratory illness responsible for the ongoing COVID-19 pandemic</i> " (es una cepa de coronavirus que causa la enfermedad de coronavirus de 2019, la enfermedad respiratoria responsable de la actual pandemia de Covid-19, en español)
SEMARNAP	Acrónimo de la Secretaría de 'Medio' Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México
SEMARNAT	Acrónimo de la Secretaría de 'Medio' Ambiente y Recursos Naturales, México (la pesca no fue considerada prioritaria en los diferentes sexenios posteriores aunque México tenga más de 10,000 km de litorales costeros y muchas fuentes limnológicas continentales)
Tc	Total de contenedores de capacidad volumétrica de 0.25 m ³ (V _c) con dimensiones

de 1 m de altura, base cuadrada de 0.4 m * 0.4 m y tapa superior rectangular de 0.63 m * 0.7 m



(Araiza-Bolaños, 2006)

V	Volumen necesario de almacenamiento, m ³ (ecuación 1)
V _c	Volumen o capacidad de cada contenedor
V _d	Volumen mínimo de diseño
WHO	Siglas en inglés para la OMS (<i>World Health Organization</i>)

RECONOCIMIENTOS

El autor desea reconocer el valioso apoyo de la Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa, quien como académica responsable de este proyecto generó las ideas y conceptos y dio el seguimiento al proyecto. Asimismo, el entonces director del hospital de Nivel III cooperante representó el apoyo invaluable para la realización de esta investigación que tomó dos años y mucho esfuerzo grupal e individual para llevarse a cabo. Él siempre será recordado por su incansable y altruista labor en pro de la salud pública. El mes de noviembre de cada año recordaremos siempre la fecha en que se nos adelantó en el camino para rendirle un merecido homenaje. Descanse en paz el Dr. Jaime Villalba Caloca²¹. Finalmente, el autor agradece el apoyo de compañeros y compañeras que compartieron estas tareas académicas, especialmente la Cand. Dra. en Ing. M. en I. QFB María Angélica Velázquez-González.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araiza-Bolaños, O.S. 2006. Estudio del manejo de residuos peligrosos en un hospital de tercer nivel. Tesis profesional de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Defensa: Noviembre 8. Ciudad de México, México. 132.248.9.195/pd2007/0610615/Index.html
- Gutiérrez-Nájera, R. 1998. Introducción al Estado del Derecho Ambiental. Ed. Porrúa, p. 12. Ciudad de México, México.

21 "El miércoles 18 de noviembre de 2020, en plena pandemia por el virus SARS-CoV-2, pero por causas no relacionadas, falleció el Dr. Jaime Villalba Caloca, figura paradigmática del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, de la Facultad de Medicina de la UNAM, así como un líder indiscutible de la Neumología y la Cirugía Torácica de nuestro país. El acontecimiento fue anunciado durante la conferencia vespertina que cotidianamente ofrecen las autoridades de la Secretaría de Salud en el Palacio Nacional con objeto de revisar la situación que guarda la pandemia. Con una trayectoria de 62 años, es un ejemplo de la importancia de mantener una estructura profesional integrada como clínico, investigador y docente; simplemente no concebía la falsa idea de una división instrumentalizada de las actividades del médico en la que, por criterios de conveniencia administrativo-burocrático, se pretende tricotomizar su quehacer profesional en atención, ciencia o enseñanza. Fue integrante del grupo multidisciplinario que realizó el primer trasplante pulmonar en 1989 en el país y en América Latina. En su trayectoria dentro del INER fue cirujano, Jefe del Departamento de Cirugía y Cirugía Experimental, Director de Enseñanza y luego Director General en el período 1993-2003. Y al terminar su cargo directivo se reintegró a su actividad profesional como jefe de la Unidad de Trasplante Pulmonar Experimental del Departamento de Investigación en Cirugía Experimental. ... Su inquietud intelectual lo llevó a inscribirse como alumno de posgrado a los ochenta años y obtener el grado de Doctor en Ciencias en 2008. Asimismo, su sensibilidad humana le impulsó a fungir como presidente del Comité Hospitalario de Bioética por más de 10 años y a difundir las ideas surgidas de las discusiones en el libro «Reflexiones Bioéticas» publicado hace poco más de un año. En la introducción el Dr. Villalba deja ver claramente el tipo de persona que es cuando escribe sobre lo que le importa: «...aprendiendo a responder preguntas con más preguntas, y a reconocer la importancia de la otredad» para luego citar el poema Piedra de Sol de Octavio Paz y declarar «mirarnos en el otro para poder ser nosotros» (ver reseña de Sandoval JL en NCT <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2020/nt201.pdf>). ..." (Santillán-Doherty, 2020)

- DOF. 2005. NOM-052-SEMARNAT-2005. Norma Oficial Mexicana, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación. Poder Ejecutivo Federal. Ciudad de México. Estados Unidos Mexicanos.
- DOF. 2002. NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. Diario Oficial de la Federación. Poder Ejecutivo Federal. Ciudad de México. Estados Unidos Mexicanos.
- DOF. 1995. NOM-087-ECOL-1995. Norma Oficial Mexicana Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica. Diario Oficial de la Federación. Poder Ejecutivo Federal. Ciudad de México. Estados Unidos Mexicanos.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento. 2012. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFMN.pdf
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos. 1988. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRP.pdf
- Sandoval-Gutiérrez, J.L. 2021. Ideas y perspectivas. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas. Proyección y perspectiva. A 85 años / Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas. *Projection and perspective. At 85 years*. Neumología y Cirugía de Tórax. 80(4):286-290. doi: 10.35366/103453. <https://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v80n4/0028-3746-nct-80-04-286.pdf>
- Santillán-Doherty, P. 2022. *In memoriam* Dr. Jaime Villalba Caloca (1928-2020) / *In memoriam Jaime Villalba Caloca, MD, Ph.D.*²² (1928-2020). Neumología y Cirugía de Tórax. 79(4):212-213. <https://doi.org/10.35366/97961>
- WHO. 2022. <https://www.who.int/es/news/item/01-02-2022-tonnes-of-covid-19-health-care-waste-expose-urgent-need-to-improve-waste-management-systems>

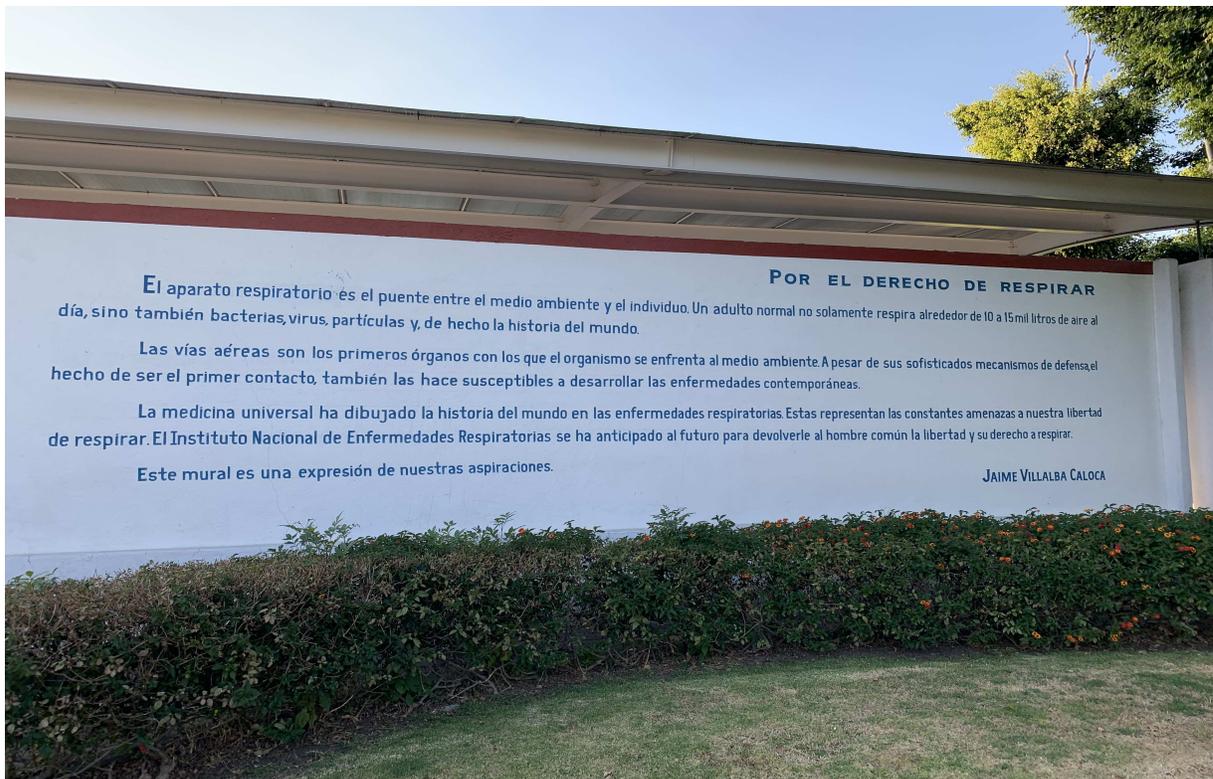
22 El Dr. Jaime Villalba Caloca obtuvo el doctorado en el Instituto Politécnico Nacional en 2007. El título de la tesis fue “Respuesta tisular del aloinjerto traqueal liofilizado y criopreservado combinado con terapia de inmunosupresión y aplicación tópica del factor de crecimiento del endotelio vascular”, URI: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/4220> y su resumen es el siguiente: A nivel mundial se han realizado múltiples estudios con el fin de llegar a practicar trasplante de la tráquea, por diferentes métodos, como son aloinjertos vascularizados, injertos desvascularizados, prótesis de diferentes materiales, como también ingeniería de tejidos. El objetivo de este estudio fue obtener información sobre la respuesta del aloinjerto traqueal liofilizado y criopreservado, con inmunosupresión y con factor de crecimiento del endotelio vascular. Para este estudio se utilizaron 50 perros mestizos (36 receptores y 14 donadores), que se dividieron en 6 grupos de estudio. Grupo I: liofilizado, Grupo II: liofilizado más inmunosupresión, Grupo III: Liofilizado más inmunosupresión, más Factor de Crecimiento del Endotelio Vascular, Grupo IV: Criopreservado, Grupo V: Criopreservado con inmunosupresión, Grupo VI: Criopreservado con inmunosupresión y Factor de Crecimiento del Endotelio Vascular. A todos los animales se les realizó evaluación clínica, radiológica y endoscópica. Ocho semanas posteriores a la cirugía los animales fueron sometidos a eutanasia y se les practicó evaluación macroscópica y microscópica de luz y electrónica, así como evaluación angiogénica. Todos los animales sobrevivieron al procedimiento quirúrgico pero no al tiempo de estudio establecido. Los tiempos de sobrevivencia expresados en días promedio \pm error estándar fue significativamente mayor en el grupo IV. La disnea fue menor en el grupo IV y radiológicamente se obtuvieron mejores resultados en el grupo IV. Asimismo, el estudio broncoscópico reportó permeabilidad y buena coloración de la mucosa traqueal en el grupo IV a los 28, 42 y 60 días, así como neoformación vascular de mayor importancia en el grupo IV. Los resultados sugieren que la criopreservación sin factor de crecimiento del endotelio vascular y sin inmunosupresión ofrecen mayores posibilidades de tratamiento. Su versión en inglés es la siguiente: *There are many research studies that report different methods to perform a tracheal transplantation, such as vascularized allografts, devascularized grafts, prostheses from different materials and bioengineered tissues. The aim of this study was to study the behavior of the lyophilized and cryopreserved tracheal allograft treated with immunosuppressive therapy and endothelial growth factor. We operated on 50 mongrel dogs (14 donors and 36 recipients), divided in 6 study groups as follows: Group I: Lyophilized; Group II: Lyophilized + immunosuppressive therapy; Group III: Lyophilized + immunosuppressive therapy + Endothelial Growth Factor; Group IV: Cryopreserved; Group V: Cryopreserved + immunosuppressive therapy; Group VI: Cryopreserved + immunosuppressive therapy + Endothelial Growth Factor. The animals were evaluated clinical, radiological, and endoscopically. At the moment of euthanasia, we evaluated macroscopic, microscopic, electron microscopy and angiogenic. Study length 8 weeks. All the animals survived the surgical procedure but none the study length. Study group IV showed statistical difference in survival time, expressed in median days \pm standard error, low dyspnea grade, better radiographic findings, better permeability, good tracheal mucosa coloration at days 28th, 42nd, 60th, as well as more neoformation vessels. These results showed that cryopreservation alone, was the best treatment.* Los datos técnicos son: Tesis (Doctorado en Investigación en Medicina), Instituto Politécnico Nacional, SEPI, ESM, 2007, 1 archivo PDF (94 páginas). tesis.ipn.mx

A continuación, los(las) editores(as) presentan dos fotografías, una del Dr. Jaime Villalba Caloca, tomada del artículo de Santillán-Doherty (2020) y la otra del mural que se tiene en la zona de jardines del hospital de tercer nivel, cortesía del personal de esta institución.



Figura 1. El Dr. Jaime Villalba Caloca, Ex-Presidente de la SMNYCT y Ex-Director del INER, falleció el 18 de noviembre de 2020 (Santillán-Doherty, 2020)

Descanse en paz



Mural con el pensamiento de los objetivos superiores del INER para el Dr. Villalba

Anexo

Definiciones:

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, utilización, consumo, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que los generó (Gutiérrez-Nájera, 1998).

Residuo peligroso. Todo aquel, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes represente un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente (Gutiérrez-Nájera, 1998), así como la mezcla de un residuo peligroso con un no peligroso de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 (DOF, 2005).

Residuo hospitalario. El que se genera en los centros de atención médica; esta categoría incluye a los residuos peligrosos biológicos infecciosos, a los residuos peligrosos no infecciosos establecidos en las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-087-ECOL-1995 (DOF, 1995, 2005) y su reforma de 2002 (NOM-087-ECOL-SSA1-2002) los residuos no peligrosos o municipales (Araiza-Bolaños, 2006).

Residuo municipal (no peligroso). El generado en las áreas en las que no se tiene contacto con pacientes o animales.

Residuo hospitalario peligroso. El residuo peligroso cuyo estado físico es sólido o líquido o gaseoso que se genera en los centros de atención médica hospitalaria.

Residuo peligroso. La NOM-052-SEMARNAT-2005 lo establece "...7. Características que definen a un residuo como peligroso. 7.1. El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones señaladas en los numerales 7.2 a 7.7 de esta Norma Oficial Mexicana: Corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad, biológico-infecciosa" (DOF, 2005).

Residuo peligroso biológico-infeccioso. "7.7 Es **Biológico-Infeccioso** de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, referida en el punto 4 de esta Norma. Lo establece como el que contiene bacterias, virus y otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica" (DOF, 2002).

Esa norma los clasifica en los cuatro siguientes grupos: **La sangre, los patológicos, los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios, y los objetos punzocortantes usados y sin usar.**

Establecimiento de atención médica. El lugar público o privado, fijo o móvil cualquiera que sea su denominación, que preste servicios de atención médica, ya sea ambulatorio o para internamiento de seres humanos y animales.

Generación. Es la acción de producir algo que, en este tema, será un residuo peligroso.

Manejo. Es el conjunto de acciones que permiten un control de los residuos peligrosos desde su generación hasta su disposición final.

La clasificación para los hospitales, así como para los residuos, se basa principalmente en las leyes, reglamentos y normas en materia ambiental y residuos peligrosos. Dada la necesidad de la atención y mejoramiento de la funcionalidad sobre la recolección, manejo y disposición de los residuos sólidos en unidades médicas, en el año de 1985 surge un programa de recolección mediante el sistema de contenedores. Este programa inició con la dotación de 38 contenedores en 16 instituciones. En 1986 se

amplió a 40 unidades médicas y 95 contenedores y para 1987 eran ya 70 unidades con 156 contenedores. Hasta el año de 1988, gran parte de los residuos de unidades médicas eran transportados de manera directa a los sitios de disposición final del Gobierno del entonces Distrito Federal sin tener un tratamiento *in situ*. Por otro lado, no se separaban los residuos municipales de los residuos hospitalarios, utilizando para el transporte los mismos camiones para ambos residuos. A veces se llevaban a los sitios de transferencia donde la pepena se realizaba de igual forma que los municipales. A principios de los años noventa del Siglo Veinte, el entonces Departamento del Distrito Federal realizó estudios sobre la generación de residuos sólidos en unidades médicas para identificar sus características físico-químicas, parámetros de generación, así como el manejo en este tipo de fuentes. Dentro del manejo interno los residuos médicos no eran tratados adecuadamente. La mayoría de las instituciones contaban con procedimientos ortodoxos que impedían evitar riesgos a la salud y aprovechar íntegramente los recursos materiales, económicos y humanos. Esto se debía a que la mayor parte de la inversión dentro de las unidades médicas era destinada a la compra de equipos y materiales médicos y poco se invertía en material de limpieza necesario para el manejo de estos residuos. En la mayoría de los hospitales no se practicaba la separación de los residuos infecciosos y municipales; se mezclaban los residuos provocando que la totalidad de ellos se contaminaran y fueran potencialmente peligrosos. El personal que se encontraba a cargo del manejo dentro de los hospitales carecía de conocimientos específicos sobre el manejo adecuado de los residuos infecciosos, lo que los llevaba a realizar su labor de coordinar la limpieza de los mismos de manera empírica o con base en su experiencia. En varios hospitales el servicio de limpieza estaba concesionado a empresas particulares que, en aquel momento, tampoco tenían un personal capacitado. Las instalaciones destinadas al almacenamiento temporal y al tratamiento de residuos eran casi nulas, lo que impedía garantizar que el manejo de residuos fuera seguro, al no contar con suficiente espacio o un buen diseño.

Cabe señalar que el manejo que se hizo en México durante los ochenta y principios de los noventa del Siglo Veinte fue meritorio ya que no se contaba con una Norma, como la que está vigente, que especificara el manejo que se les debía de dar a los residuos peligrosos biológicos infecciosos. Y hay que hacer mención especial al Hospital Militar, que fue de los pioneros en el manejo de residuos infecciosos en México.

Estudio situacional

Para este estudio fue necesario tener un acercamiento al marco legal regulatorio en materia de residuos peligrosos y en específico a la clasificación de los residuos peligrosos con característica de biológicos infecciosos según la clasificación CRETIB (DOF, 2005). De tal forma que una vez estudiado dicho marco regulatorio se tomó a la reforma de la NOM-087-ECOL-1995 (DOF, 1995), la NOM-087-ECOL-SSA1-2002, como base para realizar el análisis en el cual se sabría el conocimiento que de ésta se tiene dentro del hospital, así como su aplicación en el mismo.

El hospital en estudio es de Nivel III para la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 y de 3er. Nivel de atención para la clasificación de la Secretaría de la Salud ya que otorga servicios curativos y de rehabilitación a usuarios enviados por los otros niveles que presentan padecimientos de alta complejidad y de tratamientos especializado, además de que puede desarrollar y promover la investigación básica y aplicada. Se encuentra ubicado en la Zona Metropolitana del Valle de México. Su extensión superficial es de 79,959.6 m² y, en el año en que se realizó esta investigación, 10,115.73 m² estaban destinados a 24 edificaciones y 59,105.8 están destinados a áreas verdes, calles y accesos. Actualmente, se han construido varios edificios, algunos para laboratorios de investigación, reduciendo drásticamente sus áreas verdes. El hospital se fundó y construyó aproximadamente hace 70 años y presta servicios de consulta externa y hospitalización altamente especializada, además de los servicios de rehabilitación, rayos X, laboratorio y otros auxiliares de diagnóstico y tratamiento. Se realizan también actividades de docencia e investigación. Dentro de su capacidad física instalada en el año en que se realizó este

estudio contaba con 219 camas censables²³ y 50 camas no censables. Con la pandemia de *SARS-CoV-2* resulta interesante que los números han disminuido: "178 camas censables que pueden llegar a ser 230 con las no censables, lo cual convierte al hospital en el centro más grande en el continente americano ... Se convierte en el hospital con más camas de terapia intensiva dedicadas al manejo de esta pandemia en Latinoamérica" (Sandoval-Gutiérrez, 2021).

De la entonces División de Administración y Desarrollo de Personal y de la Subdirección General Médica se proporcionaron los datos de su capacidad física instalada y principales índices hospitalarios y composición de la plantilla de personal, parte de los cuales se presentan en los Cuadros A1 y A2.

Cuadro A1. Capacidad física instalada y principales índices hospitalarios en el año de estudio (elaboración propia)

Número de camas censables	219	Defunciones	322
Número de camas no censables	50	Número de cirugías	2,631
Egresos	4,514	Número de consultas e interconsultas	67,681
Ingresos	4,485	Atención de urgencias	12,503
Promedio de días estancia de egresados	14	Número de estudios de laboratorio	36,963
Porcentaje de ocupación de camas	76.4	Clínico	

Cuadro A2. Composición de la plantilla de personal (elaboración propia)

Médicos	204
Enfermeras(os)	447
Técnicos	290
Administrativos	367
Servicios generales	313
Otros profesionales	45
Investigadores	66
Total	1,793

Metodología para la adquisición de información

Dentro del hospital en estudio la metodología que se desarrolló es la que propone la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (DOF, 2002). Ésta establece que para tener un buen manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos se deberá realizar en una primera fase la clasificación de los residuos que se generan dentro del hospital. Tal clasificación puede verse en su inciso 4 "Clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos", el cual los divide en cinco grandes grupos, como ya se mencionó en la Figura 2:

1. La sangre
2. Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos
3. Los patológicos
4. Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios
5. Los objetos punzo-cortantes

Posteriormente, hace mención en su inciso 6.1 de las fases que conforman el manejo interno y externo, siendo éstas las siguientes:

1. Identificación de los residuos y de las actividades que los generan
2. Envasado de los residuos generados
3. Recolección y transporte interno
4. Almacenamiento temporal
5. Recolección y transporte externo

²³ El verbo censar significa hacer el censo o empadronamiento de los habitantes de algún lugar (<https://dle.rae.es/censar?m=form>). Por extensión censable se aplicaría a las camas disponibles en un hospital para ser ocupadas por los posibles pacientes [nota de los(as) editores(as)]

6. Tratamiento
7. Disposición final

En cuanto a la identificación y envasado de los residuos en el hospital, se lleva de la siguiente manera: La identificación ó separación simultánea de los residuos se realiza desde el momento de su generación o *in situ*. Esta separación se basa en la clasificación de los residuos biológico-infecciosos que establece la Norma. Para esta segregación se colocan recipientes y bolsas especiales para los diferentes residuos (municipales e infecciosos), según sea la necesidad del área generadora; de tal manera que el generador identifique el recipiente en que debe depositarlo. La Norma para separar y envasar todos los residuos se basa en la Tabla 3-1 de la NOM-087-ECOL-2002 (DOF, 2002).

Es importante hacer mención que la entidad generadora es quien lleva toda la responsabilidad de la segregación. Dentro del hospital los generadores son los(as) médicos(as), las(os) enfermeras(os), los(as) camilleros, los(as) enfermos(as) internos(as), los(as) enfermos(as) de consulta externa, los(as) familiares de visita y los(as) investigadores(as), principalmente.

El tipo de residuo generado y sus cantidades varían según el área del hospital y de acuerdo con las actividades que se realicen en cada una de ellas. En las áreas de laboratorios, cirugía, unidad de cuidados intensivos, unidad de terapia intermedia, pediatría, emergencia, autopsias y banco de sangre se desecha un gran número de artículos, recipientes y restos orgánicos (placentas, tejidos, órganos, etc.) que representan un riesgo elevado, ya que en estos sitios los envases se encuentran a distancias poco accesibles para los generadores de éstos. En la Tabla A1 se da la información de la norma y en la A2 se da un ejemplo del listado de RPBI recolectados.

Tabla A1. Norma para separar y envasar residuos (DOF, 2002)

Tipo de residuo	Estado físico	Envasado	Color
Sangre	Sólido-Líquido	Bolsa de plástico	Rojo
Cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos	Sólido-Líquido	Bolsa de plástico	Rojo
Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
Patológicos	Sólidos	Bolsa de plástico	Amarillo
Patológicos	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
Objetos punzo-cortantes usados y sin usar	Sólidos	Recipientes rígidos	Rojo

Tomada de la Tabla 2 inciso 6.2.1 de la norma

Tabla A2. Lista de algunos RPBI generados en el hospital cooperante clasificados conforme a la Norma

SANGRE	PATOLÓGICOS	NO ANATÓMICOS	PUNZOCORTANTES
Muestras de sangre	Líquidos corporales	Vendas	Equipo de suturas
Bolsas con sangre	Sondas endopleurales	Algodón	Bisturíes
Sondas con sangre	Orinas y heces de pacientes con enfermedades infectocontagiosas	Pinzas	Ampolletas
	Secreciones y expectoraciones	Apósitos	Jeringas
	Líquido gástrico	Gasas Torundas	Catéteres
		Abatelenguas	Equipo de punción
		Guantes	Botellas de suero de vidrio
		Cubre bocas	Agujas
		Ropa y sábanas desechables de paciente infecto-contagiosos	Mangueras y equipos de venoclisis
		Compresas contaminadas	
		Charola desechable con comida del paciente	

Almacenamiento temporal de los RPBI (residuos peligrosos biológico-infecciosos)

Con respecto al almacenamiento de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, la norma original de 1995 establecía en su sección 6.4 los siguientes requisitos y condiciones que debe tener el área destinada a esta función:

“6.4.4.1. Estar separada de las siguientes áreas: De pacientes, de visitas, cocina, comedor. Instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavandería. 6.4.4.2. Estar techada y ubicada donde no haya riesgo de inundación y que sea de fácil acceso. 6.4.4.3. Contar con muros de contención lateral y posterior de una altura mínima de 20 cm para detener derrames. 6.4.4.4. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles. 6.4.4.5. Contar con una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada. 6.4.4.6. No deben existir conexiones con drenaje en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de comunicación que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida. 6.4.4.7. Tener una capacidad mínima de tres veces el volumen promedio de residuos peligrosos biológico infecciosos generados diariamente. 6.4.4.8. El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán contar con la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología (actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático).” (DOF, 1995).

En la NOM reformada (DOF, 2002) aparece ya lo siguiente:

6.3.6 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos podrán ser almacenados en centros de acopio, previamente autorizados por la SEMARNAT. Dichos centros de acopio deberán operar sistemas de refrigeración para mantener los residuos peligrosos biológico-infecciosos a una temperatura máxima de 4°C (cuatro grados Celsius) y llevar una bitácora de conformidad con el artículo 21 del Reglamento en materia de Residuos Peligrosos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El tiempo de estancia de los residuos en un centro de acopio podrá ser de hasta treinta días.

TERCERO.- Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico infecciosos deben cumplir con la fase de manejo señalada en el punto 6, a los 90 días posteriores al de la entrada en vigor de la presente Norma, tiempo en el cual seguirá surtiendo sus efectos legales en lo conducente la NOM-087-ECOL-1995.

Con respecto de los contenedores de los residuos peligrosos biológico-infecciosos el punto 4.6.3 mencionaba que “... deberán almacenarse en contenedores con tapa y rotulados con el símbolo universal de riesgo biológico, con la leyenda ‘PELIGRO, RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS.’” (DOF, 1995). En general, la ubicación de recipientes de menor tamaño se realiza en los cuartos de hospitalización, los laboratorios clínicos, de sangre e investigación, los baños de todo el hospital y en los cubículos de consulta externa. En las áreas de cirugía, unidad de cuidados intensivos, unidad de terapia intermedia, banco de sangre, estomatología y las centrales de enfermeras(os) de estas áreas, así como en las de hospitalización se ponen los contenedores de mayor tamaño. El punto 6.4.4 señalaba que “el período de almacenamiento temporal a temperatura ambiente estará sujeto al tipo de establecimiento” (DOF, 1995) para el Nivel III hasta 48 horas. Y, el 6.4.5 indicaba que “Los residuos patológico, humanos o de animales deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C.” (DOF, 1995).

Es de especial importancia el manejo adecuado de objetos punzo-cortantes, dado que son comunes las picaduras accidentales. Por ello, las medidas tomadas dentro del hospital en el uso y desecho de los objetos son buenas, pero su aplicación no es del todo aceptable. La práctica de re-encapuchar las agujas es muy común por parte de las(os) enfermeras(os), lo que representa un riesgo, ya que existen recipientes especialmente diseñados para evitar este mal hábito y el hospital ha dispuesto de ellos en todas las áreas del mismo y son reemplazados constantemente.

Rutas de recolección

La recolección interna en el hospital está a cargo del área de intendencia. Ésta se da en tres diferentes turnos y sólo una vez por turno. El personal que realiza la recolección cuenta con un equipo de

protección constituido por una bata, guantes, botas, pantalones y cubre bocas. La recolección interna consiste, en una primera fase, en transportar los residuos en sus recipientes (pequeños), generalmente situados en los cubículos, en los cuartos, en los consultorios, baños y laboratorios, a los de mayor tamaño ubicados generalmente en los pasillos. Esta labor la realizan las personas de intendencia que se encargan de la limpieza del hospital. Se hace varias veces en los diferentes turnos, de tal manera que se mantengan limpios los recipientes pequeños. La segunda fase es el transporte de los residuos que se encuentran en los recipientes de mayor tamaño al área de almacenamiento temporal. Esta recolección la realizan cuatro personas en los diferentes turnos todos los días, siendo dos por la mañana, uno por la tarde y uno por la noche. La ruta de recolección es varias veces cambiada, o sea, no siempre se abarcan todas las áreas. Los carritos que se utilizan para la recolección son los contenedores que están en el área de almacenamiento temporal, es decir, no existen carritos específicos para realizarla. La capacidad de los contenedores es de 0.25 m³, la cual es sobrepasada en la mayoría de las veces durante la recolección. Durante el turno matutino la recolección y el transporte están a cargo de dos personas. Las rutas que toman cada uno(a) de los(as) trabajadores(as) son diferentes. El(La) primero(a) recolecta los residuos del área de consulta externa, emergencias y algunas zonas de hospitalización. Por su parte, el(la) otro(a) trabajador(a) hace su ruta por algunas zonas de hospitalización, áreas de cirugía, terapias y, por último, del edificio de investigación. Esta misma recolección se hace todos los días, puede ser matutina y nocturna o vespertina y nocturna. Para los turnos especiales (sábados y domingos) se reduce la ruta excluyendo principalmente las áreas de consulta externa. A su vez, la periodicidad de la recolección en estos días es menor, reduciéndose a dos veces por día. En el turno vespertino, la recolección se realiza solamente una vez y la lleva a cabo una persona. Ella establece la ruta y no siempre es la misma en cuanto al orden y a las áreas que se visitan.

Cuantificación

Fundamental para este estudio fue el hecho de conocer las áreas que conforman el hospital, para ubicar los posibles puntos de generación de RPBI. Para tal fin fue necesario realizar varias visitas a las diferentes zonas del hospital, así como hacer acopio de información con referencia a las personas que laboran dentro del hospital como médicos(as), camilleros(as), enfermeras(os), personal de intendencia, cocineros(as), investigadores(as), laboratoristas, etc.), sus turnos de trabajo y el movimiento de pacientes en el hospital. Al inicio del estudio las personas encargadas de la recolección interna, al finalizar la misma y no siempre, realizaban en el área de almacenamiento el pesaje²⁴ de lo que habían recolectado sin especificar de donde provenía lo recolectado. Estos datos los apuntaban y posteriormente se los entregaban al supervisor. El control de lo que se generaba dentro del hospital era por medio de las libretas de bitácora, como está estipulado en el Reglamento en materia de residuos peligrosos de la LGEEPA. En éstas se debían apuntar los datos del pesaje de la recolección interna, pero durante el año de estudio ocupaban los manifiestos de la empresa recolectora. Hay dos bitácoras para los RPBI y dos para los residuos patológicos. De éstas, una era para el reporte diario y otra era para el reporte mensual. Además se contaba con los manifiestos que daban las empresas recolectoras al hospital. Estos manifiestos, elaborados por las empresas encargadas de la recolección externa eran llenados con los datos obtenidos de su propio pesaje de todos los contenedores que se llevaban, por medio de una báscula digital. A pesar de tener sus propios valores, la cuantificación que se realizaba en el hospital al principio del estudio, se hacía por medio de los datos que proporcionaban en los manifiestos las empresas encargadas de la recolección externa. Éstos eran vaciados en las bitácoras del hospital y, posteriormente, dichos datos eran utilizados para su reporte semestral, de la generación de RPBI.

24 Pesaje: 1. m. Acción y efecto de pesar algo (<https://dle.rae.es/pesaje?m=form>). Pesar: Del latín *pensāre*. 1. Determinar el peso, o más propiamente, la masa de algo por medio de la balanza o de otro instrumento equivalente (<https://dle.rae.es/peasar>). Esto último es importante ya que la masa se mide en kilogramos mientras que el peso, que es una fuerza, se mide en Newtons, aunque tristemente en la palabra peso incurrir en los errores que no se terminarán hasta que el personal a cargo del diccionario de la lengua española con apoyo de personas que sí sepan la diferencia entre peso y masa corrija esa entrada [Nota de los(as) editores(as)]

Una vez que el hospital implantó su propio programa de manejo de sus residuos, se contrató a una empresa de consultoría y supervisión para que los asesorara en el buen funcionamiento del programa. La empresa se encargó de capacitar al personal del hospital, desde las personas de intendencia hasta enfermeras(os) y otros(as) profesionales. Posteriormente, hizo recomendaciones de conformidad con lo que la Norma establecía, desde su separación hasta su disposición temporal. Finalmente, esa empresa se encargó de supervisar que esas recomendaciones se llevaran a cabo, supervisando también la recolección y la medición interna y de la empresa externa. Al final de este período, que fue de dos años, no existía un departamento dentro del hospital que hiciera un seguimiento, tanto del programa de manejo de residuos como de la supervisión que la empresa de consultoría realizaba dentro del hospital. Para la segunda fase del estudio, un año después de la primera, se pudo evaluar que la primera influyó para que se llevara un mejor control de la cuantificación, ya que en ésta se propuso un formato para el pesaje en el área de almacenamiento, en el cual se enlistaban las áreas del hospital y se dejaba un espacio para la masa de la bolsa o contenedor de dicha área, debido a que durante el primer año solamente se pudieron recabar los datos de la generación diaria y mensual, pero no se pudieron obtener datos de la procedencia, ni la distribución del total de lo generado entre las áreas del hospital.

Durante el estudio se observó que la cantidad de los residuos generados en el hospital está en función de diferentes factores tales como: Las actividades que en él se desarrollan, los servicios que éste presta, la calidad de servicios que ofrece, el tamaño del mismo, el número de pacientes externos que atiende, el personal que labora en el mismo, etc. Por ello, no resulta fácil establecer relaciones que permitan estimar la cantidad de RPBI generados en el hospital. Por lo anterior, se ha propuesto relacionar la cantidad de RPBI diariamente con el número de camas censables dentro del hospital, para obtener así indicadores que permitan manejar y conocer mejor las cifras que arroje el estudio. El indicador más representativo y que engloba todos los factores arriba mencionados es el de la generación dada en kilogramos de RPBI por cama censable por día. Este indicador puede estar sujeto a cierto grado de imprecisión, pero es el que más comúnmente utilizan dependencias a nivel mundial, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), así como varias dependencias en México como la SEMARNAP (ahora Semarnat²⁵). La generación *per cápita* fluctúa en las diversas instalaciones de unidades médicas. La Tabla A3 presenta algunas cifras promedio (indicadores) y que no se han podido actualizar justamente por la pandemia del *SARS-CoV-2*.

Tabla A3. Indicadores de generación *per cápita* de diversas instalaciones de unidades médicas

FUENTE GENERADORA	GENERACIÓN PER CÁPITA
Unidades Médicas de 1er. Nivel	
Con laboratorio	1.279 kg/consultorio/día
Sin laboratorio	0.998 kg/consultorio/día
Unidades Médicas de 2º. nivel	4.730 kg/cama/día
Unidades Médicas de 3er. Nivel	5.390 kg/cama/día
Laboratorios privados	0.580 kg/empleado/día
Veterinarias privadas	1.700 kg/empleado/día

Fuente: Dirección Técnica de Desechos Sólidos/Dirección General de Servicios Urbanos/Departamento del Distrito Federal (1996)

Almacenamiento

El área destinada al almacenamiento de los residuos generados dentro del hospital se encuentra ubicada en lo que antiguamente era el área de incineradores. A esta solamente pueden entrar las personas encargadas de la recolección interna y externa y los(as) supervisores(as) del hospital. Dentro del almacén hay un área destinada específicamente a los residuos municipales y otra destinada a los RPBI. El almacén se encuentra bien comunicado, ya que existe un acceso vehicular para que los camiones encargados de la recolección externa puedan entrar ahí sin ningún problema. En cuanto al posible impacto que podría generar a las edificaciones que lo rodean es mínimo, ya que se encuentra a 50 m de la cocina y los edificios más cercanos son los de servicios de lavandería y calderas.

25 Se ha relajado la norma de usar mayúsculas en las abreviaturas. Las mayúsculas son solamente la primera letra de cada palabra y si la palabra es plural debiera duplicarse esa letra mayúscula (p.ej. Ferrocarriles Nacionales de México se abrevia FF.NN. de M.). En el caso de las siglas de la Secretaría en cuestión debiera ser Semarnap y Semarnat como está escrita [Nota de los(as) editores(as)]

La superficie total del área de almacenamiento es de 208 m². De ella están destinados 50 m² a los RPBI, en la que se tiene una báscula digital, un refrigerador para almacenar los residuos patológicos con una capacidad de 1 m³ y 21 contenedores de 0.25 m³ de capacidad. En general, el área de almacenamiento cumplía con lo establecido por la abrogada NOM-087-ECOL-1995, ya que tiene los requisitos de pendiente, distancia entre edificaciones, rotulaciones, muros laterales, drenaje, etc. En la parte que no cumplía era en la superficie requerida para la generación diaria, de acuerdo con el cálculo realizado de generación, de tener una capacidad mínima de tres veces el volumen promedio de residuos peligrosos biológico infecciosos generados diariamente. Esto es lo que se volvió el objeto de esta investigación. A continuación se dan los antecedentes de cómo se calculó la generación de estos RPBI.

Recolección externa

Al inicio del estudio había dos empresas particulares encargadas de la recolección externa. Una de ellas se encargaba de recoger los residuos patológicos y la otra los residuos peligrosos biológico-infecciosos. La primera iba al hospital cada tercer día, ya que la generación de los residuos patológicos dentro del hospital es, en general, baja. Pero la periodicidad en la recolección de los RPBI era diaria y no siempre a la misma hora. Estas empresas tenían una ruta en la que abarcaban un gran número de hospitales y por ello su horario de recolección no era regular. Finalmente, una sola empresa se quedó para realizar la recolección de los RPBI y los residuos patológicos. Esto se debió a que ganó la licitación para prestarle el servicio a un conjunto de hospitales que se encontraban muy cerca uno de otro y del cual el hospital en estudio forma parte. Cada unidad o camión contaba con tres operadores: Un chofer y dos cargadores, uno de los cuales se encargaba de acomodar para el pesaje los contenedores que se encontraban dentro del almacén y otro que se encargaba de acomodar dentro del camión los contenedores ya pesados que el primer operador le entregaba. En este momento se hacían intercambio de contenedores llenos por los que traía el camión vacíos y limpios. La recolección debía ser supervisada por parte de personal específico del hospital que se encargaría de revisar que los contenedores llenos del hospital no estuvieran excedidos en su capacidad, ya que si esto se presentaba, la empresa recolectora podía no llevarse los contenedores: Otra de las funciones del(a) supervisor(a) era constatar que el pesaje se realizara contenedor por contenedor. Para el pesaje de los contenedores la empresa recolectora traía su propia báscula en el camión. Ésta era del tipo denominado de dinamómetro, o sea, el contenedor era sujetado por ganchos y al dejarse libre se obtenía su masa. Al término del pesaje el chofer del camión entregaba al(la) supervisor(a) por parte del hospital el manifiesto con la masa de cada uno de los contenedores. El(La) supervisor(a) firmaba de recibido y posteriormente se cotejaban con las masas obtenidas por el personal del hospital.

Aunque no es la temática de esta fase del estudio se comenta al respecto de los RPBI, que se hicieron múltiples encuestas y en una de ellas se incluía un punto concerniente a conocer si el personal del hospital había recibido capacitación para el manejo de los RPBI. Esta fue una pregunta directa a la que se plantearon como posibles respuestas (sí) o (no). Las respuestas fueron las siguientes: 8 personas respondieron que sí habían recibido alguna capacitación y 4 respondieron que no. De los cuatro que no la habían recibido eran 2 enfermeras(os), 1 médico y 1 investigador. Esto habla de que un 30% de los encuestados no había recibido capacitación alguna. De las(os) enfermeras(os) que no habían recibido capacitación, una(o) tenía poco tiempo de haber ingresado al área de hospitalización y la(el) otra(o) recién había ingresado al hospital. De los turnos, uno fue matutino y el otro vespertino. Dentro de las encuestas realizadas también se obtuvo información sobre si el personal conocía de la existencia de contenedores en su área de trabajo y si estos estaban en lugares accesibles para depositar los residuos. Además, se les preguntó si eran suficientes los contenedores asignados a su área (preguntas basadas en el inciso 6.2 "Identificación y envasado" de la norma). Respecto de la pregunta de la ubicación de los contenedores, las(os) enfermeras(os) encuestadas(os) contestaron que existían bolsas rojas (RPBI) en los burós²⁶ de cada paciente y un solo contenedor para bolsa negra (residuos municipales) en cada habitación. Además indicaron que los contenedores para objetos punzo-cortantes

26 3. m. Méx. mesa de noche (<https://dle.rae.es/bur%C3%B3?m=form>)

se tenían en los carritos en donde ellas(os) llevan su equipo para curación y toma de datos clínicos y que en la central de enfermeras(os) contaban con los contenedores de mayor tamaño para RPBI y municipales. A la pregunta de que si consideraban suficiente el número de contenedores asignados a cada área, todas(os) los consideraron suficientes. Se les preguntó qué hacían con algunos RPBI como objetos punzo-cortantes, sábanas y batas de los(as) pacientes y, además, con las expectoraciones y secreciones de los(as) pacientes. El 100% contestaron que las sábanas y batas se van a la lavandería. De las expectoraciones y secreciones, estos eran depositados en vasos con tapa y se las daban a personas de intendencia para que se los llevara. Por último, para el manejo de los objetos punzo-cortantes y, en especial, con las jeringas y agujas, el 100% de las(os) enfermeras(os) encuestadas(os) coincide con el procedimiento del manejo. Este procedimiento consiste en inyectar, re-encapuchar la jeringa, salir y depositar. O sea, que no lo depositan inmediatamente después, algunas caminan desde la habitación hasta la central de enfermeras(os) con la jeringa en la mano. Por último, se les hicieron dos preguntas acerca de la recolección. Una fue que indicaran quién la realizaba y la segunda si consideraban suficiente la periodicidad de la recolección. De la primera todos los encuestados contestaron que personas de intendencia se encargaban de ésta, especificando que existía una persona en cada piso encargada de recoger las bolsas y contenedores para depositarlos en los contenedores de mayor tamaño localizados en los pasillos junto a la central de enfermeras(os). Además, indicaron que había personas que recolectaban estos contenedores de mayor tamaño para llevarlos al área de almacenamiento temporal. En cuanto a la segunda pregunta de apreciación todas(os) coincidieron en que era suficiente la recolección que se hacía. De lo anterior pudo verse que solamente una(o) de las(os) dos enfermeras(os) del turno matutino recibió capacitación. Se vio en la cuantificación que la mayor generación de residuos corresponde al turno matutino y que el 48% de lo generado en el hospital proviene de las áreas de hospitalización. Los resultados de esta encuesta influyeron para que el personal responsable en el hospital se concientizara de la necesidad de realizar varios cursos de capacitación de sus empleados en el manejo de RPBI. A la pregunta referente al conocimiento de la existencia de la NOM-087-ECOL-1995 o su reforma NOM-087-ECOL-SSA1-2002, el 100% contestó que no las conocía. En su mayoría la respuesta fue de conocer sobre el manejo interno de los RPBI como una forma de cuidarse, más no por un conocimiento de la Norma. Por ende y viendo que a partir del segundo año del estudio y, en específico, después de los meses de mayo y junio, la generación de los RPBI había disminuido y, debido a que en los meses de febrero y marzo en el hospital se venían impartiendo cursos de capacitación, se realizó un segundo levantamiento de cuestionarios un año después. En el lapso intermedio se estuvieron realizando cálculos comparativos del comportamiento de generación de los RPBI de los meses de mayo-junio de ambos años. Para esa segunda fase del estudio se aplicaron los mismos cuestionarios que en la primera etapa. Se utilizó el método de aleatoriedad simple con una muestra que fue menor, ya que en esta fase el objetivo era conocer el porcentaje de personas que habían recibido capacitación para el manejo de RPBI y con esto saber el resultado que habían tenido las campañas de concientización reflejadas en la generación de RPBI. En esta etapa se encontró que el 88% de los encuestados había recibido capacitación. La persona encargada de la recolección interna, aún no recibía la capacitación, ya que solamente tenía una semana de haber ingresado al hospital. Por otro lado, el 88% que dijo haber recibido las capacitaciones, tenía menos de 1 año de haber recibido ésta y la última la tuvieron en los meses de febrero y marzo de ese año. En este periodo el hospital trató de abarcar a todo el personal potencialmente generador de residuos, incluyendo a médicos(as) e investigadores(as). Al igual que en la primera fase, a las preguntas de la existencia de contenedores y bolsas para depositar y separar los residuos y si estaban accesibles a sus áreas de trabajo, el 100% contestó que sí existen bolsas rojas, contenedores para objetos punzo-cortantes y bolsas negras para residuos municipales y todos contestaron que sí tenían acceso a estos en sus áreas de trabajo. En las áreas de investigación se comentó que no todos los residuos eran depositados en los contenedores destinados a los RPBI, ya que en algunos departamentos se realizaban tratamientos *in-situ* y después, o los depositaban en los contenedores para residuos municipales ó lo vertían a las tarjas, una vez realizado el tratamiento. Con los resultados de las dos fases de los cuestionarios y estudiando el comportamiento de la generación de los residuos durante ambos años se pudieron obtener los resultados que se presentaron en la investigación completa (Araiza-Bolaños, 2006).

Cuantificación de la generación de los RPBI

Para la primera fase del estudio se recabaron los datos de la generación del primer año. Como se mencionó anteriormente solamente se recabaron los totales diarios y mensuales en este periodo, de los que pueden obtenerse los siguientes indicadores: Generación promedio diaria, generación mensual y la generación anual de RPBI. La generación por mes durante ese primer año se muestra en la Tabla A4. En ella se muestran la cantidad total de la generación mensual.

Tabla A4. Generación mensual del hospital en estudio durante el primer año (Dirección de Administración. Departamento de Intendencia. Comunicación personal)

MES	GENERACIÓN (kg)	kg/cama censable/día
ENERO	11,755.90	1.73
FEBRERO	10,329.55	1.68
MARZO	12,224.35	1.80
ABRIL	12,795.23	1.95
MAYO	11,674.46	1.72
JUNIO	11,001.15	1.67
JULIO	13,227.15	1.95
AGOSTO	11,028.10	1.62
SEPTIEMBRE	9,071.60	1.38
OCTUBRE	14,153.35	2.08
NOVIEMBRE	10,922.70	1.66
DICIEMBRE	11,271.10	1.65
Total anual	139,474.64	1.74
Total diario promedio (1 año=365 d)	382.12	1.74

De esta cuantificación, se pudo obtener la Tabla A5, que presenta la generación promedio mensual, el promedio diario y la generación por cama al día durante el primer año.

Tabla A5. Indicadores para la generación promedio mensual, diaria y por cama censable dentro del hospital en estudio durante el primer año

INDICADOR	CANTIDAD	UNIDAD
Promedio mensual	11,622.89	(kg/mes)
Promedio diario mensual	383.20	(kg/día/mes)
Promedio por cama al día	1.80	(kg/cama/día)

Como se mencionó anteriormente, el indicador más representativo es el que relaciona la masa de los residuos con respecto al de cama censable y día (kg/cama/día) en la que en el primer año fue de 1.80 (kg/cama/día). El porcentaje era de solamente el 33% del nivel registrado en la Ciudad de México para unidades de 3er. Nivel, que era de 5.39 kg/cama/día (Tabla 3).

En los meses de marzo y abril de 1998, la Secretaría de Salud realizó un curso de concientización en el hospital en estudio para el buen manejo de los RPBI dirigido a los generadores en las diferentes áreas dando buenos resultados, ya que disminuyó la generación de RPBI en los dos meses siguientes inmediatos, pero no así en el último tercio de ese mismo año. Lo anterior se tradujo en que, un mes después en el mes de mayo, la generación mensual decreció un 11.70% y el mes de junio también decreció pero un 14.02% en comparación al mes de abril. Se puede ver en la Tabla A6 el comportamiento de los diferentes indicadores de generación y los porcentajes en que decreció la generación en los meses de mayo y junio, calculándose la generación por cama mediante el método convencional: Sobre el total de camas censadas.

Tabla A6. Indicadores del comportamiento de la generación de RPBI y % de decrecimiento

Mes	(kg/mes)	(kg/día/mes)	% decrecimiento	(kg/cama/día)
Abril	12,795.23	426.51	Inicio curso	1.95
Mayo	11,674.46	376.60	11.70	1.72
Junio	11,001.15	366.61	14.02	1.68

Otro parámetro fue la relación que existe entre la generación en los meses de abril, mayo y junio y el porcentaje de ocupación del hospital durante estos meses, haciendo el cálculo por camas, con las camas ocupadas, que son una medida de movimiento dentro del hospital (Tabla A7).

Tabla A7. Cálculo de generación de RPBI por cama utilizada

Mes	RPBI kg	Camas censables y no censables	Promedio por cama censable	% de ocupación	Camas ocupadas	Promedio por cama ocupada	% de decrecimiento
ABRIL	426.51	269	1.96	27	72	7.25	n.p.
MAYO	376.6	269	1.72	39	104	4.43	38.87
JUNIO	366.61	269	1.68	34	91	4.95	31.74

Utilizando este indicador, en abril el promedio por cama fue muy superior al presentado por el entonces GDF, mientras que en mayo y junio ya fue inferior (Tabla A8) y su presentación gráfica en porcentaje se muestra en la Figura A1).

Tabla A8. Generación en kg por área del hospital en estudio en los meses de abril a julio del segundo año

Área/mes	Abril	Mayo	Junio	Julio
Urgencias	348.26	280.15	254.52	239.74
Consulta externa	192.76	159.85	104.05	83.10
Hospital 1	343.55	329.40	217.80	245.90
Hospital 2	450.60	361.00	331.85	255.50
Hospital 3	513.95	468.95	383.50	330.70
Hospital 4	613.12	594.95	444.75	353.30
Hospital 5	288.60	262.50	152.26	159.60
Hospital 6	582.80	554.70	505.05	349.20
Hospital 7A	453.15	379.70	314.70	217.50
Hospital 7B	368.48	302.70	251.35	181.90
Recuperación	598.30	517.62	749.22	517.90
Hospital 9	207.10	190.13	153.43	159.26
Hospital 10	77.00	77.45	35.55	17.90
Hospital 11	94.70	110.70	27.20	43.40
UTI	907.25	889.40	663.20	596.50
UCI	770.65	394.2	204.97	426.77
CEYE	270.14	257.45	230.99	171.80
OTORRINO	34.30	53.6	38.15	1.40
QUIROF.	523.90	439.9	412.8	271.40
Banco de sangre	75.60	71.2	39.3	23.65
LAB. CLÍNICO	208.00	171.05	180.5	91.70
Patología	10.10	0.00	0.00	1.00
Unidad de investigación	82.20	114.00	106.45	38.95
Otros	162.10	346.60	217.20	245.30

UTI=Unidad de Terapia Intensiva; **UCI**=Unidad de Cuidados Intensivos; **CEYE**=Centro de Esterilización y Equipos

Lo que se pudo observar fue que en esos meses hubo, en relación con el movimiento del hospital, una menor generación de RPBI, ya que el porcentaje de ocupación fue mayor. Para la segunda fase del estudio y, con mayor confiabilidad de estos datos, se pudo determinar la generación por área dentro del hospital. También se aplicaron los mismos cuestionarios que en la primera fase. Además, con los datos obtenidos de la cuantificación de lo generado de RPBI por área y por las visitas a éstas, se identificaron los sitios problema, cuya generación de residuos era constante, abundante y en los que se podía ver que no había una buena segregación de los RPBI y los residuos municipales. Durante las visitas a las diferentes áreas del hospital se pudo observar, en los depósitos temporales, que los lugares en que había mayor generación y, a su vez, mayor mezcla de RPBI y residuos municipales, eran los que necesitaban de mayor cantidad de materiales y consumibles (pacientes o camas censables en espera de una intervención inmediata), como gases, jeringas, hisopos, sueros, material para diálisis, algodones y materiales de curación. Entre estas áreas destacan las Unidades de cuidados intensivos (UCI) y de terapia intermedia (UTI), Quirófanos (QUI) y Recuperación (REC). En áreas de hospitalización y consulta externa se pudo considerar que, en conjunto, la generación era mayor que en las unidades antes mencionadas. También en estos sitios se presentaba mezcla de residuos municipales y biológicos infecciosos. A pesar de que el 47% de la generación total provenía de las

diferentes áreas de hospitalización, éstas se encontraban distribuidas en diferentes edificaciones. Aunque el área destinada a hospitalización constaba de 5 edificios o pabellones (divididos, a su vez, en 2 áreas para hospitalización), las áreas de quirófanos, terapias y recuperación seguían siendo las áreas críticas.

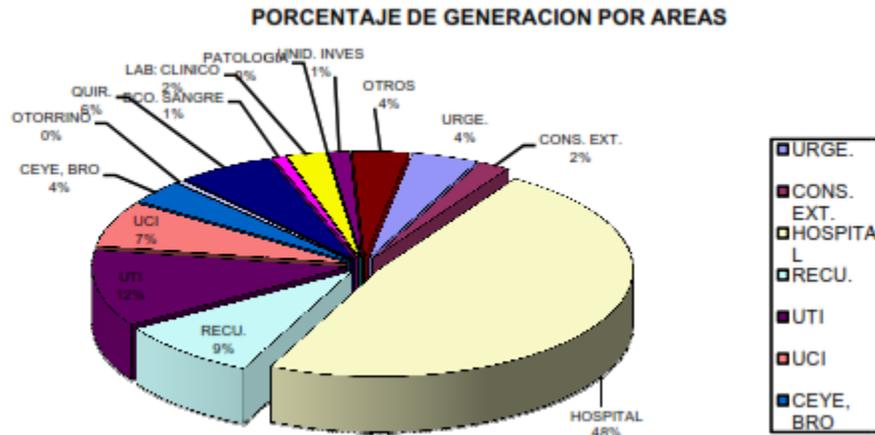


Figura A1. Generación por área del hospital en el periodo abril-mayo del segundo año en porcentaje (URGE.: Urgencias; CONS.EXT.: Consulta externa; RECU.: Recuperación; UTI: Unidad de Terapia Intensiva; UCI=Unidad de Cuidados Intensivos; CEYE,BRO=Centro de Esterilización y Equipos; OTORRINO.: Otorrinolaringología; QUIR.: Quirófanos; BCO:SANGRE: Banco de sangre; LAB.CLINICO: laboratorio clínico; UNID.INVES: Unidad de Investigación)

A partir del segundo año, el propio hospital por medio de su Departamento de Salud Ambiental, realizó campañas de concientización y capacitación para el buen manejo de los RPBI dirigido a los generadores en las diferentes áreas del mismo. Los resultados fueron favorables ya que las respuestas obtenidas de las encuestas en la segunda fase demostraron que un 88% del personal del hospital había recibido dicha capacitación y, además, que disminuyó la generación de RPBI. Esto podría deberse a que las campañas estaban enfocadas a tener una mejor segregación de lo que la Norma considera RPBI evitando, por ejemplo, que empaques de jeringas o envolturas se confinaran a los depósitos destinados a RPBI y viceversa. Cuando se tienen residuos no peligrosos, como envolturas destinadas a residuos municipales y son depositados junto con residuos peligrosos biológico-infecciosos, el contenido global pasa a ser catalogado en un 100% como RPBI. En la Tabla A9 se puede observar que, durante el mismo período de estudio, de abril a junio, en los años que correspondieron a antes y después de la capacitación, las camas ocupadas fueron diferentes pero el promedio de generación de RPBI por cama censable disminuyó corroborando la bondad de la concientización del personal e incluso de pacientes y sus visitantes.

Tabla A9. Reporte de generación mensual de RPBI

	Abril		Mayo		Junio	
	Año previo	Año posterior	Año previo	Año posterior	Año previo	Año posterior
RPBI, kg	426.5	325.8	376.6	282.6	366.6	258.1
Camas censables	219	219	219	219	219	219
kgRPBI/cama censable	1.95	1.49	1.72	1.29	1.67	1.18
% ocupación	46	41	69	52	63	52
Camas ocupadas	124	110	185	140	169	140
kgRPBI/cama ocupada	3.45	2.96	2.04	2.01	2.16	1.84
% reducción kg/cama ocupada		14.2		1.47		14.81

A pesar de que el promedio por cama ha disminuido y esto podría representar beneficios económicos al hospital por concepto de pago de disposición, resulta importante generar programas de concientización más específicos, con objeto de dirigirlos al personal de los sitios problema o sitios críticos. También es importante implementar una mejor supervisión en todas las áreas que conforman el hospital y en los diferentes turnos en los que se labora. Del estudio pudo detectarse que, a pesar de que la generación disminuyó, siguen existiendo los sitios problema como las áreas de quirófanos, de recuperación y de terapias, en las cuales la generación es abundante y constante. En cuanto al turno que presentó una mayor generación de RPBI fue el turno matutino, en el cual se generó el 43% del total diario con respecto al turno vespertino (35%) y al nocturno (22%). Estas son las áreas de oportunidad en este rubro en las que el hospital puede mejorar, tanto en la capacitación como en la supervisión, para tener un mejor manejo que reditúe en beneficios tangibles como los ahorros económicos y una mejor operación y control en la estrategia del manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.