

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE MEDICINA
POSTGRADO DE SALUD E HIGIENE OCUPACIONAL

**MANUAL PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS RADIATIVOS
GENERADOS POR LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MEDICINA
NUCLEAR EN BARQUISIMETO, ESTADO LARA**

Trabajo presentado para optar al grado de
Especialista en Salud e Higiene Ocupacional

Por: LUIS ENRIQUE CRESPO HERNÁNDEZ

Barquisimeto, 2003

**MANUAL PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS
GENERADOS POR LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MEDICINA
NUCLEAR EN BARQUISIMETO, ESTADO LARA**

Por: LUIS ENRIQUE CRESPO HERNÁNDEZ

Trabajo de grado aprobado

**Ing. Milagros Jiménez
(Tutor)**

Dra. Mirian Escobar

Dra. Eddy Luz Falcón

Barquisimeto, de de 2003

AGRADECIMIENTO

A la Ing. Milagros Jiménez, por su valiosa colaboración.

A la Dra. Miriam Escobar por su apoyo, colaboración y asesoría.

Al Dr. Tarquino Pérez por su colaboración desinteresada y asesoría en el desarrollo del trabajo.

A Dilia, Giovanni, Tito, Maria Eugenia y Margie por su valioso apoyo y desinteresada ayuda.

A todos los médicos, técnicos, enfermeras de los diferentes centros de salud que aplican técnicas de medicina nuclear, ya que sin su participación no hubiese sido posible la culminación de este estudio.

INDICE

	PAG.
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO	
I EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos.....	6
General.....	6
Específicos.....	6
Justificación e Importancia.....	7
Alcance y Limitaciones.....	8
II MARCO TEORICO	10
Antecedentes de la Investigación.....	10
Bases Teóricas.....	13
Bases Legales.....	19
III MARCO METODOLOGICO	22
Naturaleza de la Investigación.....	22
Fases del Estudio.....	22
Fases Diagnóstico.....	22

	PÁG.
Población y Muestra.....	22
Procedimiento.....	23
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	23
Validación y Confiabilidad de los Instrumentos	
Usados.....	24
Resultados.....	25
Conclusiones del Diagnóstico.....	39
Recomendaciones del Diagnóstico.....	40
Fase de Factibilidad.....	41
Factibilidad Institucional.....	41
Factibilidad Legal.....	42
Factibilidad Social.....	42
IV PROPUESTA DEL ESTUDIO.....	43
Justificación.....	43
Objetivos.....	44
General.....	44
Específicos.....	44
Descripción de la Propuesta.....	44
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	59
A. Resumen Curricular del Autor	
B. Guía Observacional	
C. Cuestionario	
D. Equipos gammagrama	
E. Activímetros	
F. Señalización de áreas	

- G. Pileta de lavado de elementos contaminados
- H. Pantallas plomadas
- I. Recipientes para recoger desechos radiactivos

INDICE DE CUADROS

PAG.

INDICE DE ILUSTRACIONES

PAG.

Cuadro 1. Conocimiento de normas que rigen el manejo de desechos radiactivos en el establecimiento de salud	28
Cuadro 2. <i>Clasificación de los desechos radiactivos en el área donde trabaja en cuanto al estado del desecho (líquido, sólido).....</i>	29
Cuadro 3. <i>Recursos materiales para recolectar y almacenar los desechos radiactivos generados.....</i>	30
Cuadro 4. <i>Tipos de recipientes y forma de recolección de los desechos radiactivos.....</i>	31
Cuadro 5. <i>Identificación de los recipientes o bolsas que contienen los desechos radiactivos.....</i>	32
Cuadro 6. <i>Ruta de transporte de los desechos radiactivos dentro del establecimiento de salud.....</i>	33
Cuadro 7. <i>Lavado y desinfección de sitios de almacenaje de los desechos radiactivos.....</i>	34
Cuadro 8. <i>Suministro de equipos de protección personal.....</i>	35
Cuadro 9. <i>Capacitación y entrenamiento respecto al manejo y tratamiento a dar a los desechos radiactivos.....</i>	36
Cuadro 10. <i>Disposición a participar en plan para mejorar el manejo de los desechos radiactivos en la empresa.....</i>	37
Cuadro 11. <i>Acción a seguir en caso de contacto con material radiactivo.....</i>	38

Gráfico 1. Conocimiento de normas que rigen el manejo de desechos radiactivos en el establecimiento de salud	28
Gráfico 2. Clasificación de los desechos radiactivos en el área donde trabaja en cuanto al estado del desecho (líquido, sólido).....	29
Gráfico 3. Recursos materiales para recolectar y almacenar los desechos radiactivos generados.....	30 31
Gráfico 4. Tipo de recipiente y forma de recolección de los desechos radiactivos.....	32
Gráfico 5. Identificación de los recipientes o bolsas que contienen los desechos radiactivos.....	34 35
Gráfico 6. Lavado y desinfección de sitios de almacenaje de los desechos radiactivos.....	36 38
Gráfico 7. Equipo de protección personal adecuado para la labor que se realiza.....	
Gráfico 8. Capacitación y entrenamiento respecto al manejo y tratamiento a dar a los desechos radiactivos.....	
Gráfico 9. Acción a seguir en caso de contacto con material radiactivo.....	

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE MEDICINA
POSTGRADO DE SALUD E HIGIENE OCUPACIONAL

MANUAL PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS RADIATIVOS
GENERADOS POR LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MEDICINA
NUCLEAR EN BARQUISIMETO, ESTADO LARA

Autor: Luis Enrique Crespo Hernández

Tutor: Milagros Jiménez

RESUMEN

En Venezuela, los estudios relacionados con el manejo de desechos en general generados en los establecimientos de salud públicos o privados, no presentan una práctica efectiva, a tal punto que en la mayoría de ellos no se efectúan los procesos de segregación, recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de acuerdo a lo establecido con la normativa legal vigente, y en muchos de ellos se desconoce la existencia de esta normativa. Si de desechos radiactivos se refiere, la situación es más crítica por el alto riesgo que representan, ya que una mala práctica en el manejo significa una exposición a radiación ionizante que puede ocasionar efectos graves a la salud; esto con el agravante de que no existe registro adecuado de las fuentes radiactivas utilizadas en salud. En ese sentido, este estudio va dirigido a realizar un manual para el manejo de desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en la ciudad de Barquisimeto, para lo cual se seleccionaron todos los centros de salud tanto públicos como privados. Se realizó un diagnóstico, identificando los medios de trabajo, se analizó las medidas de protección radiológica y se determinó la situación sobre el manejo de los desechos radiactivos que generan los centros de salud que aplican esta técnica. Los resultados obtenidos en el estudio tienen especial relevancia para la protección de la salud de los trabajadores que están involucrados con el manejo de los desechos radiactivos y la data recopilada sirve, además de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 3, literal 6, del Decreto N° 1634 de fecha 8 de Enero del 2002., como base de datos para el programa de “Gestión de Desechos Radiactivos en Venezuela”, patrocinado por la Organización Internacional de Energía Atómica, conjuntamente con el Ministerio de Salud y Desarrollo Social, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y el Ministerio de Energía y Minas.

Palabras Clave: Medicina Nuclear, Desechos Radiactivos, Protección Radiológica

INTRODUCCION

Gracias a la evolución tecnológica, la humanidad aprovecha desde hace unas décadas los efectos benéficos de fuentes de radiactividad artificial, tanto para la generación de energía en centrales nucleares, como para aplicaciones médicas, industriales y de investigación. En las aplicaciones médicas se presentan una serie de riesgos para los trabajadores involucrados en esta actividad, producto de la gran capacidad contaminante que poseen los equipos y medicamentos utilizados, por lo que de no darse el manejo adecuado a éstos, así como a los desechos generados, se podría incurrir en un accidente de incalculable valor y consecuencia.

Basándose en la filosofía esencialmente humanística de protección radiológica del hombre y su medio ambiente, es necesario limitar los efectos perjudiciales que pudieran generarse en esta actividad. En particular el manejo de los residuos radiactivos, que es la última etapa de la actividad nuclear, también tiene como marco de referencia los principios de protección radiológica. En razón de ello su objetivo es procesar los residuos radiactivos de forma que la manipulación, transporte, almacenamiento y disposición final, no impliquen riesgos innecesarios para esta generación y las futuras.

En Venezuela, los estudios realizados en la materia, han determinado que no hay un efectivo manejo de los desechos en general, provenientes de hospitales y centros de salud equivalentes, y en especial, en el manejo de los desechos radiactivos la situación es más crítica por el alto riesgo que éstos representan. En ese sentido, en el presente trabajo se desea diseñar un manual para el manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en los diferentes centros de salud de Barquisimeto, ya que se ha extendido con gran rapidez el uso de radiaciones y de radioisótopos en medicina como agentes terapéuticos y de diagnóstico. El trabajo comprende una fase de diagnóstico que abarca la identificación de los medios de trabajo para la aplicación de medicina nuclear, el análisis de las medidas de protección radiológica adoptadas por los centros de salud

que tienen este servicio y la determinación de la situación actual del manejo de los desechos radiactivos. Una fase de factibilidad analizada desde los puntos de vista institucional, legal y social, y por último la fase del diseño de la propuesta.

Los resultados obtenidos en este estudio tendrán influencia en las condiciones de trabajo y la seguridad de los trabajadores involucrados directa o indirectamente con la aplicación de técnicas de medicina nuclear, lo que coadyuvará a preservar la salud de todos y a garantizar una mayor calidad de vida de los trabajadores, de la población y del ambiente.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

La utilización de materiales radiactivos en la medicina durante los últimos 40 años ha traído consigo una serie de problemas para la salud de los trabajadores que de manera directa o indirecta tienen relación con su uso (médicos, enfermeras, personal de mantenimiento etc.). Si bien es cierto estas técnicas producen entre otros beneficios: (a) diagnosticar enfermedades durante sus primeras fases de forma precisa y económica, (b) son armas muy valiosas en la lucha contra el cáncer, (c) ayudan al tratamiento de la excesiva producción de hormonas tiroideas, y (d) sirven para esterilizar materiales quirúrgicos; no es menos cierto que son múltiples los riesgos a los cuales se están expuestos, y que están presentes, tanto en el uso del equipo o fuente radiactiva, como en los desechos radiactivos generados por su aplicación.

En Venezuela, ante las preguntas ¿Cuántas fuentes radiactivas de uso médico hay?, ¿Cuántas están en desuso?, ¿Cuál es su tipo y uso?, ¿Dónde están?, ¿Cómo se manejan los desechos que ellos generan?, etc., las respuestas no son muy alentadoras, a pesar de las consecuencias que pudiera traer un accidente de este tipo, ya que los organismos encargados las desconocen, esgrimiendo entre otras, las siguientes razones (Lozada, 2001):

1. En Venezuela las fuentes radiactivas comenzaron a llegar en los años 20 (Ra 226) y fue a partir de 1992 que se comenzó a fiscalizar su importación.
2. Las autoridades competentes en materia nuclear tienen pocos años en operación y carecen del personal y presupuesto necesario para poder realizar una labor efectiva.
3. Las instituciones que poseen fuentes en desuso no se han registrado o no han reportado la fuente en desuso, bien sea por temor o por ignorancia.

Al analizar sus desechos radiactivos (aquellos que contienen uno o varios nucleidos que emiten espontáneamente partículas o radiación electromagnética y que

proviene de servicios de laboratorio, radioterapia y medicina nuclear), un estudio elaborado por la Organización Panamericana de la Salud, Fundacomún, el Fondo de Inversión Social y los Ministerios del Ambiente y de Salud, cuya primera fase concluyó en noviembre de 1999, determinó que el manejo que se les da en Venezuela a los desechos en general, ofrece preocupantes resultados. La investigación, que incluye los residuos industriales y toda la problemática de las basuras en general, confiere un capítulo aparte al tema hospitalario, dada la gravedad que en sí mismos implican, y al deficiente manejo que se hace de ellos, por falta de preparación y presupuesto.

El estudio indicó que la cantidad de residuos sólidos producidos en hospitales del país está en el orden de 128.5 toneladas al día, de las cuales, 19.5 toneladas corresponden a desechos potencialmente infecciosos, infectocontagiosos y orgánicos humanos, y unas 4.8 toneladas al día son desechos radiactivos.

Pero, ¿adónde van todos los días estos 4.800 kilos de desechos radiactivos?. Pese a que la normativa vigente obliga a separar los mismos en bolsas de diferentes colores, a colocarlos en recipientes especiales alejados de pacientes y personal, con un transporte adecuado para luego llevarse a su disposición final, estas reglas poco se cumplen. El estudio señala que todo el proceso se hace conjuntamente con los desechos municipales y que, en el caso de los desechos líquidos (entre los que se incluye la sangre contaminada), frecuentemente son descargados en las redes cloacales. Y si la situación no es buena en hospitales y grandes clínicas, es definitivamente grave en los centros y clínicas pequeñas y clínicas veterinarias.

De lo antes expuesto se puede afirmar que en el país, los desechos radiactivos hospitalarios y de centros equivalentes, debido a su manejo inadecuado y la falta de aplicación de técnicas apropiadas, y por el desconocimiento sobre aspectos de los medios de trabajo que se utilizan en la medicina nuclear, constituyen un riesgo potencial de inminente peligro para la salud de todos los que manipulan a diario diferentes equipos y desechos radiactivos, aún cuando también representan peligro en toda la cadena que comprende su manejo.

De los comentarios emitidos por la COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLÓGICA en Septiembre de 1999 durante la asamblea anual de protección radiológica realizada en México se concluyó:

La radiación ionizante debe tratarse con cuidado y no con miedo, asimismo que sus riesgos deben considerarse dentro de la perspectiva de otros riesgos cotidianos. Los procedimientos disponibles para controlar las exposiciones a las radiaciones ionizantes son suficientes, si se usan adecuadamente. El objetivo primario de la Protección Radiológica es proporcionar un nivel adecuado de protección para el hombre, sin limitar indebidamente las prácticas benéficas que implican exposición a la radiación y se considera que el nivel de control ambiental necesario para proteger al hombre, al grado actualmente deseable, asegurará que otras especies no corran peligro.

Por lo que se puede deducir que es necesaria y prioritaria, la toma de medidas para mejorar esta situación.

La problemática planteada, tal como lo indica el estudio, está presente en todos los estados del país. Específicamente en Barquisimeto, la Dirección Regional de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria de la cual depende el Servicio Regional de Ingeniería Sanitaria, que es el encargado de conceder la autorización para el uso de materiales o equipos generadores de radiaciones ionizantes con fines médicos u odontológico, y de la inspección, supervisión y vigilancia de los mismos, no posee información precisa de la cantidad de fuentes radiactivas existentes, sus formas, cómo están distribuidas, cuál es su uso, cómo es la práctica en medicina nuclear que se realiza en la ciudad en cuanto a instalaciones, equipos, etc., ni cómo es el manejo de los desechos radiactivos generados. Según lo manifestado durante una entrevista por la Doctora Miriam Escobar, Jefe del Programa de Radiofísica Sanitaria, la situación es especialmente crítica en las fuentes radiactivas utilizadas en medicina nuclear, ya que se estima que hay una cantidad considerable de establecimientos de salud, tanto públicos como privados, que utilizan este tipo de técnica, de los cuales se desconoce su situación y que generan desechos de baja y media actividad sin ningún control en cuanto a su manejo.

Por lo antes expuesto, surge la necesidad de diseñar un manual para el manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en la ciudad de Barquisimeto, que pueda ser usado en beneficio de la protección de la salud de los trabajadores involucrados en esta actividad.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un manual para el manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en Barquisimeto, Estado Lara.

Objetivos Específicos

1. Identificar los medios de trabajo como elemento fundamental para la aplicación de técnicas de medicina nuclear, en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara.
2. Analizar las medidas de protección radiológica adoptadas en los centros de salud donde se aplican técnicas de medicina nuclear en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara.
3. Determinar la situación actual del manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear, en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara.
4. Determinar la factibilidad institucional, legal y social para la implantación de un manual para el manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en Barquisimeto, Estado Lara.

5. Diseñar propuesta de manual para el manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en Barquisimeto, Estado Lara.

Justificación e Importancia

En Venezuela las fuentes radiactivas comienzan a ser importadas a partir del año 1920, y empezaron a ser usadas en medicina a partir de los años 70, todo esto sin ningún control, por lo que en la actualidad se desconoce de muchas de ellas su situación en cuanto a su estado, ubicación, uso, tipo, capacidad y funcionalidad; igualmente el manejo que se da a los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de la medicina nuclear no es el más adecuado, lo que evidentemente constituye un alto riesgo para quienes de alguna u otra manera tienen que ver con estas actividades, por lo que el presente trabajo tendrá influencia en los siguientes aspectos:

1. Incremento de la Seguridad: Al aplicar la propuesta, se brindará mayor seguridad al personal, pacientes y visitantes de estos establecimientos. Con un manejo adecuado de los desechos, se cortará la cadena de transmisión y se evitará la aparición de agentes contaminantes, dentro y fuera de los centros médicos, además un adecuado control de los medios de trabajo evitaría un accidente de consecuencias incalculables.

2. Reducción del Impacto Ambiental: Se reducirá la cantidad de residuos radiactivos existentes en la ciudad, y se mejorará la imagen de los establecimientos de salud. Junto con los departamentos o empresas de recolección de basura de los municipios, se promoverá el correcto transporte y disposición final de los desechos radiactivos, minimizando el impacto que éstos pueden ocasionar al ambiente.

3. Optimización de los Costos: El manejo desorganizado de los desechos, particularmente de los radiactivos, puede incrementar el número de contaminaciones intra e interhospitalaria, así como el ausentismo del personal. Ambas situaciones,

elevan los gastos de atención médica y los costos por días no laborados. Al separar los desechos radiactivos, que constituyen sólo el 4% del total, disminuirán los costos de tratamiento ya que el 96% de los residuos no lo necesitan.

4. Condiciones de Trabajo: Se mejorarán las condiciones de trabajo en los sitios donde se aplica medicina nuclear y por ende, se evitará el deterioro de la salud de quienes la ejecutan.

5. Legales: Contribuirá al cumplimiento de lo estipulado en el artículo 127 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela; Ley Orgánica y Penal del Ambiente; Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo; Ley Orgánica del Trabajo; Reglamentos, Normas COVENIN y Gacetas Oficiales que tienen que ver con el tema.

Alcances y Limitaciones

El manual busca satisfacer las necesidades existentes en los diferentes centros de salud generadores de desechos radiactivos por trabajar con técnicas de medicina nuclear, en cuanto al buen manejo que debe darse a este tipo de desechos hospitalarios. Esto coadyuvará a disminuir y prevenir el efecto contaminante que representa para los trabajadores de dichas instituciones y para el público en general, así como dar cumplimiento a la normativa legal vigente en esta materia.

La información recopilada servirá de base de datos para el programa de “Gestión de Desechos Radiactivos en Venezuela”, patrocinado por la Organización Internacional de Energía Atómica, conjuntamente con el Ministerio de Salud y Desarrollo Social, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y el Ministerio de Energía y Minas. De igual manera, la información referente a los medios de trabajo por aplicación de esta técnica, servirá de base de datos para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 3, literal 6, del Decreto N° 1634 de fecha 8 de Enero del 2002.

Los desechos considerados en el presente estudio fueron los desechos radiactivos provenientes de la aplicación de técnicas de medicina nuclear, por lo que los

resultados presentados y el manual elaborado están en función de éstos, y no incluyen los desechos radiactivos provenientes de análisis químicos y radiología, servicios que generan este tipo de desechos en medicina.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes

Los desechos generados en los hospitales y centros de salud, por su manejo inadecuado y la falta de aplicación de técnicas apropiadas, constituyen un riesgo potencial de eminente peligro para la salud de todos los que manipulan a diario diferentes tipos de desechos, y para los recogedores que siempre están presentes en los sitios de disposición final, representando también peligro en toda la cadena que comprende su manejo. En este sentido, diversos investigadores han realizado estudios y propuestas orientadas fundamentalmente al manejo de todos los tipos de desechos generados en los centros hospitalarios, entre los que se cuentan:

La agrupación suiza para el Desarrollo y Cooperación (COSUDE) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en 1989 elaboraron un manual para el manejo de desechos en establecimientos de salud, cuyo objeto es: incrementar la seguridad, evitando la exposición de los trabajadores y la comunidad, trabajar por la salud pública, a través del control de esta vía de diseminación de infecciones y mejorar la calidad del ambiente disminuyendo la contaminación.

Villena (1994), auspiciado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, y por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica, elaboró una guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios en Perú, lineamientos que actualmente se aplican en gran cantidad de centros asistenciales de Lima y otras ciudades del mundo.

En Ecuador, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) en 1994, debido al escaso conocimiento acerca del manejo de desechos, medicalización de la salud, falta de normas y atención a este aspecto, entre otros, planteó la necesidad de una

guía para facilitadores en el Manejo de Desechos Hospitalarios, con la finalidad de orientar y apoyar el trabajo de quienes opten por responsabilizarse, liderar y conducir el proceso de manejo de los desechos generados en las actividades médicas, dotar de herramientas para la planificación, ejecución y evaluación de actividades de capacitación en torno al manejo de los desechos en los establecimientos de salud, proporcionar al facilitador herramientas gerenciales que le permitan adquirir habilidades para dirigir y estructurar grupos efectivos de trabajo.

Igualmente, el Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (ISDEM) y otros organismos gubernamentales de El Salvador en 1995, realizaron un proyecto de descontaminación de áreas críticas en ese país, cuyo objetivo principal fue el manejo de desechos sólidos, contaminación hídrica y atmosférica. El estudio demostró que el 90% de los recursos hídricos están contaminados por aguas negras, químicos agrícolas y desechos industriales y domésticos, con la circunstancia agravante de que no hay separación de desperdicios domésticos, tóxicos y hospitalarios.

Un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud, Fundacomún, el Fondo de Inversión Social y los Ministerios del Ambiente y de Salud, cuya primera fase concluyó en noviembre de 1999, determinó que el manejo que se les da en Venezuela a los desechos en general, ofrece preocupantes resultados. La investigación, que incluye los residuos industriales y toda la problemática de las basuras en general, confiere un capítulo aparte al tema hospitalario, dada la gravedad que en sí mismos implican, y al deficiente manejo que se hace de ellos, por falta de preparación y presupuesto.

El estudio indicó que la cantidad de residuos sólidos producidos en hospitales del país está en el orden de 128.5 toneladas al día, de las cuales, 19.5 toneladas corresponden a desechos potencialmente infecciosos, infectocontagiosos y orgánicos humanos, y unas 4.8 toneladas al día son desechos radiactivos provenientes básicamente de radiología, radioterapia y medicina nuclear que son los servicios que generan este tipo de desechos por la utilización de radiaciones ionizantes

Con relación a la medicina nuclear, ésta inicia su desarrollo como especialidad a finales de los años 40, momento en que se decide utilizar la energía nuclear con fines médicos, en el año 1946 se construye el primer reactor productor de radionucléidos, por lo que representa una fecha histórica para esta técnica.

A partir de los años 60 el desarrollo de la medicina nuclear es imparable. Son de gran importancia la puesta a punto en los años 70 de la técnica del SPECT CEREBRAL, (tomografía computarizada por emisión de una señal de fotón único) y en los años 80 del PET (tomografía por emisión de positrones). Este desarrollo trajo consigo la incorporación de nuevos riesgos al trabajador, producto no solo del proceso de trabajo en sí, sino de los desechos radiactivos generados por la aplicación de esta técnica.

En Venezuela, se conoce que en el año 1945 aparece el primer documento oficial que trata de establecer un control sobre fuentes de radiaciones ionizantes mediante Decreto Ejecutivo N° 239, en 1952 se crea el Instituto Luis Razetti, primer servicio de Radiofísica del país y en 1955 se organiza el servicio de Radiofísica del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, y se utiliza por primera vez un radionucléido en el sector médico (I-131).

En 1999, José Mirabal Rojas y Fernando Lugo efectuaron la primera etapa del programa “Gestión de Desechos Radiactivos en Venezuela”, en el que abordaron la recolección de desechos radiactivos, acondicionamiento y almacenamiento temporal proveniente de los centros de salud, el cual fue ejecutado por el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS), el Ministerio de Energía y Minas (MEM), el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), y el patrocinio especial del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA). El trabajo consistió en recoger las agujas y tubos de radio utilizados en radioterapia, a tal efecto se recogieron 406 agujas y tubos existentes en los centros de salud pública del país, los cuales fueron guardados en cinco barriles de seguridad de 200 litros cada uno. Al respecto cabe mencionar que los barriles yacen en la Dirección de Malariología en el Distrito Federal en un lugar autorizado y acondicionado por la Organización

Internacional de Energía Atómica, en espera de la culminación de esa primera etapa como es la disposición final.

Estos estudios evidencian la necesidad de realizar una propuesta dirigida a mejorar el manejo de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear en Barquisimeto, Estado Lara.

Bases Teóricas

En Venezuela las fuentes de radiaciones ionizantes la constituyen principalmente los generadores de rayos X, las fuentes selladas de radiación gamma, y el uso médico de fuentes abiertas (medicina nuclear) que es el objeto de este estudio.

La medicina nuclear se define como la rama de la medicina que emplea los isótopos radiactivos que se administran a pacientes para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica.

Las técnicas de medicina nuclear más comunes se centran en dos grandes áreas médicas: diagnóstico y terapéutico. La primera técnica se basa en los radiofármacos o trazadores, que son sustancias que, introducidas en el organismo, permiten su seguimiento desde el exterior. El trazador se fija en un tejido, órgano o sistema determinado. Mediante la utilización de una gammacámara se obtienen imágenes de dicho órgano, que no son únicamente morfológicas, sino funcionales y morfofuncionales. En los últimos años, gracias a la tomografía por emisión de positrones (PET), los estudios han pasado a ser moleculares. Los trazadores reciben este nombre porque se administran en dosis muy pequeñas, que no tiene ninguna acción farmacoterapéutica, ni efectos secundarios, ni reacciones adversas graves.

En la actualidad están disponibles cerca de 100 radiofármacos, que permiten el diagnóstico precoz en patología ósea, cardiología y oncología, así como en infecciones y nefrología.

La segunda técnica tiene sus principales aplicaciones en el cáncer de tiroides, el hipertiroidismo y el tratamiento del dolor óseo. Actualmente se encuentran en fase de

investigación radiofármacos para tratar más de 35 enfermedades y se espera que la mayoría de estos fármacos estén en el mercado en el año 2005.

Entre las características más importantes de la medicina nuclear tenemos que no es invasiva, a diferencia de otras técnicas de diagnóstico que exigen cirugía o introducción de aparatos en el cuerpo, ya que en la mayoría de los casos basta con una inyección endovenosa, el trazador viaja a través de la sangre y se localiza en el órgano a estudiar.

Es funcional, a diferencia de las llamadas técnicas estructurales (escáner, resonancia magnética, ecografía), puesto que las técnicas de medicina nuclear no estudian la morfología del organismo, sino su funcionalismo. Su campo de aplicación abarca prácticamente la totalidad del organismo. El nivel de irradiación, tanto para el paciente como para el personal, es similar o inferior al de otras técnicas radiológicas.

Entre las aplicaciones más comunes en medicina nuclear se encuentran:

1. Gammagrafía Tiroidea. Es la representación en una imagen de la forma y de la función de la glándula tiroides. Mediante este estudio puede comprobarse el aumento del tamaño del tiroides (bocio) y/o visualizar la existencia de algún nódulo en su interior.

2. Gammagrafía Ósea. Es una exploración del esqueleto que permite detectar pequeñas alteraciones funcionales antes de que éstas se puedan ver con una radiografía. La gammagrafía ósea juega un papel importante en el estudio de las metástasis óseas. Asimismo, en EE.UU. y numerosos países europeos, se utiliza también para detectar lesiones no visibles provocadas por maltratos a menores.

3. Spect Cerebral. Se realiza para valorar el flujo sanguíneo en las distintas áreas cerebrales, y por lo tanto proporciona información acerca del funcionamiento del cerebro. Es de gran utilidad en el diagnóstico de la enfermedad de Alzheimer, demencias y epilepsia, ya que detecta las áreas del cerebro que no funcionan correctamente.

4. Ventriculografía Isotópica. Esta exploración se realiza de forma simultánea a la práctica de un E.C.G. El objetivo de la misma es conocer la cantidad de sangre que el

corazón expulsa con cada contracción y además cómo se produce la estimulación y contracción de dicho músculo.

5. Spect Cardíaco. Se realiza para valorar el flujo sanguíneo del miocardio. Se hace en reposo, permite detectar zonas musculares muertas (a causa de un infarto de miocardio). Si se efectúa tras estímulos físicos o farmacológicos permite detectar zonas musculares que reciben poca sangre (isquemia coronaria). Valora pues la repercusión funcional de las alteraciones anatómicas y se utiliza para seleccionar los pacientes que deben someterse a un cateterismo.

6. Renograma Isotópico. Permite estudiar el funcionamiento del sistema renal, obteniendo información individualizada de cada uno de los riñones. Es el único método no invasivo para medir la función de cada riñón por separado.

7. Gammagrafía Renal. Esta exploración permite obtener una información morfológica de ambas siluetas renales y conocer con gran precisión el porcentaje de función que corresponde a cada uno de los riñones. Su aplicación es de gran interés en las infecciones renales pediátricas.

8. Gammagrafía Pulmonar de Perfusión. Se utiliza para saber si existe alguna obstrucción o trombo en las arterias pulmonares. Es el primer método de diagnóstico para detectar la embolia pulmonar.

Los medios de trabajo utilizados para estas aplicaciones son objeto de estudio en este trabajo.

Sobre las ventajas que tiene la aplicación de técnicas de medicina nuclear se tienen: En el área del diagnóstico, además de no ser invasiva como se dijo anteriormente, permite detectar anomalías difíciles o imposibles de percibir con otras técnicas. Favorece por tanto el diagnóstico precoz, y en consecuencia, la mayor rapidez en el tratamiento de la enfermedad.

Por ejemplo, en el caso del cáncer, la medicina nuclear permite detectar la célula cancerosa por su función, mientras que por su aspecto pasaría desapercibida. Permite saber si un tejido que presenta anomalías está vivo o no, y si es preciso por lo tanto una intervención inmediata.

En el área terapéutica, el gran aporte de la medicina nuclear es el tratamiento selectivo y directo de tumores, mediante sustancias que van directamente al órgano.

Es por estas ventajas que el uso de la medicina nuclear es cada vez más amplio, de allí la importancia de su control desde el punto de vista radiológico, así como de los desechos que esta técnica genera, puesto que la radiación produce efectos sobre la estructura y función molecular, como son (López y Petrizzo, 1997):

Acción directa.

- ✓ La ruptura de la membrana celular (citoplasma).
- ✓ Dilatación del retículo endoplasmático.
- ✓ Cambios en la permeabilidad (alteración de la estructura lipoprotéica, modificación en la transferencia K-Ca-Na).
- ✓ Aberraciones cromosómicas (ruptura, inversión o intercambio alterando las bases del ADN).
- ✓ Disfunción Celular.
- ✓ Incapacidad reproductiva y/o muerte.

Acción indirecta.

- ✓ Ionización
- ✓ Excitación

Sobre los desechos, en los establecimientos de salud se generan cinco tipos, los cuales son:

1. Desechos comunes (Tipo A): se consideran desechos comunes aquellos cuyos componentes básicos son: papeles, plásticos, residuos de alimentos, vidrios, componentes de barrido general en las áreas administrativas, limpieza general, elaboración de alimentos, almacenes y talleres, siempre y cuando no hayan estado en contacto con los desechos clasificados como B, C, D y E.

2. Desechos potencialmente peligrosos (Tipo B): son todos aquellos materiales que, sin ser por su naturaleza peligrosa, por su ubicación, contacto o cualquier otra circunstancia puedan resultar contaminados. Se incluyen los provenientes de las áreas de hospitalización de los enfermos y de consultas externas.

3. Desechos infecciosos (Tipo C): son todos aquellos desechos que por su naturaleza, ubicación, exposición, contacto o por cualquier otra circunstancia resulten contentivos de agentes infecciosos provenientes de áreas de reclusión y tratamiento de pacientes infecto-contagiosos, actividades biológicas, áreas de cirugía, quirófanos, salas de parto, salas de obstetricia y cuartos de pacientes correspondientes, departamentos de emergencia y medicina crítica, servicio de hemodiálisis, banco de sangre, laboratorios, morgues, anatomía patológica, salas de autopsia y toda área donde puedan generarse desechos infecciosos.

4. Desechos orgánicos o biológicos (Tipo D): son todas aquellas partes o porciones extraídas o provenientes de seres humanos y animales, vivos o muertos, y los envases que los contengan.

5. Desechos especiales (Tipo E): son aquellos productos y residuos farmacéuticos o químicos, material radiactivo y líquidos inflamables, así como cualquier otro catalogado como peligroso no comprendido entre los grupos anteriores. El manejo de estos desechos debe hacerse por separado y regirse por lo establecido en las “Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos” (Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.212 del 12 de Febrero de 1998).

Se entiende por desechos radiactivos, aquellos que contienen uno o varios nucleidos que emiten espontáneamente partículas o radiación electromagnética, o que se fusionan espontáneamente; y que generalmente provienen de radioterapia, servicios de medicina nuclear y radiología. Comprenden a los residuos, material contaminado y las secreciones de los pacientes en tratamiento.

Los riesgos radiológicos y de seguridad de los desechos radiactivos varían de muy bajos en los desechos de corta vida y bajo nivel de radiactividad, hasta muy altos en los desechos de alto nivel de radiactividad.

En cuanto a la gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos, incluidos los aspectos de minimización, transporte y eliminación, es importante, dadas las características de esos desechos. En la mayoría de los países

con programas de energía nuclear importantes se han tomado medidas técnicas y administrativas para poner en práctica un sistema de gestión de los desechos. En muchos otros países (caso Venezuela), que están todavía en la etapa preparatoria de un programa nuclear nacional o solo tienen algunas aplicaciones nucleares, subsiste la necesidad de sistemas de ese tipo.

El manejo de los desechos radiactivos, que no es más que el conjunto de operaciones dirigidas a darle a los desechos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente, comprende básicamente cinco etapas: segregación, recolección, almacenamiento, transporte y disposición final.

1. Segregación: consiste en clasificar los desechos radiactivos de acuerdo a su origen y grado de peligrosidad.

2. Recolección: Proceso mediante el cual se reagrupan en dispositivos especiales los desechos radiactivos.

3. Almacenamiento: Deposito de los desechos bajo condiciones controladas y ambientalmente seguras, sin que se contemple ninguna forma de tratamiento ni transformación inducida de los desechos almacenados.

4. Transporte: Movimiento de los desechos desde un área específica a otro.

5. Disposición final: Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas, mediante métodos, técnicas o procesos, para eliminar el carácter nocivo del desecho.

En referencia a los medios de trabajo como componente fundamental del proceso de trabajo por la aplicación de técnicas de medicina nuclear, el Dr. Oscar Betancourt (1989) establece que los medios de trabajo son los elementos que el ser humano intercambia entre él y el objeto de trabajo para transformarlo, los cuales ayudan a realizar las labores más eficientes. Sin embargo, la interacción entre el ser humano y los medios de trabajo puede deteriorar la salud.

En ese sentido, los medios de trabajo son todas las herramientas, máquinas, instrumentos, instalaciones, espacios donde se realizan las tareas, materiales auxiliares o insumos como sustancias químicas.

Bases Legales

La normativa referente al manejo de los desechos radiactivos generados en los establecimientos de salud comienza desde la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la cual contempla, en su artículo 127 lo siguiente: “...Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica... Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

Existen otras reglamentaciones que también tienen inherencia y, en algunos casos, tratan específicamente del manejo de los desechos, así tenemos el Decreto N° 2210 del 23 de Abril de 1992 que establece las normas técnicas y procedimientos para el manejo de material radiactivo, el Decreto N° 2.211 publicado en Gaceta Oficial N° 4.418 del 27 de Abril de 1992 que establece las normas para el control de la generación y manejo de desechos peligrosos. El Decreto N° 2.218 del 23 de Abril de 1992 que establece las normas para la clasificación y manejo de desechos en establecimientos de salud. El Decreto N° 2289 publicado en Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.212 del 12 de Febrero de 1998, y su reforma, Gaceta Oficial N° 5.245 del 3 de Agosto de 1998 que establece las normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos. El Decreto N° 1.634 del 8 de Enero del 2002, que establece el marco de referencia relativo al uso y manejo de materiales, sustancias y equipos generadores de

radiaciones ionizantes que armonice el desarrollo conjunto de las competencias que tienen asignadas en esa materia, el Ministerio de Energía y Minas y el de Salud y Desarrollo Social.

La Norma Venezolana COVENIN 2026-1999 referente al transporte de bultos y equipos que contengan material radiactivo, la norma venezolana COVENIN 2240-1987 sobre “Radiaciones ionizantes. Cantidades de radiactividad, aparatos y fuentes exentas de notificación, registro y concesión de licencias”. La norma venezolana COVENIN 2257-1995 “Radiaciones ionizantes. Clasificación de las condiciones y zonas de trabajo” y la norma venezolana COVENIN 2258-1995 “Vigilancia radiológica. Requisitos” ya que establece cuales son las medidas de protección que deben adoptar las empresas tanto en los lugares de trabajo como las dirigidas al trabajador. La norma venezolana COVENIN 3496-1999 “Protección radiológica, medidas de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y las fuentes de radiación”. De igual manera tiene importancia la Ley Orgánica del Ambiente publicada en Gaceta Oficial 31.964 del 14 de Junio de 1976 ya que establece los principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de la vida.

Las Normas Básicas Internacionales de Seguridad contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (NBS - 115) patrocinadas por la OIEA, establece los requisitos mínimos que debe cumplir una instalación que realice tareas en medicina nuclear:

- Cuarto Caliente: de afectación exclusiva con medidas mínimas de 1,50 x 2,00 m, el cual debe poseer puerta cerrada con llave, adecuadamente señalizado, los blindajes serán acordes a los nucleidos a emplear. Las superficies de trabajo (mesada, sobremesadas y pisos) deben ser impermeables. Debe tener instalada dos (2) pipetas separadas entre sí por una distancia mínima de 1,50 m, una de ellas no deberá poseer sifón y estará destinada al lavado de elementos contaminados. El equipamiento mínimo de protección es un detector portátil con sonda, para poder medir tasa de exposición y contaminación superficial. Todo servicio destinado al uso de

radionucléidos “in vivo”, debe poseer un calibrador de actividad (activímetro con cámara de ionización), a efectos de garantizar la precisión y exactitud de la actividad que se administrará al paciente. También deberá una pantalla de fraccionamiento con visión directa o indirecta, donde se preparará el fármaco a inyectar.

- Cuarto de Aplicación: dado que el cuarto caliente está destinado al depósito y fraccionamiento del material radiactivo, se debe contar con un lugar adecuado para la administración del compuesto marcado.
- Baño para pacientes con material radiactivo incorporado: debidamente identificado, pues el paciente elimina parte del radiofármaco por orina y se debe considerar la posibilidad de contaminación de los sanitarios, evitando su uso por miembros del público.
- Sala de espera: para pacientes inyectados, separada de la sala de espera en general.
- Cuarto de Medición: en el caso más sencillo, se tratará de un ambiente cuyas dimensiones dependerán del equipo de detección que se utilice para las mediciones de radiación gamma “in vivo” (centellografo, brazo de captación, cámara gamma planar, SPECT, PET)

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Naturaleza de la investigación

La presente investigación está enmarcada dentro de la modalidad de estudio de proyecto factible, ya que consiste en “una propuesta sustentada en un modelo operativo viable para resolver un problema práctico planteado, tendente a satisfacer necesidades institucionales o sociales y pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos y procesos”. UCLA 2001

El mismo se apoyó en la investigación de campo, ya que parte de los datos fueron recogidos en forma directa de la realidad por el autor, es decir algunos datos se obtuvieron de fuentes primarias que permitieron la formulación de la propuesta, de igual manera se apoyó en información documental de fuentes secundarias tales como leyes, reglamentos y normas que rigen la materia.

Fases del Estudio

Fase Diagnostico

Población y Muestra

La población que se consideró fueron todos los servicios de medicina nuclear (5) así como el personal ocupacionalmente expuesto (22 en total entre médicos, técnicos, enfermeras y asistentes) en los centros de salud que aplican esta técnica en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara.

El muestreo fue de tipo No Probabilístico, por conveniencia, puesto que los elementos fueron escogidos con base en la opinión del investigador, y no se conocía la probabilidad que tiene cada elemento a ser elegido para la muestra.

Específicamente este muestreo fue de tipo accidental, debido a que se escogieron aquellos casos que estaban disponibles para el momento.

Procedimiento

El presente trabajo se desarrolló en las siguientes etapas: Primero se identificaron los centros de salud, tanto públicos como privados, que emplean técnicas de medicina nuclear en la ciudad de Barquisimeto. Se solicitó apoyo a la Dirección Regional de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria para que emitiera una autorización al autor del estudio a fin de que pudiera ingresar a los centros de salud que aplican esta técnica, ya que es materia de su competencia. Se diseñó un cronograma de visita a los centros de salud objeto de estudio, luego se solicitó a las empresas su colaboración y apoyo al estudio mediante cartas emitidas por la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Una vez autorizado, se procedió a recolectar la información, utilizando los instrumentos diseñados para tal fin. El cuestionario se aplicó al personal disponible en el centro de salud estudiado, para el momento en que se realizó la visita.

Se procesó y analizó la información obtenida del diagnóstico, a través de la utilización de equipo computarizado, se elaboró el manual, basándose en los resultados obtenidos, y teniendo como guía la normativa legal vigente de manejo de material radiactivo.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas aplicadas fueron:

- Observación Directa: utilizando una guía observacional y a través de visitas a los diferentes centros de salud que aplican técnicas de medicina nuclear, en diferentes horarios de trabajo, con la finalidad de verificar el cumplimiento de la normativa legal vigente respecto al manejo de desechos radiactivos y la protección radiológica utilizada.

- Encuesta: se aplicó una entrevista estructurada a los jefes de los servicios de medicina nuclear de los diferentes centros de salud, así como también se empleó un cuestionario dirigido a los trabajadores que tienen relación directa con los desechos radiactivos generados.

Los instrumentos utilizados fueron:

1. Guía Observacional: en ella se indican los aspectos relevantes en cuanto a los medios de trabajo y medidas de protección radiológica adoptadas por la empresa, así como el manejo de desechos y las prácticas empleadas por los trabajadores que se observaron durante las visitas a los diferentes centros de salud que aplican técnicas de medicina nuclear (Anexo B).

2. Entrevista estructurada: en ella se registró el nombre del centro de salud, su dirección, responsable, números de trabajadores, se identificó al personal ocupacionalmente expuesto, y los datos concernientes a los diferentes registros de control utilizados (Anexo B).

3. Cuestionario: consta de 12 preguntas cerradas y 1 pregunta abierta con el que se determinó la situación actual de cómo los trabajadores de los centros de salud que aplican técnicas de medicina nuclear realizan las labores de manejo de los desechos radiactivos generados, qué equipos de protección personal utilizan, y se conoció cual es su disposición a capacitarse en el área (Anexo C).

Validación y Confiabilidad de los instrumentos usados

La guía observacional y la entrevista estructurada utilizadas en el estudio conforman el “Protocolo de Inspección para Medicina Nuclear”, diseñado por expertos de la Dirección General de Salud y Contraloría Sanitaria, a través de la Coordinación de Ingeniería Sanitaria, el cual deberá ser aplicado a escala nacional por los diferentes Departamentos de Radiofísica Sanitaria. Las preguntas de la encuesta se obtuvieron de la Guía N° 4: “Instructivo para efectuar la encuesta sobre clasificación y el manejo actual de los desechos generados en establecimientos de

salud”, diseñado por expertos para el Plan Nacional Integral de manejo de desechos generados en establecimientos de salud.

Resultados

Del Protocolo de Inspección para Medicina Nuclear, se obtuvo lo siguiente: El Estado Lara cuenta con cinco (5) centros de salud donde se aplican técnicas de medicina nuclear, a saber: el Hospital Central Universitario “Antonio María Pineda”, el Centro de Imágenes Barquisimeto, La Unidad de Medicina Nuclear Barquisimeto, el servicio de Medicina Nuclear Dr. Edgar Graterol, y la Policlínica Barquisimeto, (4 privados y 1 público); en ellos trabajan un total de 22 personas ocupacionalmente expuestas (10 médicos, 6 técnicos, 5 de limpieza y 1 asistente). No obstante hay alrededor de 26 personas entre administrativos, vigilantes y médicos de otros servicios que se ven afectados indirectamente por la aplicación de esta técnica.

Los 4 centros de salud privado poseen un equipo SPECT, que permiten obtener imágenes tomográficas, el equipo del centro de salud pública tiene una cámara gamma planar (Anexo D).

En relación con la protección radiológica adoptada, se tiene que en sólo uno de los centros de salud había monitor portátil de radiación y contaminación superficial, tres centros cuentan con servicio de dosimetría personal (por película), en dos los realiza el Laboratorio del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y uno el Laboratorio Científico Henry Becquerel, ambos ubicados en Caracas. Al respecto se debe indicar que los trabajadores donde el servicio de dosimetría es prestado por el Laboratorio Henry Becquerel, expresaron que no confiaban en los resultados emitidos, ya que en varias oportunidades sometieron el dosímetro personal a radiación directa, y cuando llegaban los resultados de las mediciones aparecían normales.

Los cinco centros de medicina nuclear cuentan con activímetro (calibrador de actividad), sólo que en ninguno se tienen los registros de calibración de los mismos, por lo que no hay garantía de la precisión y exactitud de la actividad que se

administraran al paciente, y por supuesto, a la que estarán sometida las personas ocupacionalmente expuestas (Anexo E).

Ninguno de los centros de salud estudiados posee registro de ocurrencia radiológica, registro de control de calidad, registro de monitoreo de área, registro de programa de optimización, contraviniendo lo establecido en la norma COVENIN 3496-1999, y exigido en el protocolo de inspección.

Dos centros de salud estudiados poseen programa de entrenamiento para las personas que trabajan en el servicio de medicina nuclear y para aquellas involucradas en el área. Ninguno posee un programa de protección radiológica aprobado, ni programa de higiene y seguridad industrial, análisis de riesgos, así como no tienen constituido el comité de higiene y seguridad industrial, que les permita velar por el cumplimiento de la normativa en cuanto a protección de la salud.

Los radionucléidos utilizados para diagnóstico en los centros de salud estudiados, son el Tecnecio (Tc 99m), con un promedio mensual de uso en la ciudad de 3000 mCi, y el Yodo (I - 131), con un promedio mensual de uso en la ciudad de 1500 mCi. Para terapia se utiliza básicamente el Yodo (I – 131) con un promedio de uso mensual en la ciudad de 800 mCi, (estos valores dependen del tipo de tratamiento). Ninguno de los centros de salud posee un sistema de extracción adecuado para extraer los vapores desde el área de preparación hasta el medio ambiente.

En cuanto a los requisitos edilicios exigidos por la OIEA, tres de los cinco centros de salud estudiados cuentan con un verdadero cuarto caliente de afectación exclusiva, pero sólo uno de ellos cumple con las medidas mínimas exigidas; dos poseen señalización (Anexo F); sólo uno de ellos posee la pileta para el lavado de los elementos contaminados (Anexo G); los cinco centros de salud poseen la pantalla de fraccionamiento, pero tres de estas pantallas están en áreas comunes, inclusive una de ellas no tiene el vidrio plomado (Anexo H). Ninguno de los centros cuenta con un cuarto de aplicación exclusivo de administración de la dosis o radiofármaco; en cuanto al baño exclusivo para el paciente con material radiactivo incorporado, sólo un centro cuenta con el mismo; uno solo de los centros de salud estudiados cuenta con una sala de espera exclusiva para el paciente inyectado, separada de la sala de espera

en general. Todos los servicios cuentan con sala de medición o de examen. Ningún servicio cuenta con sala de terapia.

Con relación al manejo de los desechos, sólo un centro de salud cuenta con un recipiente metálico con tapa accionada con pedal para depositar los desechos sólidos generados (papel, torunda, inyectora, guantes, etc.), en el resto de los servicios los botan en papeleras con bolsas plásticas (Anexo I). En ese sentido, a continuación se presentan los resultados arrojados por el cuestionario aplicado para determinar la situación actual del manejo de los desechos radiactivos por aplicación de esta técnica.

Cuadro 1

Conocimiento de normas que rigen el manejo de desechos radiactivos en el establecimiento de salud

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	7	31,82
<i>NO</i>	15	68,18
<i>TOTAL</i>	22	100,00

Del cuadro N° 1 se puede observar que 68 % desconoce la normativa legal con relación al manejo de desechos radiactivos

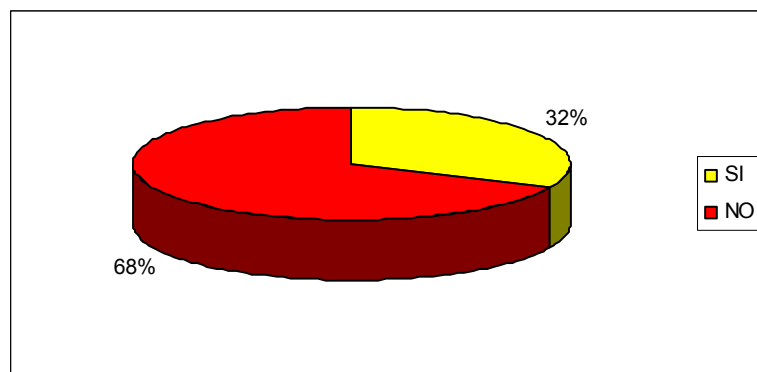


Gráfico 1. Conocimiento de normas que rigen el manejo de desechos radiactivos en el establecimiento de salud

Cuadro 2

Clasificación de los desechos radiactivos en el área donde trabaja en cuanto al estado del desecho (líquido, sólido)

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>4</i>	<i>18,18</i>
<i>NO</i>	<i>18</i>	<i>81,82</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>

Del cuadro N° 2, se puede observar que 81% de los trabajadores encuestados dicen que no hay una clasificación de los desechos radiactivos según el estado del mismo (líquido o sólido)

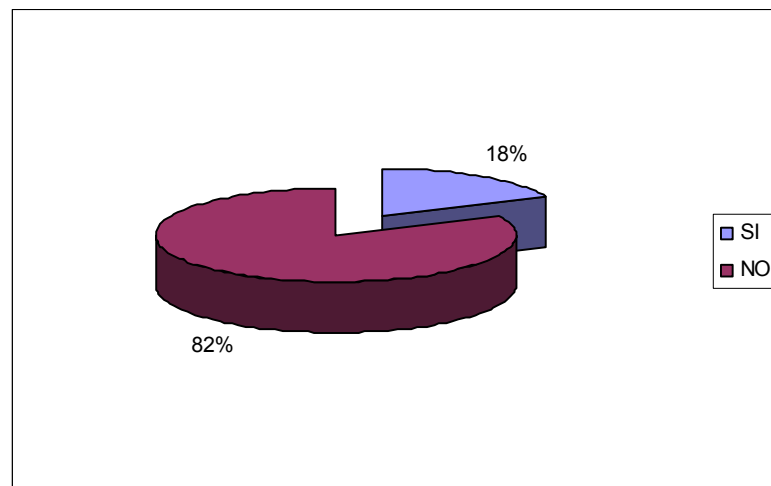


Gráfico 2. Clasificación de los desechos radiactivos en el área donde trabaja en cuanto al estado del desecho: (líquido, sólido)

Cuadro 3

Recursos materiales para recolectar y almacenar los desechos radiactivos generados

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>10</i>	<i>45,45</i>
<i>NO</i>	<i>12</i>	<i>54,55</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>

Del cuadro N° 3 se puede observar que 54 % de los trabajadores encuestados manifestaron no contar con los recursos materiales para recolectar y almacenar los desechos radiactivos generados.

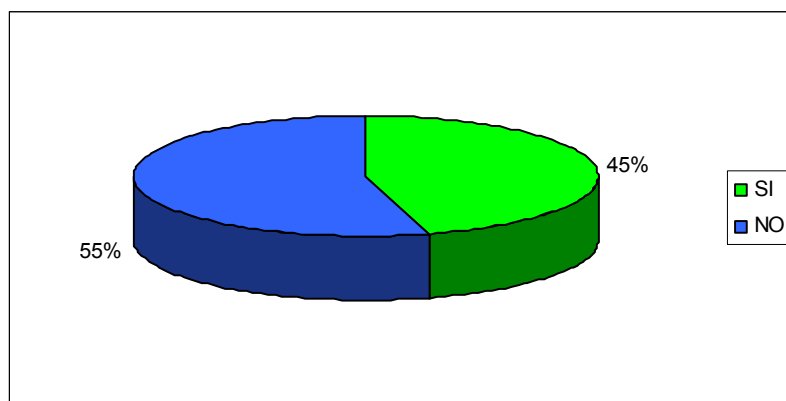


Gráfico 3. Recursos materiales para recolectar y almacenar los desechos radiactivos generados

Cuadro 4

Tipo de recipiente y forma de recolección de de los desechos radiactivos

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>Recip. Sin tapa con bolsa plástica</i>	21	95,45
<i>Recip. Metálico con tapa sin bolsa</i>	1	4,55
<i>Otros</i>	0	0,00
<i>TOTAL</i>	22	100,00

Del cuadro N° 4 se observa que en un 95% de los trabajadores encuestados coinciden en que el recipiente sin tapas y con bolsa plastica es el más utilizado para la recolección de los desechos radiactivos.

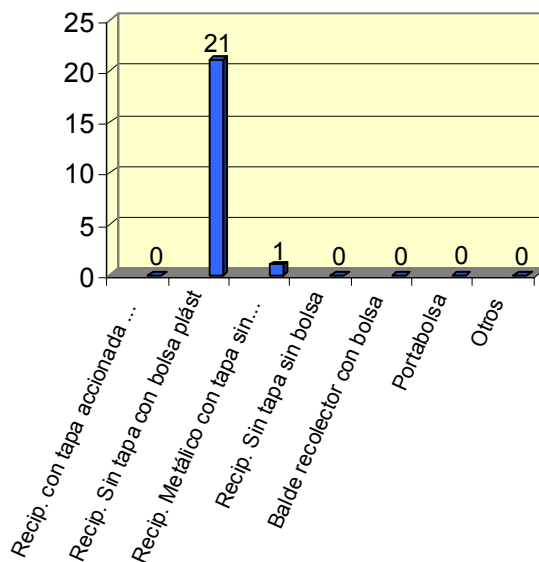


Gráfico 4. Tipo de recipiente y forma de recolección de los desechos radiactivos

Cuadro 5

Identificación de los recipientes o bolsas que contienen los desechos radiactivos

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>1</i>	<i>4,55</i>
<i>NO</i>	<i>21</i>	<i>95,45</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>

Del cuadro N° 5 se observa que en un 95% los trabajadores encuestados coinciden en que no se identifican los recipientes o bolsas que contienen los desechos radiactivos.

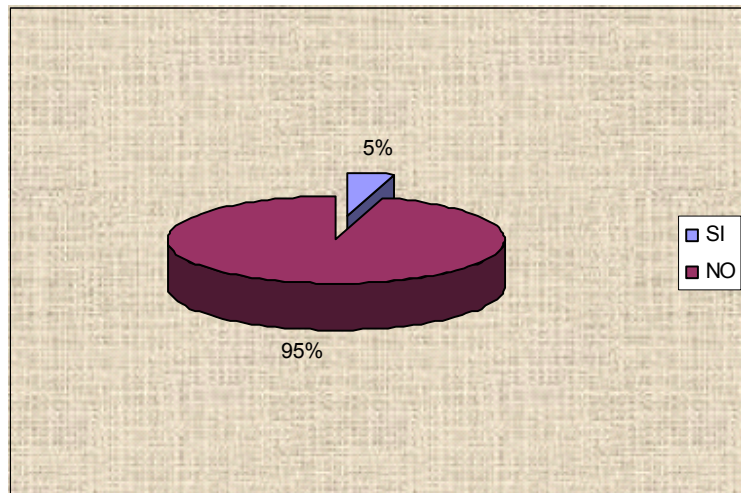


Gráfico 5. Identificación de los recipientes o bolsas que contienen los desechos radiactivos

Cuadro 6

Ruta de transporte de los desechos radiactivos dentro del establecimiento de salud

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>Escaleras</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Ascensores comunes</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Ascensores separados</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Ductos</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Otros: Pasillos comunes</i>	<i>22</i>	<i>100</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100</i>

Del cuadro N° 6 se puede observar que en 100% de los trabajadores encuestados coinciden en que los pasillos comunes es la ruta más común para el transporte de los desechos radiactivos.

Cuadro 7

Lavado y desinfección de sitios de almacenaje de los desechos radiactivos

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>13</i>	<i>59,09</i>
<i>NO</i>	<i>9</i>	<i>40,91</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>

En el cuadro N° 7 se puede observar que en un 59% de los trabajadores encuestados coinciden en que si son lavados y desinfectados los sitios de almacenajes de los desechos radiactivos.

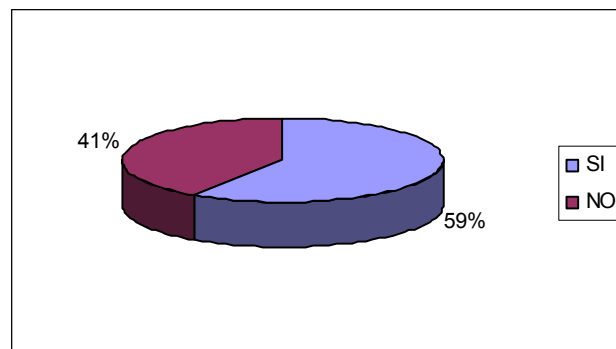


Grafico 6 Lavado y desinfección de sitios de almacenaje de los desechos radiactivos

Cuadro 8

Suministro de equipos de protección personal

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	6	27,27
<i>NO</i>	16	72,73
<i>TOTAL</i>	22	100,00

Del cuadro N° 8 se puede deducir que 72% de los trabajadores encuestados dicen que no se les suministra equipo de protección personal.

De los trabajadores que dijeron recibir equipos de protección personal, el 33% considera que no son los adecuados para la labor que realizan, tal como lo muestra el siguiente grafico.

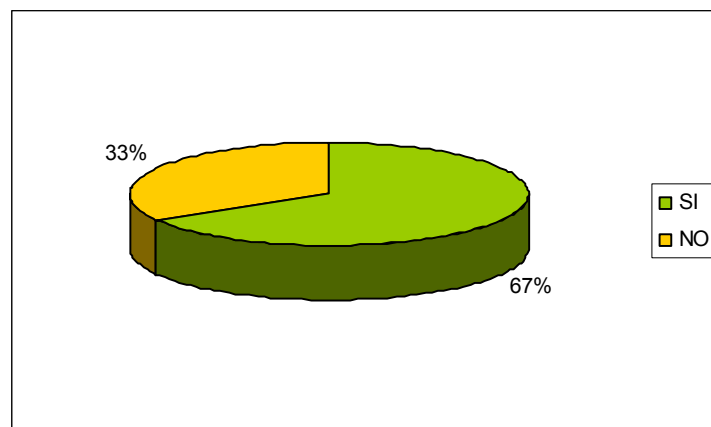


Gráfico 7. Equipos de protección personal adecuados para la labor que se realiza

Cuadro 9

Capacitación y entrenamiento respecto al manejo y tratamiento a dar a los desechos radiactivos

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>4</i>	<i>18,18</i>
<i>NO</i>	<i>18</i>	<i>81,82</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>

Del cuadro N° 9 se puede observar que 81% de las personas encuestadas dicen que no reciben entrenamiento y capacitación respecto al manejo y tratamiento que se debe dar a los desechos radiactivos.

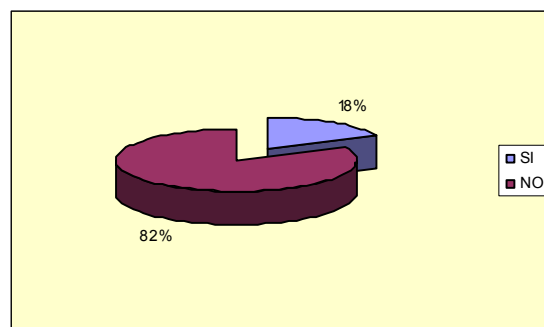


Gráfico 8. Capacitación y entrenamiento respecto al manejo y tratamiento a dar a los desechos radiactivos

Cuadro 10

Disposición a participar en plan para mejorar el manejo de los desechos radiactivos en la empresa

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>SI</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>
<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>
<i>TOTAL</i>	<i>22</i>	<i>100,00</i>

Del cuadro N° 10 se puede observar que el 100% de los trabajadores encuestados están dispuestos a participar en un plan para mejorar el manejo de los desechos radiactivos en su empresa.

Cuadro 11

Acción a seguir en caso de contacto con material radiactivo

<i>RESPUESTA</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>%</i>
<i>Lavarse con agua</i>	8	36,36
<i>Lavarse con desinfectante</i>	6	27,27
<i>No sabe qué hacer</i>	5	22,73
<i>Participar a autoridades</i>	3	13,64
<i>TOTAL</i>	22	100,00

Del cuadro N° 11 se puede observar que en caso de contacto con material radiactivo, 36% de las personas encuestadas se lavarían con agua, 27% con desinfectante, casi 23% no saben que hacer.

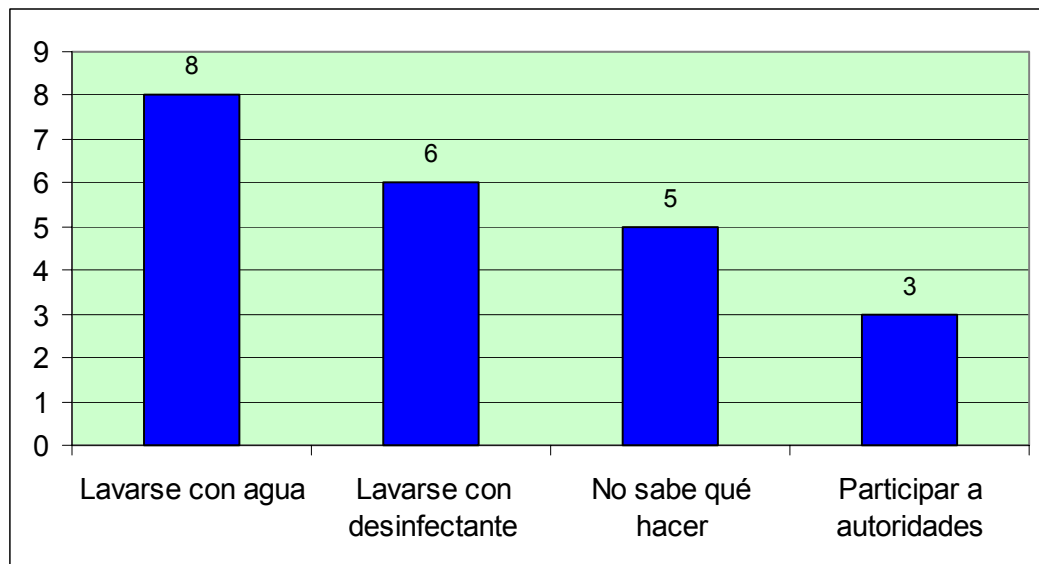


Gráfico 9. Acción a seguir en caso de contacto con material radiactivo

Conclusiones

Como se evidencia en los resultados obtenidos de la aplicación de la guía observacional a los diferentes centros de salud que aplican técnicas de medicina nuclear, existe en forma general una mala práctica, ya que ninguno de los centros de salud cumple con todos los requisitos exigidos por la NBS-115, y aquellos que tienen algún medio de trabajo acorde, no lo utilizan con la debida responsabilidad del caso. Por ejemplo, tienen los activímetros, pero no lo tienen calibrados; tienen salas de esperas comunes; la pantalla de fraccionamiento sin el vidrio plomado; no utilizan los equipos de protección; no cuentan con los locales adecuados para la ejecución de la actividad, etc.; y en algunos casos no cuentan con el personal debidamente preparado para la ejecución de la tarea, en especial a nivel técnico y de limpieza de los locales, lo que además de afectar la calidad del servicio, pone en peligro la salud del público en general.

Desde el punto de vista de la Salud Ocupacional, los trabajadores se ven sometidos a condiciones de trabajo en las cuales su salud se ve comprometida, ya que no existen los controles mínimos de seguridad exigidos, tales como demarcación de las zonas (zona controlada, zona supervisada); se desconoce cuáles son los niveles de radiación a los cuales se encuentran sometidos diariamente, ya que no existe registros confiables tanto de la radiación externa como interna; no poseen programas de protección radiológica; no existen normas y reglas de funcionamiento; no existe documentación ni registros.

Con relación al manejo de los desechos radiactivos generados, de la encuesta aplicada se puede concluir que la gran mayoría de los trabajadores expresaron no conocer las normas que rigen el manejo de material radiactivo; de igual manera la gran mayoría expresó que no existe una clasificación de los desechos de acuerdo a su estado (sólido, líquido); coinciden en que no existen los recursos materiales suficientes para la recolección y almacenaje de los desechos; los recipientes sin tapas

y con bolsas son los usados generalmente para recoger los desechos, pero no hay una identificación del contenido de los mismos; la bolsa plástica es la más utilizada para el transporte de desechos, y el mismo se realiza por pasillos comunes de los centros de salud; más de un 50% dice que si se lavan y desinfectan los sitios de almacenajes del material radiactivo; una gran mayoría de los trabajadores expresó que no les dan equipos de protección personal, y de aquellos que dijeron que sí les daban, casi la mitad expresó que no eran los adecuados; más del 80% de los trabajadores dijo no haber recibido capacitación y entrenamiento en el manejo de los desechos radiactivos por parte de la empresa, pero todos están de acuerdo en participar en cualquier plan para mejorar el manejo de los desechos; y en caso de contacto con sustancias radiactivas, más de un 20% de los trabajadores dijo no saber que hacer, 36% expresaron que se lavarían con agua, y otro tanto con desinfectante (27%), lo que evidencia un desconocimiento general sobre el tema de manejo de desechos radiactivos.

Recomendaciones

Establecer un programa de protección ocupacional cuyo objetivo sea familiarizarse con los detalles necesarios de la NBS, relacionados con la protección radiológica por exposición ocupacional de los trabajadores de medicina nuclear, y que el mismo contenga aspectos como: clasificación de las zonas, fuentes de exposición en medicina nuclear, equipos de protección personal, manipulación segura de fuentes, reglas y supervisión locales, vigilancia radiológica y vigilancia a la salud.

Desarrollar programas de vigilancia radiológica por áreas e individual, así como mantener un programa de calibración del equipamiento de protección radiológica, y de mantenimiento y control periódico del mismo.

Diseñar programa de protección radiológica para el paciente.

Crear los diferentes registros, tales como: contabilidad del material radiactivo, calibración y controles del equipamiento de medicina nuclear y del equipamiento de protección radiológica, registro de dosis de personal, etc.

Crear los Comité de Higiene y Seguridad Industrial, así como elaborar los análisis seguros por puesto de trabajo, y el programa de higiene y seguridad industrial.

Por ultimo se recomienda la elaboración y puesta en marcha de un sistema de Gestión de los Residuos Radiactivos generados por la aplicación de medicina nuclear, que es el objetivo principal de este estudio, a través de la propuesta de un manual.

Fase de factibilidad

Factibilidad Institucional

Desde el punto de vista institucional, se considera al proyecto factible, ya que la gran mayoría (100%) de los trabajadores de los centros de salud que aplican técnicas de medicina nuclear han expresado su deseo de participar en los planes y programas que tengan que ver con un mejor manejo de los desechos. En ese sentido se pueden establecer convenios entre los centros de salud estudiados, la Universidad y el Ministerio de Salud y Desarrollo Social como ente garante del cumplimiento del Plan Nacional de Gestión Integral de Manejo de Desechos Generados en Centros de Salud, según Decreto 2218 del 23/04/92, de tal manera que no se incurrirá en altos costos, ya que se contaría con el personal humano necesario para cumplir la labor de educación y formación a los trabajadores.

Por otro lado todos los entes involucrados se verán beneficiados, ya que los centros de salud tendrán al personal capacitado, lo cual es un requisito para recibir el permiso de funcionamiento. El Ministerio cumpliría con su labor de rector en esta materia, y la Universidad aportaría las instalaciones y a los profesionales en el área para la educación de los trabajadores, con lo que cumplirá con uno de sus objetivos primordiales.

Factibilidad Legal

Desde el punto de vista legal, se considera al proyecto factible ya que se estaría dando cumplimiento a lo establecido en el Decreto 2210 del 23 de Abril de 1992, contentivo de las Normas Técnicas y Procedimientos para el Manejo de Material Radioactivo, que establece que se debe velar porque el uso y manejo de las radiaciones ionizantes se realicen en forma segura para proteger a los trabajadores, a los pacientes, al público y al medio ambiente. De igual forma se cumpliría con el Decreto 1634 del 8 de Enero del 2002, donde se resuelve la creación de una comisión coordinadora formada por los diferentes entes que tienen que ver con el uso de radiaciones ionizantes, y que entre sus funciones tiene la de actuar coordinadamente con otros organismos en la definición de estrategias y medidas a tomar para el manejo seguro de las fuentes radiactivas en desuso y los desechos radiactivos existentes en el territorio nacional.

Factibilidad Social

Desde el punto de vista social, el proyecto es factible, ya que desde el mismo momento en que en los diversos centros de salud se segrega, recoge, transporta, almacena y se dispone adecuadamente al desecho radiactivo, se corta la cadena de contaminación, reduciendo así la posibilidad de una radiación no solo de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, sino también a otros trabajadores de esos centros y el público en general. Esto coadyuva en una práctica segura, lo que se traduce en gente más sana y por supuesto una mejor calidad de vida.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL ESTUDIO

Justificación

El ser humano, desde sus orígenes, genera materia que necesita descartar. Esta necesidad se debe a que prácticamente todos los materiales luego de su utilización presentan una degradación tal que no le ofrecen al hombre ninguna utilidad, o incluso en algunos casos, le pueden resultar perjudicial no descartarlos.

La evolución socioeconómica, industrial y cultural del hombre amplia constantemente el espectro de los materiales descartados. En nuestra sociedad actual, marcada por la economía de mercado, con grandes conglomerados urbanos, se incrementa día a día la necesidad de contar con una adecuada gestión de los residuos, en especial aquellos residuos generados por actividades que involucran materiales radiactivos.

En esta propuesta se expone en forma clara y precisa los principios en los cuales se basa la gestión segura de los residuos radiactivos, específicamente de los residuos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear, garantizando la protección radiológica de los trabajadores involucrados con la práctica, público y medio ambiente en general; de conformidad con los principios vigentes de protección radiológica internacionalmente acordados.

Objetivos

Objetivo General

Exponer los principios generales en los cuales se basa el manejo seguro de los desechos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear

Objetivos Específicos

1. Describir como se debe hacer la segregación de los desechos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear
2. Describir como se debe hacer la recolección de los desechos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear.
3. Describir como se deben almacenar los desechos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear.
4. Describir como se deben transportar los desechos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear.
5. Describir como se debe hacer la disposición final de los desechos radiactivos generados por aplicación de técnicas de medicina nuclear.

Descripción de la propuesta

SECCION I
DE LA SEGREGACION DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

1. A los fines del adecuado manejo debe efectuarse la segregación de los desechos radiactivos en los sitios de su generación, en función de las siguientes características:
 - a) Estado físico de los mismos (sólido, líquido o gaseoso).
 - b) Periodos de semidesintegración de los radionucléidos que contengan.
2. Se entiende por desecho sólido todos los papeles para cubrir, guantes, frascos y jeringas usados, generadores de tecnecio (Tc99), objetos usados durante la hospitalización de pacientes, después de terapias con radionucléidos, fuentes selladas para la calibración de los instrumentos, cadáveres de animales y otros desechos biológicos.
3. Se entiende por desechos líquidos, todos los residuos de radionucléidos, excretas del paciente, soluciones de cintiladores líquidos.
4. Se entiende por desechos gaseosos, el gas expirado por los pacientes en medicina nuclear.

SECCION II
DE LA RECOLECCION INTERNA DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

5. Los papeles para cubrir, guantes etc., deben ser recolectados en bolsas plásticas, ubicadas en el cuarto caliente y cuarto de aplicación del radiofármaco. Cuando la bolsa esté llena, sellar y llevar para el cuarto de almacén de desechos.
6. Escriba la fecha esperada de disposición final (fecha de hoy + 10 periodos de semidesintegración).
7. Las jeringas y agujas usadas, deben ser recolectadas en un contenedor blindado con tapa accionada con pedal ubicado en el cuarto caliente y en el cuarto de aplicación del radiofármaco. Cuando el contenedor esté lleno, séllelo y llévelo a la campana del cuarto de almacén.

4. Escriba la fecha esperada de disposición final (fecha de hoy + 10 periodos de semidesintegración) en el contenedor y coloque dentro del blindaje de plomo.
5. Frascos conteniendo residuos de Tc-99m y Yodo deben ser recolectados en el contenedor blindado ubicado en el cuarto caliente, luego aplique el punto anterior.

SECCIÓN III

DEL TRANSPORTE DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

1. Toda persona natural o jurídica que transporte desecho radiactivo deberá hacerlo en forma de bulto.
2. Los bultos deben estar clasificados e identificados con etiquetas según la categoría Blanca I, Amarilla II o Amarilla III (Anexo), de acuerdo a la tabla I, y a lo estipulado en el punto 3.

Tabla I

Índice de transporte para bulto (IT)	Nivel de radiación máximo en cualquier parte de la superficie	Categoría
0	Hasta 0,005 mSv/h (0,5 mrem/h)	Blanca I
Mayor que cero y Menor o igual a 1	Mayor que 0,005 mSv /h (0,5 mrem/h) pero Menor a 0,5 mSv/h (50 mrem/h)	Amarilla II
Mayor que 1 y Menor que 10	Mayor que 0,5 mSv/h (50 mrem/h) pero Menor a 2 mSv/h (200 mrem/h)	Amarilla III

3. Se determinará tanto el índice de transporte como el nivel de radiación en la superficie, para conocer la categoría adecuada. Cuando el índice de transporte satisfaga las condiciones correspondientes a una categoría, pero el nivel de radiación en la superficie satisfaga las condiciones para una categoría diferente, el bulto se considerará que pertenece a la categoría superior de las dos.

4. Si el índice de transporte es superior a 10 ó el nivel de radiación esta comprendido entre 2 mSv/h (200 mrem/h), y 10 mSv/h (1000 mrem/h), el bulto se clasificará en la categoría Amarilla III y se transportara según la modalidad de Uso exclusivo.
5. El Nivel de radiación en cualquier punto de la superficie externa del bulto no excederá de 0,005 mSv/h (0.5 mrem/h).
6. El nivel de radiación a 10 cms. de distancia de cualquier punto de la superficie de un instrumento o artículo sin embalar, no deberá exceder de 0,1 mSv/h (100 mrem/h).
7. El bulto deberá retener su contenido en las condiciones que se den en transporte normal.
8. El bulto debe llevar marcada la inscripción “Radiactivo”, en una superficie interior de tal manera que al abrirlo advierta claramente la presencia de material radiactivo.
9. La contaminación removible en las superficies externas e internas promediadas respecto a un área de 300 cms.² de cualquier parte de la superficie de un bulto, no deberá exceder de 4 Bq/cms.²
10. Los vehículos de carga del desecho radiactivo deben poseer un compartimiento de carga cerrado y equipado con cerradura de protección.
11. En los vehículos de carga que lleven bultos con las etiquetas Amarillo II y Amarillo III, solo podrán viajar el conductor y sus ayudantes.
12. Si el nivel de radiación en cualquier lugar ocupado por el conductor y sus ayudantes excede de 0,0025 mSv/h (0,25 mrem/h), estas personas deberán ser provistas de protección radiológica.
13. En ningún caso el nivel de radiación deberá exceder de 0,02 mSv/h (2 mrem/h).
14. Se debe considerar que el número de bultos a transportar en un vehículo terrestre, debe ser tal que la sumatoria de sus índices de transporte no exceda de 50.

SECCION IV
DEL ALMACENAMIENTO DE DESECHOS RADIATIVOS

1. Toda persona natural o jurídica, pública o privada que almacene desechos radiactivos deberá levantar un inventario del mismo y notificar al Ministerio de Salud y Desarrollo Social, a través de Ingeniería Sanitaria, así como cualquier movimiento que haga de este inventario.
2. En los centros de salud donde se aplique técnicas de medicina nuclear, se deberá disponer de un cuarto exclusivo para los desechos, el cual debe estar cerrado con llaves, señalizado y ventilado adecuadamente.
3. El lugar destinado para el almacenamiento de los desechos, debe ser lo suficientemente grande para almacenar la cantidad generada, debe poseer buena iluminación, y debe contar con plan de orden y limpieza.
4. Todos los bultos deberán estar identificados claramente, indicando:
 - ✓ Contenido del bulto
 - ✓ Tipo(s) de radionucléido (s), indicando las proporciones cuando sea posible.
 - ✓ Actividad y fecha de determinación de la misma.
 - ✓ Procedencia (empresa o institución responsable).
 - ✓ Características físicas, químicas y tóxicas del desecho.
 - ✓ Fecha de embalaje de los desechos radiactivos en el bulto de desecho.
 - ✓ Fecha que se espera alcance su exención
 - ✓ Tasa de dosis en la superficie y a un (1) metro de distancia (Índice de transporte).
 - ✓ Máxima tasa de dosis equivalente
 - ✓ Símbolo Internacional de las radiaciones ionizantes
5. Los contenedores donde se van a depositar cada uno de los desechos radiactivos, deben ser los adecuados para el propósito (volumen, blindaje, prueba de fuga, etc.).

SECCION V
DE LA DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

1. Antes de la disposición final, verifique que la tasa de dosis externa en la superficie del bulto, no sea mayor que 5 $\mu\text{Gy/h}$.
2. En el caso de residuos tipo papel para cubrir o guantes, si la tasa de dosis externa no excede a 5 $\mu\text{Gy/h}$ se puede evacuar al bulto con la basura ordinaria.
3. En el caso de jeringas y agujas usadas y frascos con contenido de Tc-99m, si la tasa de dosis es mayor que 5 $\mu\text{Gy/h}$, se debe escribir nuevamente la fecha de evacuación en el contenedor y almacenar por cuatro semanas más.
4. Los residuos metálicos, vidrios, y otros que por su naturaleza puedan dar lugar a la ruptura de los envases, se empaquetarán en recipientes rígidos que garanticen la contención de los correspondientes desechos radiactivos. Estos recipientes se cerrarán herméticamente de tal forma que el material contenido en ellos no se disperse.
5. En general, los desechos radiactivos de medicina nuclear serán dispuestos como residuos sólidos convencionales, una vez transcurridos diez (10) periodos de semidesintegración.
6. Con relación a la descarga al ambiente de los desechos radiactivos líquidos se debe cumplir con lo siguiente:
 - a) Los desechos deben ser completamente solubles o dispersables en agua.
 - b) Si el desecho líquido contiene sólidos en suspensión o sedimentos, debe filtrarse previamente y descargar el residuo de la filtración como un desecho sólido radiactivo.
 - c) Cualquier descarga incontrolada debe evitarse.
 - d) Cualquier descarga debe ser detectada, mediada y contabilizada.
 - e) La descarga de los desechos líquidos por tipo de radionucléido no deberá rebasar los límites establecidos en la tabla II. y los establecidos en el Decreto 2210 del 23/04/1992.

Tabla II
Límites Nacionales de Vertidos

Radionucléido	Vertido (MBq cada vez)	Vertido (MBq al mes)
Se-75	20	200
Sr-89	5	50
Tc-99m	100	30.000
In-111	100	2.000
I-125	1	10
I-131	1	10
Tl-201	100	6.000

7. Previamente a la realización de prácticas donde haya posibilidad de que se descarguen materiales radiactivos al ambiente, deben efectuarse estudios preoperacionales para identificar el grupo crítico y las rutas críticas, así como para conocer el impacto radiológico sobre el ambiente.
8. Las mezclas de líquidos de centelleos que no estén contaminadas por material radiactivo, deben ser tratadas como desechos peligrosos no radiactivos.

SECCIÓN VI

DE LAS CONSIDERACIONES GENERALES

1. El responsable de los centros de salud de medicina nuclear, deberá prever, a satisfacción de la actividad reguladora, las alternativas para la gestión de los residuos radiactivos que se generen como consecuencia de la práctica antes el inicio de la operación.

2. Cuando el período de semidesintegración y la actividad de los radionucléidos sea tal que no se prevea tiempos de almacenamientos superiores a 1 año, se podrán almacenar los residuos radiactivos transitoriamente para su decaimiento en la propia instalación.
3. Cuando el período de semidesintegración, la actividad de los radionucléidos utilizados, o la capacidad de almacenamiento de la instalación de medicina nuclear no permita realizar en ella el almacenamiento transitorio, deberán gestionarse los residuos radiactivos transfiriéndolos a una gestionaora de residuos radiactivos.
4. Los filtros de los sistemas de ventilación de medicina nuclear deberán ser gestionados como residuos radiactivos cuando corresponda.

GLOSARIO

- Autoridad Competente: es un organismo nacional legalmente facultado para regular las actividades en materia de protección radiológica.
- Blindaje: material o estructura cuyo fin es reducir o atenuar un haz de radiaciones ionizantes.
- Becquerel (Bq): Unidad de medida en el sistema internacional de la actividad de una fuente
- Bulto: es el embalaje junto con su contenido radiactivo, tal y como se presenta en el transporte.
- Contaminación radiactiva: presencia de sustancias radiactivas dentro de una materia o en su superficie, o en el cuerpo humano o en otro lugar en que no sean deseables o pudieran ser nocivas.
- Contaminación radiactiva externa: es la contaminación de las partes externas de seres vivos u objetos materiales.
- Contaminación radiactiva interna: es la contaminación de los órganos internos de los seres vivos.
- Contenedor: estructuras físicas que impiden la dispersión de las sustancias radiactivas.
- Curie: unidad de medida de la actividad. $(Ci) = 3,7 \times 10^{10} Bq$
- Desechos radiactivos: aquellos que contienen uno o varios nucleidos que emiten espontáneamente partículas o radiación electromagnética, y que provienen de análisis químico, servicios de medicina nuclear y radiología.
- Generador de radionucléido: dispositivo que contiene una solución de un radionucléido de semiperíodo relativamente largo del cual se puede separar por elusión un producto de desintegración de semiperíodo corto.
- Gray (Gy): unidad de medida del Kerma en aire y de la dosis en aire *Tipo de recipiente y forma de recolección de de los desechos radiactivos*
- Índice de transporte: tasa de dosis máxima a un metro de distancia.

- Instalación de gestión de desechos radiactivos: instalación especialmente para la manipulación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento temporal o evacuación permanente de desechos radiactivos.
- Período de semidesintegración: período en que la actividad de un radionucléido disminuye a la mitad de su valor inicial.
- Zona controlada: zona en la que son o pudieran ser necesarias medidas de protección y disposiciones de seguridad específicas para controlar las exposiciones normales o prevenir la dispersión de contaminación en las mediciones normales de trabajo, prevenir las exposiciones potenciales o limitar su magnitud.
- Zona supervisada: zona no vigilada como zona controlada, pero en la que se mantienen bajo control las mediciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas protectoras de seguridad.

ANEXO



Etiqueta de Señalización para
Bultos categoría Blanca I



Etiqueta de Señalización para
Bultos categoría Amarilla II



Etiqueta de Señalización para
Bultos categoría Amarilla III

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En el presente trabajo se expone una metodología fácil y sencilla para efectuar un manejo adecuado de los desechos radiactivos generados por la aplicación de técnicas de medicina nuclear basado en la normativa legal, tanto nacional como internacional vigente, ya que el manejo de estos residuos debe efectuarse en forma segura, de acuerdo a los criterios de seguridad radiológica y principios generales de gestión.

La implantación del manual implicaría, garantizar la protección radiológica no sólo del personal ocupacionalmente expuesto, también la del paciente, público en general y medio ambiente, ya que su diseño obedece a los principios de protección radiológica recomendados por la OIEA, como son:

- Justificación de la práctica, la cual no se requiere por separado, ya que el manejo de desechos es un paso necesario por el uso de material radiactivo.
- Optimización, ya que si se evalúa por el criterio análisis costo-beneficio, se evidencia que este último es mayor si se considera lo establecido en la factibilidad institucional.
- Limitación de la dosis, ya que con un manejo adecuado, la dosis incurridas por los trabajadores es menor que la dosis recomendada por la OIEA.

Recomendaciones

La buena implementación del manual propuesto requiere de la participación de todos y cada uno de los trabajadores que tienen que ver con la práctica de medicina nuclear, (médicos, técnicos, enfermeras, asistentes, personal de limpieza), por lo que es necesario un programa educativo dirigido a estos trabajadores, y cuyo objetivo principal sea cómo darle uso adecuado al manual propuesto.

La práctica adecuada de la medicina nuclear, y en especial lo referente a los medios de trabajo, son factores importantes a considerar en la implementación del manual, ya que los diferentes centros de salud donde se aplica medicina nuclear contarían, no sólo con los equipos requeridos, sino con las instalaciones mínimas exigidas, por lo que se sugiere la inspección por parte de la autoridad competente en la materia, para exigir el cumplimiento de tales requisitos.

Se debe establecer un marco legal efectivo, de tal manera que todas las regulaciones y condiciones establecidas para el funcionamiento de las instalaciones y los procesos desarrollados en ellas, sean satisfechas.

Se debe contar con procedimientos seguros de trabajo que contemple entre otros aspectos:

- El correcto empleo de las técnicas; por ejemplo, si la boquilla utilizada en los estudios de ventilación pulmonar no se ajusta adecuadamente, se aumenta la concentración de aerosoles en el ambiente.
- El mantenimiento de los radioisótopos dentro de sus contenedores blindados convenientemente señalizados.
- El uso de elementos de manipulación a distancia cuando ello sea posible (pinzas, mangueras de extinción para jeringas, etc.).
- El uso de elementos de protección personal destinados a minimizar el riesgo de contaminación, tales como el uso de guantes para evitar la contaminación de manos y posteriormente la contaminación interna por ingestión de alimentos.
- Delimitación de las áreas, permitiendo el acceso al cuarto de fraccionamiento solo a personal entrenado.
- Muestreo de superficies y monitoreo de las áreas de trabajo, estas tareas deberían estar previstas en forma rutinaria y realizarse antes de iniciar las tareas y una vez finalizadas las mismas.

RE FERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Autoridad Regulatoria Nuclear. 2001. Uso de fuentes radiactivas no selladas en medicina nuclear. Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear. 2001. Curso de post-grado en protección radiológica y seguridad nuclear. Argentina.

Betancourt, O. 1999. Salud y Seguridad en el Trabajo. OPS/OMS-FUNSAD. Ecuador.

CEPIS/OPS. 1994. Manejo de residuos hospitalarios. Lima.

Cortés, A. 2000. El Nacional. URL: <http://www.el-nacional.com/eln08082000/fpc1s1.htm>. (Consulta: Mayo 4, 2001).

Fernández, H. 2000. Alerta, Basura radiactiva. Tal Cual. Agosto, 21. Caracas.

Fernández, H. 2001. Basura radiactiva en el olvido. Tal Cual. Septiembre, 6. Caracas.

Fundación Natura. 1994. Manejo de desechos domésticos y especiales en el Ecuador.

Gestal, J. 1997. Riesgos del Trabajo del Personal Sanitario. Segunda Edición. Interamericana. Mac Graw Hill. México.

López, A. y Petrizzo. 1995. La Protección Radiológica en Venezuela: Retrospectiva y Situación Actual. Salud de los Trabajadores. Volumen 3 (1): 59-67.

López, A. y Petrizzo, J. 1997. Protección Radiológica. Physion, Tecnología Nuclear, C.A. Caracas

Lozada, J. 2001. Gestión de Desechos Radiactivos. Conferencia Internacional de Higiene Industrial. PDVSA y Asociación Venezolana de Higienistas Ocupacionales. Caracas.

Ludewing, C., Rodríguez y Zambrano. 1998. Taller de Metodología de la Investigación. Material de Trabajo. Ediciones FUNDAEDUCO. Barquisimeto.

Oficina Internacional del Trabajo. 1992. Protección de los trabajadores contra las radiaciones (radiaciones ionizantes). Alfa Omega. México.

Organismo Internacional de Energía Atómica. 2002. Curso regional de capacitación para reguladores sobre protección y seguridad radiológica en medicina nuclear. Lima, Perú.

Osorio, J.1993. Protección contra radiaciones ionizantes. División de salud ocupacional. Sub-gerencia de servicios de salud. Instituto de Seguros Sociales. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. Medellín. 29 p.

Pineda, E., Alvarado y Canales. 1998. Metodología de la Investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud, OPS. Segunda Edición. Washington DC.

Sampieri, R., Fernández y Batista. 1997. Metodología de la Investigación. Mac Graw Hill. México.

Villena, J. 1994. Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima.

_____. 2001.¿Que es la medicina nuclear?
URL:<http://www.semn.es/pyp/ejemplos.html>. (Consulta: Junio 20, 2001)

ANEXOS

ANEXO A

RESUMEN CURRICULAR DEL AUTOR

DATOS PERSONALES

- Nombre y Apellido: Luis Enrique Crespo Hernández
- Cédula de Identidad: 5.243.212
- Teléfono: 0416-4557270

DATOS ACADEMICOS

- Universidad Nacional Experimental del Táchira (U.N.E.T), San Cristóbal, Edo. Táchira. 1985. Grado Obtenido: Ingeniero Industrial
- Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Programa de Especialización en Gerencia General. Lapso: Febrero 1988- Septiembre 1989. Postgrado no culminado, aprobando las siguientes materias: Economía, Metodología de la Investigación, Estadística, Matemática, Contabilidad, Computación, Principios de la Administración, Gerencia Logística, Teoría Contemporánea de las Ciencias Administrativas.

CARGO ACTUAL

- Supervisor del Trabajo, la Seguridad Social e Industrial del Estado Lara. Ministerio del Trabajo.
- Docente de la Asignatura Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Yacambú.

CURSOS

- Seguridad e Higiene Industrial. Instituto Universitario Tecnológico de Seguridad Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. 90 Horas. 1997.
- Derecho Laboral-Seguridad Social. Universidad de Carabobo. Valencia. 120 Horas. 1997.
- Formación en Seguridad e Higiene Industrial. Universidad de Carabobo, Estudios de Postgrado. Valencia, Edo. Carabobo. 180 Horas. 1997.
- Análisis y Aplicación de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Patrocinado por: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Edo. Lara. 8 Horas. 1998.
- XXIV Jornadas “J.M. Domínguez Escobar”. La Reforma de la Seguridad Social y de la Legislación del Trabajo. Barquisimeto, Edo. Lara. 24 Horas. 1999.
- VIII Encuentro Regional por la Defensa de la Vida y la Salud de los Trabajadores. Barquisimeto, Edo. Lara. 16 Horas. 1999.
- Protección Radiológica. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Edo. Lara. 24 Horas. 1999.
- I Jornada sobre el Sistema Nacional de Supervisión Laboral en Venezuela. Ministerio del Trabajo. Valencia, Edo. Carabobo. 16 Horas. 1999.
- I Jornadas de Ergonomía. IUETAEB. Barquisimeto, Edo. Lara. 16 Horas. 2000.
- IX Encuentro de Salud Ocupacional “La nueva legislación social y laboral. Su impacto en los derechos de los trabajadores”. Universidad Centroccidental

Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Edo. Lara. 16 Horas. 24 y 25 de Noviembre de 2000.

- Curso Introductoria Postgrado de Salud e Higiene Ocupacional. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Edo. Lara. 160 Hora. 15 de Enero al 9 de Febrero de 2001.
- Conferencia Internacional de Higiene Industrial. CIED-PDVSA, AVHO. Caracas. 24 Horas. 11 al 13 de Julio de 2001.
- I Jornadas Nacionales de Salud Ocupacional en los Hospitales. Taller: Gestión de Programas de Salud Ocupacional en Hospitales. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Edo. Lara. 40 Horas. 16 al 20 de Julio de 2001.
- Ergonomía Aplicada a la evaluación de los puestos de trabajo. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Edo. Lara. 40 Horas. 23 al 27 de Julio de 2001.
- III Simposio Internacional de Salud y Trabajo Cuba 2001". INSAT. La Habana, Cuba. 32 Horas. 10 al 13 de Diciembre de 2001.
- *Administración de Riesgos Ocupacionales. Barquisimeto, Edo. Lara. OSH Insurance Consulting Group. 8 Horas. 28 de Febrero de 2002.*