

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

Proyecto de Graduación

**“Programa de Gestión de los Desechos Radiactivos en los Hospitales de la Caja
Costarricense del Seguro Social en los Servicios de Medicina Nuclear”**

Realizado por:

Mónica Carpio Chaves

Karol Chavarría Córdoba

Profesor Asesor:

Andrés Robles Ramírez

Asesor Industrial:

Fredys Santos Gutiérrez

I Semestre, 2007

Constancia de Defensa Pública del Proyecto de Graduación

El Proyecto de graduación fue defendido públicamente ante el tribunal examinador integrado por los profesores Alfonso Navarro Garro y Jorge Chaves Arce como requisito para optar el grado de Bachiller en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por las estudiantes, estuvo a cargo del profesor asesor Andrés Robles Ramírez.

Profesor evaluador
M.Sc. Jorge Chaves Arce

Profesor evaluador
Ing. Alfonso Navarro Garro

Profesor Asesor
Ing. Andrés Robles Ramírez

Mónica Carpio Chaves

Karol Chavarría Córdoba

Cartago, 13 de junio del 2007.

Agradecimientos

Queremos dejar constancia de nuestra gratitud a las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este proyecto.

A Dios por permitirnos alcanzar esta meta y darnos la fortaleza durante todo el camino para lograrla.

Al personal del Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica de la Caja Costarricense del Seguro Social, en especial al asesor industrial el Ingeniero Freddys Santos Gutiérrez, por su ayuda, conocimientos y orientación para favorecer el desarrollo de este proyecto.

Al Ingeniero Andrés Robles Ramírez por el acertado asesoramiento y apoyo. Además de los lectores Jorge Chaves Arce y Alfonso Navarro Garro por sus aportes enriquecedores.

Al personal de los servicios de Medicina Nuclear y Radioterapia, en especial de los Hospitales Calderón Guardia y México, por su permanente disposición y excelente trato.

A las señoras María Cordero y Daisy Benítez de la Unidad de Gestión del Riesgo en el departamento de Control de Radiaciones del Ministerio de Salud por su colaboración y aporte documental.

Mónica Carpio y Karol Chavarría.

Agradecimientos

A mi Mamá por su ayuda incondicional durante todo el proceso y enriquecer el proyecto con sus conocimientos.

A mi compañera Mónica Carpio por permitirme compartir y trabajar con ella.

A mi familia, mi papá, Melina, Rolando, Fabiola y Loana por sus formas de cariño y estarme acompañando.

A mis tías Lisbet, Sandra y Marlen por sus excelentes consejos y creer en mi.

A todos mis compañeros y amigos, en especial Sergio A, Magaly V, Miriam Z, Melissa S, Edwin S, Andrea C y Mónica G, por su gran apoyo, energía positiva y por compartir conmigo tantos momentos especiales que convirtieron a esta etapa en una de las mejores de mi vida.

Karol Chavarría Córdoba

A mi madre por su apoyo. A mi padre por siempre brindar una recomendación acertada. Ambos gracias por sus consejos y amor incondicional.

A mis hermanos por su solidaridad y cariño.

A Karol Chavarría, por demostrarme una vez más la fortaleza de trabajar en grupo y que con fe y esfuerzo, es posible alcanzar cualquier meta que nos proponamos.

A Eduardo Coles por estar siempre presente y acompañarme a alcanzar mis sueños.

A Mayra Córdoba Cortez por su ayuda y aportes al proyecto.

A mi familia por tenerme presente en sus oraciones y alegrarse de mis éxitos.

A mis compañeros y amigos por vivir juntos fracasos y alegrías que me permitieron crecer profesionalmente y como persona.

Mónica Carpio Chaves

Dedicatoria

A mis padres, por ser los pilares fundamentales de mi crecimiento profesional.

A mi familia y seres queridos por su apoyo incondicional, haciendo tuyas mis preocupaciones y alegrías.

Mónica Carpio

Dedicatoria

A Dios por darme la vida e iluminar siempre mi camino;
A mi mamá por su gran amor, creer en mi, y apoyar cada uno de mis sueños...

A mi abuela, Mina, por su cariño, oraciones y consejos que me indican como ser una mejor persona;

A mi abuelo, Cordobita, que aunque no está con nosotros, siento siempre su amor y cariño.

Karol Chavarría

Índice

Resumen	13
I. Introducción	14
A. Identificación de la Organización	14
Antecedentes históricos	14
Visión	14
Misión.....	15
Departamento Control de Calidad y Protección Radiológica	15
B. Descripción del problema.....	18
C. Justificación	19
D. Objetivos	22
Objetivos generales	22
Objetivos específicos.....	22
E. Alcances y Limitaciones	23
II. Marco Teórico	24
III. Metodología.....	30
A. Tipo de estudio	30
B. Fuentes de información	30
1. Fuentes primarias:	30
2. Fuentes secundarias.....	30
C. Variables.....	31
IV. Plan de análisis.....	34
1. Procedimientos para realizar la gestión de los desechos radiactivos en los Servicios de Medicina Nuclear y cambio de fuentes en los Servicios de Radioterapia	34
1.1 Servicio de Medicina Nuclear	34
1.2 Radioterapia	36
2. Indicadores de exposición a radiaciones ionizantes.....	37

3. Acciones correctivas y procedimientos de trabajo estandarizados.	39
V. Análisis de la situación actual	41
1. Servicio de Medicina Nuclear	41
1.1. Generalidades de los procedimientos de gestión de los desechos radiactivos en los Hospitales Calderón Guardia, San Juan de Dios y México.....	41
1.2. Manual de manejo de desechos radiactivos de los servicios de Medicina Nuclear	41
1.3. Grado de cumplimiento de la gestión de los desechos en los servicios estudiados con respecto a la normativa nacional e internacional	43
1.4. Indicadores de exposición del personal vinculado a la gestión de los desechos radiactivos en los Hospitales Calderón Guardia, San Juan de Dios y México.....	49
2.1. Cambio de fuentes de Cobalto 60 e Iridio 192.....	59
2.2. Bodega de Almacenamiento (Repositorio) del Hospital México.....	61
3. Conclusiones	63
4. Recomendaciones.....	64
VI. Alternativa de Solución	
Programa de Gestión de Desechos Radioactivos para los Servicios de Medicina Nuclear de la CCSS	65
VII. Bibliografía	149
VIII. Apéndices.....	155
Apéndice 1. Encuestas Higiénicas	155
Apéndice 2. Entrevistas.....	164
Apéndice 3. Listas de verificación	168
Apéndice 4. Cuestionarios.....	177
Apéndice 5. Glosario.....	186
Apéndice 6. Diagrama de flujo de la gestión de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital México	188
Apéndice 7. Diagrama de flujo de la gestión de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios.....	190

Apéndice 8. Diagrama de flujo de la gestión de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón	191
Apéndice 9. Diagrama de Campo de fuerzas para el servicio de Medicina Nuclear del Hospital México	192
Apéndice 10. Diagrama de Campo de fuerzas para el servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios.....	193
Apéndice 11. Diagrama de Campo de fuerzas para el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia.....	194
Apéndice 12. Hoja de trabajo del estudio APPCC para la gestión de los desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México.....	195
Apéndice 13. Hoja de trabajo del estudio APPCC para la gestión de desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia.....	196
Apéndice 14. Hoja de trabajo del estudio APPCC para la gestión de desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan	197
Apéndice 15. Prácticas realizadas en las fases de segregación y acondicionamiento según el puesto	198
Apéndice 16. Prácticas realizadas en las fases de recolección y transporte interno según el puesto	199
Apéndice 17. Prácticas realizadas en la fase del almacenamiento 1 según el puesto	200
Apéndice 18. Prácticas realizadas en la fase de recolección para disposición final según el puesto	201
Apéndice 19. Prácticas realizadas en la fase de almacenamiento 2 según el puesto	202
Apéndice 20. Zonas del servicio del Hospital México vinculadas a la gestión de los desechos radiactivos.....	203
Apéndice 21. Zonas del servicio del Calderón Guardia vinculadas a la gestión de los desechos radiactivos.....	204
Apéndice 22. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de los radiofarmaceutas de los servicios de MN de los Hospitales México y Calderón Guardia	205

Apéndice 23. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de los técnicos de los servicios de MN de los Hospitales México y Calderón Guardia	206
Apéndice 24. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de los imagenólogos y técnico del Hospital San Juan de Dios	207
Apéndice 25. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de RPR de los servicios de MN de los Hospitales México, San Juan de Dios y Calderón Guardia	208
IX. Anexos	209
Anexo 1. Política de Seguridad Radiología Institucional de la Caja Costarricense de Seguro Social	209
Anexo 2. Árbol de decisiones para identificar los PCC	211
Anexo 3. Materiales almacenados en la bodega de desechos radiactivos del servicio de Radioterapia del Hospital México	212

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Operacionalización de la variable “procedimientos para realizar la gestión de los desechos radiactivos”.....	31
Cuadro 2. Operacionalización de la variable “indicadores de exposición radiaciones ionizantes”.....	32
Cuadro 3. Operacionalización de la variable “acciones correctivas y procedimientos de trabajo estandarizados”.....	33
Cuadro 4. Herramienta 5W-2H.....	34
Cuadro 5. Factores Condicionantes de exposición a radiaciones ionizantes.....	38
Cuadro 6. Secciones de los Manuales de Desechos Radiactivos según el servicio.....	42
Cuadro 7. Requisitos solicitados por el Ministerio de Salud.....	42
Cuadro 8. Análisis FODA de la gestión de los desechos radiactivos.....	58
Cuadro 9. Estrategias propuestas a partir de la interrelación de las variables internas y externas del análisis FODA.....	54
Cuadro 10. Análisis FODA del Procedimiento de cambio de las fuentes.....	60
Cuadro 11. Análisis de la bodega de desechos radiactivos presente en el Hospital México.....	62

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema del Sistema de Seguridad Radiológica de la CCSS	16
Figura 2. Gráfico Radar de cumplimiento de la gestión respecto a la normativa	44
Figura 3. Gráfico Radar de cumplimiento de la gestión respecto a la normativa	47
Figura 4. Escala para ilustrar los indicadores de exposición personal en el personal de los servicios de Medicina Nuclear de la CCSS.....	49
Figura 5. Escala para ilustrar el indicador distancia del áreas de trabajo a los desechos radiactivos de los de los radiofarmaceutas.....	50
Figura 6. Indicadores de exposición de los radiofarmaceutas de los hospitales Calderón Guardia y México.....	51
Figura 7. Indicadores de exposición de OPR de los hospitales San Juan de Dios, Calderón Guardia y México.....	52
Figura 8. Indicadores de exposición de los técnicos de los hospitales Calderón Guardia y México.....	53
Figura 9. Indicadores de exposición de los imagenólogos del Hospital San Juan de Dios..	54
Figura 10. Gráfico de la percepción de la Gestión por parte del personal	56
Figura 11. Diagrama de interrelaciones. Factores condicionantes de la exposición a radiación ionizante presentes en los desechos.....	57

Abreviaturas

CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social

DCCPR: Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica

DR: Desechos radiactivos

IAEA: International Atomic Energy Agency

MS: Ministerio de Salud

OIEA: Organización Internacional de Energía Atómica

PGDR: Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

OPR: Oficial de Protección Radiológica

Resumen

Este proyecto fue desarrollado para el Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica en los servicios de Medicina Nuclear y Radioterapia de los Hospitales Calderón Guardia, San Juan de Dios y México de la CCSS. El objetivo del proyecto es valorar, cualitativamente, el riesgo de exposición a radiación ionizante en el personal que realiza el manejo de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear y el recambio de las fuentes radiactivas en el servicio de Radioterapia.

Se determinó que los servicios de Medicina Nuclear de los Hospitales México y San Juan de Dios, cuentan con los implementos y espacios físicos necesarios para llevar a cabo un adecuado manejo de los desechos radiactivos. Por el contrario, el servicio del Calderón Guardia posee limitaciones de espacio e implementos para realizarlo.

La importancia que se le atribuye a la gestión de los desechos radiactivos y a los procedimientos para realizarla, varían según el servicio. Esto se evidencia en las diferencias de estructura, contenidos y actualización de los manuales de manejo de desechos.

La frecuencia y duración de las tareas realizadas, la distancia a la fuente, protecciones personales, blindajes del desecho, y capacitación, son los principales indicadores de exposición personal a radiación ionizante. Por las labores que realiza el radiofarmaceuta, éste es el miembro del personal con mayor riesgo de exposición.

La propuesta de solución consiste en el diseño de un Programa de Gestión de desechos radiactivos que proporcione procedimientos de trabajo estandarizados basados en los estándares de seguridad del OIEA y la normativa nacional existente. Éste incluye requisitos de seguridad, protección radiológica, además de un sistema de evaluación y control de los resultados que garantice la mejora continua de la Gestión.

El análisis del servicio de Radioterapia se limitó a la obtención de indicadores de exposición durante el cambio de las fuentes de Cobalto-60 y al repositorio de desechos radiactivos del Hospital México. Durante el cambio, únicamente, el físico médico y el Oficial de Protección Radiológica permanecen en el servicio, pero no se encuentran directamente expuestos ya que el proceso es llevado a cabo por una empresa proveedora externa al servicio.

I. Introducción

A. Identificación de la Organización

La Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) en su página electrónica se presenta como la institución autónoma a la cual le corresponde el gobierno y la administración de los seguros sociales.

Antecedentes históricos

La CCSS fue creada en el año de 1941, fundamentada en los principios filosóficos de universalidad, solidaridad, unidad, igualdad, obligatoriedad y equidad para todo aquel ciudadano que se afilie a su sistema.

El nacimiento del Seguro Social fue un proceso complejo, ya que no existía infraestructura adecuada para poder brindar los servicios que se requerían. El 22 de octubre de 1943 se reformó la Ley de Creación de la Caja, constituyéndose en una Institución Autónoma del Estado encargada de atender a la población trabajadora mediante un sistema de recaudación tripartito conformado por Estado, Patronos y Trabajadores.

El 12 de mayo de 1961 se da uno de los mayores logros de la CCSS: la universalización de los seguros sociales, mediante Ley No. 2738. En 1976, por medio de la Ley No. 5349, se traspasaron los hospitales a la CCSS. Este proceso tardó tres años y medio hasta convertirse en un sistema de salud conformado por 29 centros hospitalarios, entre ellos: Hospital San Juan de Dios, (declarado Institución Benemérita), Hospital de Puntarenas, y los Hospitales de Cartago, Liberia, Heredia, México y Centro Nacional de Rehabilitación (CCSS, 2006).

Su visión y misión son los siguientes:

Visión

Ser una institución articulada, líder en la prestación de los servicios integrales de salud, de pensiones y prestaciones sociales en respuesta a los problemas y necesidades de la población, con servicios oportunos y de calidad, y en armonía con el ambiente humano.

Misión

Proporcionar los servicios de salud en forma integral al individuo, la familia y la comunidad, y otorgar la protección económica, social y de pensiones, conforme la legislación vigente, a la población costarricense, mediante:

- El respeto a las personas y a los principios filosóficos de la seguridad social: Universalidad, Solidaridad, Unidad, Igualdad, Obligatoriedad y Equidad.
- El fomento de los principios éticos, la mística, el compromiso y la excelencia en el trabajo en los funcionarios de la Institución.
- La orientación de los servicios a la satisfacción de los clientes.
- La capacitación continua y la motivación de los funcionarios.
- La gestión innovadora, con apertura al cambio, para lograr mayor eficiencia y calidad en la prestación de servicios.
- El aseguramiento de la sostenibilidad financiera, mediante un sistema efectivo de recaudación.
- La promoción de la investigación y el desarrollo de las ciencias de la salud y de la gestión administrativa (CCSS, 2006).

Departamento Control de Calidad y Protección Radiológica

El Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica es la unidad técnica institucional fundamentada en el concepto de procesos de aseguramiento de la calidad, responsable de garantizar el funcionamiento del Sistema de Seguridad Radiológica, para proteger al trabajador ocupacionalmente expuesto, a los pacientes, al público en general y al ambiente de daños por exposición a radiaciones ionizantes. Es una dependencia directa de la Gerencia de División de Operaciones. Se rige bajo la Política de Seguridad Radiología Institucional de la CCSS (consultar anexo 1).

Es responsable, además, de formular las propuestas de actualización y la modificación de la política institucional, del reglamento específico y de las normas generales en materia de seguridad radiológica: así como de evaluar el cumplimiento del marco regulador en esta área. Esta unidad fue creada con base en el Acuerdo Segundo del Artículo 17, de la Sesión N° 7378 del 14 de octubre de 1999 de la Junta Directiva Institucional (CCSS, 2002).

A continuación se presenta el esquema del Sistema de Seguridad Radiológica de la CCSS.

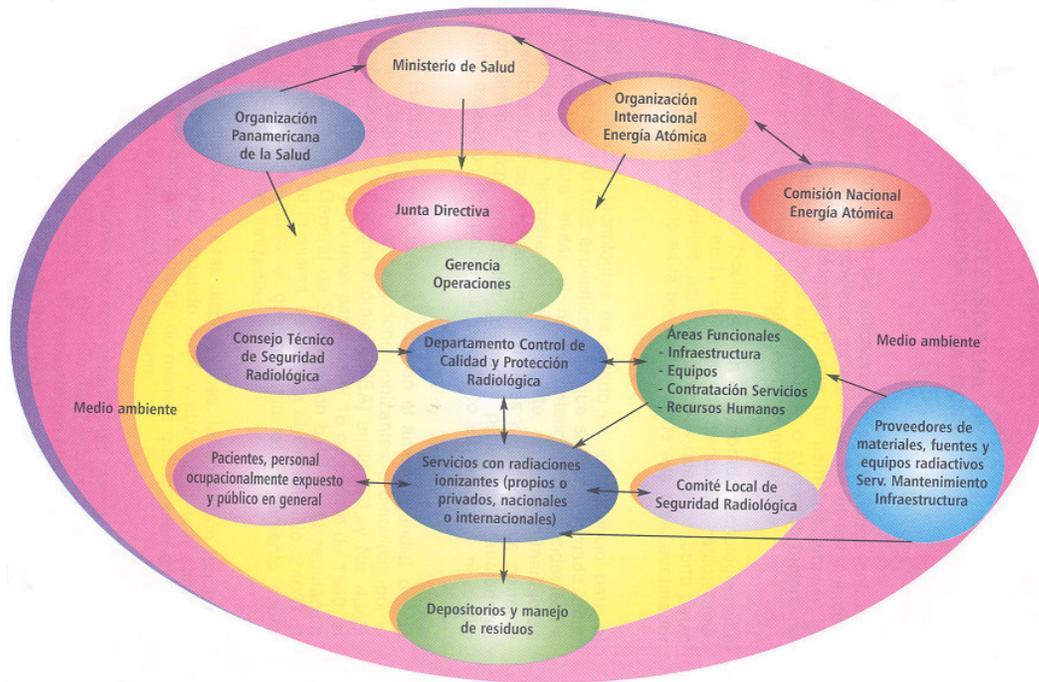


Figura 1. Esquema del Sistema de Seguridad Radiológica de la CCSS
Fuente: Reglamento del Sistema de Seguridad Radiológica

El estudio se realizó en los tres hospitales generales de Costa Rica: Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, Hospital México y Hospital San Juan de Dios. Los tres hospitales cuentan con Servicios de Medicina Nuclear, sin embargo, el Servicio de Radioterapia sólo se brinda en el Hospital San Juan de Dios y en el Hospital México, considérese la siguiente información:

a. Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia

Fue fundado el 1 de noviembre de 1943. Actualmente, brinda consulta externa de 44 especialidades médicas, al año, atiende a más de 400.000 personas. Dentro del servicio de Medicina Nuclear, seis personas ofrecen atención a los pacientes. (Ramírez, 2007)^{*1}

^{*1} Ramírez, Graciela. “Medicina Nuclear”. San José, 2007. (Comunicación personal)

b. Hospital México

Actualmente, en el servicio de Medicina Nuclear de este hospital laboran diez personas (Umaña, 2007)^{*2}, y en Radioterapia treinta y cuatro (Céspedes, 2007)^{*3}. Este hospital cuenta con autorización del Ministerio de Salud para utilizar dos fuentes de Cobalto-60 y una fuente de Iridio-192 en el servicio de Radioterapia, las cuales son devueltas al país de origen al finalizar su vida útil. Este centro hospitalario mantiene 218 fuentes de Radio-226, 35 fuentes de Cesio-137 y una fuente no identificada, almacenadas, temporalmente como desechos radiactivos (Ministerio de Salud, 2006).

c. Hospital San Juan de Dios

Fue fundado en 1845, por lo que posee más de 160 años de funcionar en el país. Es una institución líder en la atención de la salud, benemérita de la patria, y catalogado como Hospital Nacional General del tercer nivel de atención (González y Cabezas, 2006).

El servicio de Medicina Nuclear cuenta con aproximadamente trece personas para atender a los pacientes (Vargas, 2007)^{*4} y Radioterapia con diecisiete (López, 2007)^{*5}. Este hospital posee la autorización de utilizar, en el servicio de Radioterapia, una fuente de Cobalto-60 que será devuelta al país de origen al finalizar su vida útil. Una segunda fuente de Cobalto-60 se encuentra almacenada, temporalmente, como fuente en desuso hasta determinar su disposición final (Ministerio de Salud, 2006).

Los servicios de Medicina Nuclear de los Hospitales Calderón Guardia, San Juan de Dios y México tienen las autorizaciones de funcionamiento vigentes para utilizar material radiactivo en seres humanos tanto para el diagnóstico como para la terapia de enfermedades. En dichas autorizaciones se establece una cantidad máxima de material radiactivo que pueden utilizar semanal, quincenal, o mensualmente. Sin embargo, la importación del mismo y su distribución en los tratamientos, es un factor interno de la institución. (Ministerio de Salud, 2006).

^{*2} Umaña, Marco. "Medicina Nuclear". San José, 2007.
(Comunicación personal)

^{*3} Céspedes, Erica. "Radioterapia". San José, 2007.
(Comunicación personal)

^{*4} Vargas, Marlon. "Medicina Nuclear". San José, 2007.
(Comunicación Personal)

^{*5} López, Aurea. "Radioterapia". San José, 2007.
(Comunicación personal)

B. Descripción del problema

A nivel nacional no se cuenta con una normativa específica relacionada con la gestión de los desechos radiactivos en los centros de salud. Cada servicio de Radioterapia y Medicina Nuclear de la CCSS, por solicitud del Ministerio de Salud y del DCCPR, debe elaborar, de manera independiente, un manual de procedimientos para el manejo de este tipo de desechos; se diseñan según el juicio profesional del encargado y se fundamentan en el Reglamento de Protección contra Radiaciones Ionizantes y el Reglamento del Sistema de Seguridad Radiológica, los cuales no abarcan, en profundidad, el manejo de los desechos radiactivos hospitalarios.

Por lo tanto el estudio pretende dar a conocer:

1. ¿Cuáles son los indicadores de la exposición personal a la radiación ionizante durante los procedimientos actuales de la gestión de los desechos radiactivos?
2. ¿Cuáles son las principales debilidades y los controles en los procedimientos de manejo de desechos radiactivos?
3. ¿Qué alternativas de mejoramiento se pueden implementar en los hospitales para garantizar que se cumplan las normativas internacionales en el manejo de los desechos radiactivos?

C. Justificación

El avance en la tecnología médica ha permitido que los servicios de Medicina Nuclear y Radioterapia sean trascendentales en los centros de salud para el tratamiento y diagnóstico de enfermedades. La implementación de estos servicios conlleva repercusiones significativas, como lo es la generación de nuevos tipos de desechos (Díaz, et al., 2003).

La exposición a cualquier tipo de radiación ionizante, aunque genere dosis de exposición por debajo del límite permisible de 20 mSv por año para la totalidad del organismo, produce dosis acumulativas en el organismo que son asociadas con el desarrollo de efectos estocásticos. Por esto, el riesgo de que se presenten efectos adversos en la salud de los trabajadores y pacientes siempre estará presente. Solamente se puede disminuir su probabilidad de ocurrencia realizando prácticas seguras durante el manejo de los desechos (*1).

En la mayoría de los Servicios de Medicina Nuclear, la frecuencia de adquisición de Yodo 131 es según lo requieran para los tratamientos y exámenes a realizar, y cada semana adquieren, como mínimo, un generador Molibdeno-Tecnecio y dos presentaciones de Galio 67. La utilización diaria de dichos radionucleidos durante la preparación y aplicación de dosis conlleva a la producción de desechos de baja actividad dado que cualquier material que tenga contacto directo o se contamine con algún radionucleido debe ser gestionado como desecho radiactivo (IAEA, 2005). Esto repercute en el nivel de exposición a la radiación ionizante del personal ya que ellos son los encargados de su gestión.

El tipo y volumen de desechos varía de acuerdo al número de tratamientos y exámenes realizados a los pacientes. En el caso de los tratamientos de diagnóstico con Yodo 131, el desecho generado implica desde el frasco contenedor del radionucleido, hasta la jeringas para preparación de dosis, papel toalla, y los vasos para la administración a los pacientes. Dado las extensas áreas de tracción de los hospitales en estudio la cantidad de pacientes atendidos es numerosa, tal el caso del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital

*1 Lourdes Salvador. "Radiaciones Ionizante en la CCSS". San José Departamento Control de Calidad y Protección Radiológica, 2006.
(Comunicación personal)

San Juan de Dios se atiende, aproximadamente, 700 pacientes por mes. Al ser el hospital con mayor cantidad de pacientes atendidos, implica que es al hospital con mayor cantidad de desecho radiactivo generado.

Las dosis de exposición a radiación ionizante pueden aumentar si los procedimientos de manejo de los desechos no son diseñados bajo los principios básicos de seguridad y protección radiológica que son: justificación de la práctica, limitación de dosis y optimización de la protección por medio del cumplimiento de los fundamentos de distancia, tiempo y blindaje. Por ejemplo un frasco sin blindaje con 10ml de Tecnecio 99m y con una actividad de 10GBq, posee una tasa de dosis de 560mGy/h la cual, puede disminuir a 1mGy/h al colocarle un blindaje de 2mm de plomo (OIEA, 2003).

Registros del Organismo Internacional de Energía Atómica, en adelante OIEA, demuestran que las malas prácticas de trabajo en cuanto a seguridad y protección radiológica pueden resultar en accidentes. Tales son los casos de Goiania, Brasil (OIEA, 1989), San Salvador (IAEO, PAHO, WHO, 1990), México, Algeria, Marruecos, y Belarús (WHO, 2003), que han generado exposición a radiación: del personal, de terceras personas y del medio ambiente, lo que implica pérdidas económicas considerables, severos problemas en la salud e inclusive la muerte.

En el Hospital México existen problemas con el almacenamiento de fuentes en desuso. Éste posee un repositorio con fuentes radiactivas en su mayoría de Radio 226 con uso prohibido por la legislación nacional en el Reglamento de Protección contra Radiaciones Ionizantes por su largo periodo de decaimiento (*2). A esto se debe agregar que debido a la falta de inventarios y registros se calcula un promedio de ciento tres a ciento trece fuentes en desuso y existen altas posibilidades de encontrar dentro del repositorio desechos radiactivos no identificados. Del mismo modo, el Hospital San Juan de Dios posee problemas con el almacenamiento de una fuente de Cobalto 60, que provocó un grave accidente radiológico en 1996 por falta de organización, seguridad y control de los procedimientos. En el cual, se administró a 115 pacientes, por un error de calibración, una

*2 Fredys Santos. “Radiaciones Ionizante en la CCSS”. San José Departamento Control de Calidad y Protección Radiológica, 2006.
(Comunicación personal)

sobredosisación del 50 al 73%. Desde entonces, dicha fuente, se ha convertido en desecho hospitalario de gran importancia, ya que en el país no existe un área o un repositorio para este tipo de desecho radiactivo (OIEA, 1999).

Dado que no se cuenta con una normativa específica para los desechos radiactivos en centros de salud, el Departamento de Protección Radiológica de la CCSS desea establecer una normativa institucional con procedimientos estandarizados para la gestión, que garanticen la protección de las personas atendidas, de los trabajadores y el ambiente, y así disminuir los efectos de las radiaciones ionizantes emitidas por estos desechos.

Contar con un programa de gestión de los desechos radiactivos en los servicios de Radioterapia y Medicina Nuclear será un excelente punto de partida para fundamentar la normativa. Al realizar la evaluación en los tres hospitales nacionales más importantes del país, se pretende no sólo evidenciar la problemática actual en cuanto al manejo en estos lugares, sino brindar lineamientos y alternativas de mejora para que luego se puedan generalizar y adaptar para todos los centros de salud del país que cuenten con estos servicios o desean instaurarlos en un futuro.

Una buena gestión de los desechos junto con una vigilancia periódica de los trabajadores expuestos y su ambiente de trabajo garantiza que no se superen los límites de exposición impuestos por organismos internacionales. De esta forma, se podrían obtener sólo consecuencias positivas de la utilización de estas nuevas tecnologías (Balek, 1994).

D. Objetivos

Objetivos generales

- Valorar, cualitativamente, el riesgo de exposición a radiación ionizante en el personal que realiza las labores de segregación, acondicionamiento, transporte interno, almacenamiento temporal, recolección para la disposición final de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia de la CCSS.
- Proponer un Programa de Gestión de los Desechos Radiactivos para los Servicios de Medicina Nuclear, basado en los estándares de seguridad del OIEA y la normativa nacional.

Objetivos específicos

- Valorar los procedimientos que se llevan a cabo para la gestión de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia.
- Determinar los indicadores de exposición a radiación ionizante asociados al manejo de desechos radiactivos y al cambio de fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia.
- Determinar acciones correctivas y procedimientos de trabajo estandarizados para las actuales operaciones de segregación, acondicionamiento, transporte interno, almacenamiento temporal, recolección para la disposición final de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia.

E. Alcances y Limitaciones

Alcances

- Al realizar el estudio en los tres hospitales que cuentan con los Servicios de Medicina Nuclear y Radioterapia de la CCSS se abarcó la mayor parte de la problemática de los desechos radiactivos que debe manejar el DCCPR. En este sentido, los procedimientos que se diseñen serán amplios en los contenidos que cubran y así se podrán generalizarse para cualquier Hospital de la CCSS que en un futuro implemente estos servicios.
- La valoración de los procedimientos actuales de la Gestión de los desechos radiactivos junto con el Programa de Gestión propuesto serán bases concretas para fundamentar la normativa institucional que el DCCPR desea implementar en un futuro cercano.
- El Programa de Gestión propuesto abarca el manejo de los desechos radiactivos generados de la preparación y aplicación de dosis en los servicios de Medicina Nuclear.

Limitaciones

- En el servicio de Medicina Nuclear del San Juan de Dios no se logró obtener el manual de procedimientos de manejo de desechos radiactivos ni se tuvo acceso a las áreas de preparación de radiofármacos por lo que, el análisis se basó en la información recopilada en las encuestas higiénicas y entrevistas realizadas al Oficial de Protección Radiológica (OPR).
- El estudio no contempla la información de los cuestionarios de la OPR del servicio del Hospital México, y de ciertos imagenólogos y radiofarmaceuta del servicio del Hospital San Juan de Dios.
- Dado la frecuencia con la que se realiza el cambio de fuentes de Cobalto 60 e Iridio 192, no fue posible observar la realización de este procedimiento por lo que el proyecto considera a partir de un enfoque descriptivo.
- Dado que no se obtuvo la información necesaria de la empresa proveedora encargada del cambio de la fuente en el Servicio de Radioterapia, no se propuso la alternativa de solución para este procedimiento.
- Dentro del estudio, no se consideró la fuente de Cobalto 60 localizada en el Servicio de Radioterapia del Hospital San Juan de Dios pues el trámite de su gestión se encuentra en proceso por parte del DCCPR.

II. Marco Teórico

El OIEA define desechos radiactivos como cualquier material que contenga o haya sido contaminado con algún radionucleido en pequeña o gran, cantidad o concentración (1993). Estos desechos poseen la propiedad de emitir radiaciones ionizantes durante los procesos de decaimiento espontáneo a niveles más estables de energía, ya sean por átomos radiactivos, isótopos o radionucleidos (OIEA, 1992). Estas radiaciones pueden ser: partículas alfa, que consisten en dos protones y dos neutrones, con capacidad limitada de penetración en la materia, pero mucha intensidad energética; partículas beta, que son electrones o positrones procedentes de la transformación en el núcleo, más penetrantes aunque menos intensas; radiación gamma, que es radiación electromagnética del extremo más energético del espectro, por tanto muy penetrante; y neutrones, que al no poseer carga eléctrica también son muy penetrantes.

Las radiaciones ionizantes, al interaccionar con el organismo, provocan diferentes alteraciones en el mismo debido a la ionización provocada en los elementos constitutivos de sus células y tejidos. Esta acción puede ser directa, produciéndose en la propia molécula irradiada, o indirecta si es producida por radicales libres generados que extienden la acción a otras moléculas. Lo que sucede normalmente es una mezcla de ambos procesos. El daño producido por las radiaciones ionizantes puede tener un carácter somático (daños en el propio individuo), o bien un carácter genético (efectos en las generaciones posteriores) (Gallego, Eduardo).

Fuentes de generación de desechos en Medicina Nuclear y Radioterapia

En la publicación *Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities*, el OIEA menciona que el desecho radiactivo hospitalario proviene del diagnóstico y tratamiento de pacientes en los servicios de Medicina Nuclear. Los servicios de Radioterapia utilizan, principalmente, fuentes selladas para el tratamiento del cáncer. El material radiactivo de estas fuentes se encuentra, en forma permanente, sellado en una cápsula o en un dispositivo de protección sólido. Cuando su actividad decae a un nivel no útil para la aplicación clínica, se convierten en fuentes en desuso (2003).

Por otra parte, el servicio de Medicina Nuclear utiliza fuentes radiactivas no selladas; conocidas como abiertas, ya que por su forma física, pueden dispersarse en el medio ambiente. Su estructura de contención no asegura la no dispersión. (Ministerio de Salud, 1994). Este servicio genera la mayor cantidad y variedad de desecho radiactivo (Salvador, 2006^{*1}). Se consideran residuos de este servicio: aquellos instrumentos contaminados, papel, toallas, guantes plásticos, jeringas, tubos contenedores, equipo de vidrio, líquidos de limpieza y excretas de pacientes a los cuales se les administró material radiactivo (AIEA, 2005).

Características de los desechos radiactivos

Los desechos radiactivos pueden clasificarse por su estado físico en sólidos, líquidos y gaseosos; o por su nivel de actividad en larga, intermedia y baja. Los desechos radiactivos de intermedia y baja actividad se clasifican a su vez, en desechos de corta o larga vida (IAEA, 1994). Cabe destacar que los radionucleidos utilizados en el servicio de Medicina Nuclear son de baja actividad, por lo que en tiempos cortos decaen a niveles aceptables para ser tratados como desecho convencional (Santos, 2006^{*2}). Por otra parte, los desechos del servicio de Radioterapia; las fuentes selladas decaídas, necesitan de largos periodos de tiempo para poder darles ese tipo de tratamiento. Estas fuentes poseen un alto potencial de riesgo radiológico, por lo que deben ser segregadas y recolectadas de manera aislada. No deben removerse de su carcasa protectora ni someterse a compactación, triturado o incineración (IAEA, 1998 b).

Para entender el decaimiento de un radionucleido, considérese el concepto de periodo de semidesintegración, conocido en los Servicios como vida media. Este concepto corresponde al tiempo requerido para que la actividad del radionucleido disminuya, por una combinación de procesos biológicos y decaimiento de la radiactividad, a la mitad de su valor inicial (IAEA, 1993). El periodo de semidesintegración es utilizado como un factor de

(^{*1}) Lourdes Salvador. “Radiaciones Ionizantes en la CCSS”. San José. Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica, 2006. (Comunicación personal)

(^{*2}) Fredys Santos. “Radiaciones Ionizantes en la CCSS”. San José. Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica, 2006. (Comunicación personal)

seguridad para el cálculo del tiempo del almacenamiento temporal de cada desecho, y se logra obtener mediante la ecuación de decaimiento de la actividad de los radionucleidos (IAEA, 1998 b). Los periodos de semidesintegración son propios de cada radionucleido. Por esto, existen grandes diferencias entre cada uno, por ejemplo el cobalto 60 tiene un periodo de semidesintegración de 5.27 años, mientras que el Yodo131, 8.1 días y el Tecnesio 99 tan sólo 6.0 horas.

Medidas de seguridad para el manejo de estos desechos

El OIEA menciona que en las instalaciones donde se generan pocos desechos radiactivos como en los hospitales, es posible que el personal posea conocimiento limitado sobre las medidas de seguridad necesarias para su manejo. La cultura de seguridad entre los miembros del personal no estará, necesariamente, enfocada a la gestión de estos desechos, ya sea por el conocimiento limitado y/o por el poco énfasis que le ha otorgado la organización encargada del control de las operaciones (2005).

La exposición a los desechos peligrosos involucra, en primer término, al personal que los manipula, personal que de no contar con suficiente capacitación y preparación, o de carecer de facilidades e instalaciones apropiadas para el manejo y tratamiento de los desechos, así como de herramientas de trabajo y de elementos de protección personal adecuados, puede verse sobreexposto (Ministerio de Salud del Perú).

En la publicación del OIEA, *Management of small quantities of radioactive waste* se estipulan las consideraciones generales de seguridad para llevar a cabo la gestión de los desechos radiactivos:

“La exposición a radiación ionizante debe ser tan baja como razonablemente sea posible; la manipulación de materiales radiactivos debe llevarse a cabo en áreas controladas con adecuada ventilación; las áreas controladas radiológicas deben contar con superficies fáciles para descontaminar; el equipo de protección personal debe ser utilizado de manera correcta; cada trabajador expuesto debe tener un nivel apropiado en su dosimetría y contar con historial dosimétrico. Las fuentes radiactivas selladas deben contar con protección y blindajes necesarios con el fin de minimizar la exposición; se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación del personal y el equipo, innecesarias dispersiones de material radiactivo, e inhalaciones del material radiactivo por parte del personal; por último, se debe documentar y establecer procedimientos de trabajo claros.” (1998 b)

Gestión de los desechos radiactivos

Para llevar a cabo una adecuada gestión de los desechos radiactivos es de suma importancia que la autoridad competente planteé una estrategia de gestión donde se defina la forma en que se dará el manejo. Por el tipo de desecho que se genera en el Servicio de Medicina Nuclear se le debe dar una gestión local (IAEA, 1998 b). Por otra parte, en el servicio de Radioterapia, el proveedor de las fuentes radiactivas selladas, es el responsable de retirar de la instalación y del país las fuentes cuando se consideran desechos, dado que Costa Rica no posee los tratamientos adecuados para este tipo de desecho (Ministerio de Salud, 2006).

Durante la gestión local se debe garantizar la minimización de desechos, y una realización correcta de las etapas de segregación, acondicionamiento, transporte y almacenamiento. La organización debe asegurar que la actividad y el volumen del desecho sean mantenidos al mínimo. Además, cada vez que sea posible, utilizar los radionucleidos con periodos de semidesintegración más cortos, ya que no sólo se disminuye la cantidad de desecho generado, sino que se simplifica el manejo de éstos, lo cual es esencial para reducir volúmenes generados, impacto ambiental y costos (IAEA, 1998 b).

Los desechos se deben caracterizar y clasificar para un manejo eficiente y rentable. Antes de realizar cualquier actividad que involucre desechos radiactivos se debe determinar la actividad de los radionucleidos que contiene, mediante la toma de mediciones con instrumentos debidamente calibrados, sus características físicas y químicas, además de sus riesgos asociados (OIEA, 1998 b). El encargado de los desechos debe verificar las características del desecho por rutina o por muestras al azar (IAEA, 2005).

Los desechos líquidos deben ser recolectados en contenedores de polietileno de alta densidad, ya que es muy resistente y su volumen puede ser reducido fácilmente si se convierte en desecho. En caso de ser un residuo sólido, éste debe ser recolectado en contenedores con bolsas plásticas resistentes de 0.5mm de espesor con cierre o sean sellados con cinta adhesiva. De ser necesario, luego se deben transferir a un contenedor de mayor tamaño. Los desechos punzo cortantes deben ser recolectados aparte y almacenados en contenedores rígidos, resistentes y preferiblemente de metal (OIEA, 1998 b). Los contenedores de los radionucleidos utilizados ingresan al servicio debidamente empacados

con materiales que les proporciona blindaje, por lo que en el momento de desecharlos se deben acondicionar nuevamente con estos blindajes.

Los desechos gaseosos generados en el servicio de Medicina Nuclear contienen radionucleidos con vidas medias cortas, por lo que la dilución en el aire luego de dispersarse en la atmósfera, muchas veces es suficiente para mantener la exposición a niveles aceptables. El OIEA estipula que el aire con partículas contaminadas de radionucleidos deben ser limpiadas por un filtro antes de liberarse a la atmósfera, el cual debe ser tratado como desecho radiactivo sólido hasta cumplir con su periodo de decaimiento (OIEA, 1998 b).

Se debe minimizar al máximo la manipulación y el transporte del material hasta el área de almacenamiento, por lo que se deben seguir rutas sencillas y cortas, velando por la menor exposición del personal y público en general (IAEA, 2005). Una vez que el desecho se encuentra almacenado, éste debe ser inspeccionado de manera regular, al menos una vez por semana, para garantizar que se encuentran intactos y dentro del lugar de almacenamiento (IAEA, 1998 b). Cabe destacar que cumplido el plazo establecido para su almacenamiento temporal se debe volver a realizar la medición del nivel de actividad. Además, se deben retirar las etiquetas que evidencien la presencia de radiactividad, de los contenedores. Y segregarse en basura convencional, plomo reutilizable y desechos infectocontagiosos y proceder según corresponda (Naranjo, 2006^{*3}).

Medidas para la identificación del desecho

En todas las etapas que involucren manejo, segregación, tratamiento, acondicionamiento, empaque, almacenamiento, transporte y disposición final se requiere de documentación detallada de los procedimientos y registros. Además, la información del desecho debe ser guardada en una tarjeta, en una hoja de información o en una hoja electrónica (IAEA, 1998 b). Cada bulto de desecho debe tener una etiqueta duradera que incluya el número de identificación, el cual debe estar en una bitácora. Ésta debe ser guardada con seguridad, pero de manera accesible y por largo tiempo (IAEA, 2005).

(^{*3}) Naranjo, Henry. "Manejo de Desechos Radiactivos". San José. Servicio de Medicina Nuclear Hospital Cima San José, 2006.
(Comunicación Personal)

Del mismo modo los contenedores utilizados durante la gestión deben encontrarse rotulados. Los desechos pueden utilizar un código de color, pero éste debe estar documentado (IAEA, 1998 b). Además, el Ministerio de Salud exige que toda zona controlada o supervisada se encuentre demarcada y señalizada con el símbolo estandarizado de presencia de radiación (1994).

Programa de Gestión de desechos radiactivos

La Gestión de los desechos debe contemplarse en un programa que incluya: la estructura del manejo de los desechos, responsables y sus obligaciones, capacitación y entrenamiento del encargado y los trabajadores, medidas de control, estándares de funcionamiento, requisitos de cumplimiento obligatorio, procedimientos de trabajo, control del diseño de las instalaciones, logro de las actividades propuestas y un control de la documentación, reportes y registros por medio de auditorias, mantenimiento, pruebas y acciones correctivas (IAEA, 2005).

III. Metodología

A. Tipo de estudio

La investigación es cualicuantitativa, la cual en su fase de diagnóstico se caracteriza por ser de tipo descriptivo, ya que pretende conocer la actual gestión de los desechos radiactivos en los Hospitales Rafael Ángel Calderón Guardia, San Juan de Dios y México, así como los indicadores de exposición personal asociados a este proceso.

En la fase de diseño, el estudio que se presenta es explicativo, debido a que se establece el entorno que causa los indicadores de exposición. Su análisis permitió el planteamiento de acciones correctivas y procedimientos seguros para la gestión de desechos radiactivos.

B. Fuentes de información

1. Fuentes primarias:

Las publicaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica que presentan lineamientos, normativa, investigaciones e información importante relacionada con el manejo de desechos radiactivos. Además de la normativa nacional e institucional de la CCSS, así como entrevistas a expertos en el Departamento de Protección Radiológica de la CCSS y en la Sección de Control de Radiaciones Ionizantes del Ministerio de Salud.

2. Fuentes secundarias

Estudios del manejo y la gestión de los desechos en centros hospitalarios, reglamentaciones y programas de gestión de desechos radiactivos a nivel internacional.

C. Variables

Objetivo. Valorar los procedimientos que se llevan a cabo para la gestión de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia.

Cuadro 1. Operacionalización de la variable “procedimientos para realizar la gestión de los desechos radiactivos”.

Variable	Concepto	Indicador	Instrumento
Procedimientos para la gestión de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes decaídas	Acciones realizadas por el personal del hospital para llevar a cabo la segregación, acondicionamiento y transporte interno, almacenamiento temporal, y recolección para la disposición final de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes decaídas	Grado de cumplimiento respecto a la normativa	*Encuesta higiénica (Consultar Apéndice 1) *Entrevistas abiertas (Consultar Apéndice 2) *Listas de verificación (Consultar Apéndice 3) Observación no participante

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Objetivo. Determinar los indicadores de exposición a radiación ionizante asociados al manejo de desechos radiactivos y al cambio de fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia.

Cuadro 2. Operacionalización de la variable “indicadores de exposición radiaciones ionizantes”.

Variable	Concepto	Indicador	Instrumento
Indicadores de exposición	Variable de exposición personal con probabilidad de influir en la dosis de radiación ionizante recibida por los trabajadores que llevan a cabo el manejo de los desechos.	Zona de riesgo de exposición Tareas con riesgo de exposición Percepción y nivel de conocimiento	Croquis de las áreas del manejo *Cuestionarios (Consultar apéndice 4)

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Objetivo. Determinar acciones correctivas y procedimientos de trabajo estandarizados para las actuales operaciones de segregación, acondicionamiento, transporte interno, almacenamiento temporal, recolección para la disposición final de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes radiactivas decaídas en los Hospitales San Juan de Dios, México y Calderón Guardia.

Cuadro 3. Operacionalización de la variable “acciones correctivas y procedimientos de trabajo estandarizados”.

Variable	Concepto	Indicador	Instrumento
Acciones correctivas y procedimientos de trabajo	Medidas técnicas, actividades y procedimientos estandarizados que implantan los servicios para alcanzar condiciones seguras durante la gestión de los desechos radiactivos y el cambio de las fuentes radiactivas decaídas	Puntos críticos de control Medidas de control Límites de control Medidas correctoras	*Metodología APPCC Estándares de Seguridad del OIEA INTE 31-09-09-00

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

*Nota. Estos instrumentos fueron probados los días 12 y 15 de enero, 2007 en el Hospital CIMA San José. Con la colaboración del Oficial de Protección Radiológica, Sr. Henry Naranjo Chaves.

IV. Plan de análisis

1. Procedimientos para realizar la gestión de los desechos radiactivos en los Servicios de Medicina Nuclear y cambio de fuentes radiactivas decaídas en los Servicios de Radioterapia

1.1 Servicio de Medicina Nuclear

Para llevar a cabo la evaluación de los procedimientos fue necesario realizar, inicialmente, una identificación. Por medio de una encuesta higiénica (consultar apéndice 1) se detalló las condiciones propias de cada servicio. Además de preguntas generales, esta encuesta incluyó la herramienta de recolección de datos: 5W-2H. Esta consiste en realizarle preguntas básicas al proceso de la Gestión de los desechos radiactivos para conocer a profundidad sus características. La herramienta se ilustra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Herramienta 5W-2H

Preguntas primarias	Preguntas secundarias
¿Cuál es el propósito?	¿Por qué es necesario?
¿Dónde se realiza?	¿Por qué se realiza ahí?
¿Cuándo se realiza?	¿Por qué se hace en este momento?
¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace esta persona?
¿Cómo se hace?	¿Por qué lo realiza de esta manera?

Fuente: Campos y Navarro, 1999

Para obtener información específica relacionada con los procedimientos en el manejo, se realizaron entrevistas a profundidad al Oficial de Protección Radiológica (OPR) de cada servicio (consultar apéndice 2). Con la finalidad de constatar la información obtenida con las encuestas higiénicas y las entrevistas, se realizó una observación no participativa, específicamente, en las áreas donde se realiza el manejo de los desechos. Sin embargo, esta técnica se pudo realizar a cabalidad, únicamente, en los servicios de los Hospitales México y Calderón Guardia, dado que en el servicio del San Juan de Dios sólo se permitió un recorrido supervisado por las áreas.

Posteriormente, se le solicitó a cada servicio, el manual de procedimientos del manejo de desechos radiactivos, no obstante, sólo se tuvo acceso, por autorización de la jefatura del servicio, a los del Hospital México y el Hospital Calderón Guardia. Estos procedimientos fueron valorados mediante un análisis comparativo de contenido y estructura en que se basan.

Al aplicar las listas de verificación, basadas en lo estipulado en el Reglamento de Protección contra Radiaciones Ionizantes, el Reglamento del Sistema de Seguridad Radiológica de la CCSS y lineamientos específicos del OIEA (consultar apéndice 3), se evaluó el grado de cumplimiento de la gestión real que se lleva a cabo. Con la información obtenida se confeccionó un gráfico radar donde se ilustra y compara este grado de cumplimiento entre los servicios. Por último, se identificaron fortalezas y debilidades de cada etapa del manejo de los desechos y de la gestión en general de cada servicio, mediante la elaboración de diagramas de campos de fuerzas (consultar apéndices 9, 10 y 11).

Luego, se procedió a analizar el manejo realizado con la metodología APPCC. Para lo cual, se elaboraron diagramas de flujo de los procedimientos del manejo en la actualidad. Seguidamente, se realizó un análisis de los peligros presentes, en este caso de estudio, el peligro es la radiación ionizante. En esta sección se delimitó que el riesgo que se desea controlar es la probabilidad de desarrollo de efectos estocásticos provocados por la exposición a este agente en el personal del servicio, pacientes y público en general.

Posteriormente, se identificaron las fases que implican mayor contacto con los desechos por medio del estudio de los diagramas de flujo. Además, se valoraron las posibles medidas de control que se pueden realizar.

El siguiente paso fue realizar el análisis e identificación de los puntos críticos de control (PCC) (consultar anexo 2). Los cuales constituyen fases del procedimiento donde la seguridad y protección radiológica durante el manejo de los desechos radiactivos, se pueden controlar lo más eficientemente posible. Una vez identificados, se establecieron los límites para cada uno de ellos; en función de las condiciones establecidas por la normativa del OIEA y la legislación nacional. Así mismo, se plantearon las medidas correctivas que debe adoptar cada servicio en caso de no cumplirse lo propuesto en un límite para garantizar su control.

Dado que esta metodología permitió identificar las deficiencias en los procedimientos y sus posibles controles, también ayudó en el planteamiento de acciones correctivas y de mejora para los servicios, que fueron las bases necesarias para los procedimientos de trabajo estandarizados propuestos en el Programa.

Nota: El diagrama de flujo, y el campo de fuerzas confeccionados para el procedimiento de manejo de desechos radiactivos en el servicio del Hospital San Juan de Dios se basaron en la información obtenida por medio de las encuestas higiénicas, las entrevistas al OPR y la observación no participativa que se realizó. Dicha información establece que el encargado de realizar la totalidad del manejo es el OPR. Sin embargo, al aplicar los cuestionarios al personal del servicio vinculado con alguna etapa del manejo, ciertos imagenólogos expresaron que ellos, también, lo llevan acabo. Debido a esto, esta información fue contemplada solamente dentro del análisis de los indicadores de exposición. No fue posible constatar dicha inconsistencia dado la devolución tardía de los cuestionarios por parte del servicio.

Por último, se confeccionó un análisis FODA con la finalidad de contemplar la totalidad de la información recopilada y establecer el entorno interno e externo de los procedimientos de gestión de los desechos radiactivos de los servicios estudiados.

1.2 Radioterapia

De igual forma que en Medicina Nuclear, para recopilar la información del procedimiento del cambio de las fuentes de Cobalto 60 e Iridio 192, se aplicaron encuestas higiénicas, listas de verificación y entrevistas estructuradas al Servicio de Radioterapia (consultar apéndices 1, 2, 3). Posteriormente, se conoció la perspectiva y conocimiento del riesgo de exposición a radiación ionizante por parte del Físico Médico principal y OPR de cada servicio. El análisis de la información obtenida se llevó a cabo por medio de la confección de un FODA que fusiona la información del proceso del cambio de ambos Servicios de Radioterapia y otro FODA exclusivo para la bodega de almacenamiento de desechos que se encuentra en el Hospital México. Este análisis permitió determinar los indicadores de exposición del personal vinculado durante el cambio.

2. Indicadores de exposición a radiaciones ionizantes.

Medicina Nuclear

Dado que para cada puesto (OPR, radiofarmaceuta, técnicos e imagenólogos) las prácticas en el manejo son diferentes, se definieron en qué consisten las labores de segregación, acondicionamiento, transporte interno, almacenamiento y recolección para disposición final para cada uno de ellos. Consecuentemente, se confeccionaron croquis de los servicios del Hospital Calderón Guardia y México donde se identificaron y numeraron las zonas vinculadas a cada una de las fases del manejo de los desechos radiactivos. El croquis del Servicio del San Juan de Dios no fue posible diseñarlo, ya que no se logró obtener una visualización del Servicio completo. Esto debido a que su área es mucho mayor en comparación a los otros Servicios visitados y sólo se tuvo acceso a ciertas secciones específicas de las instalaciones.

Para obtener la perspectiva de los trabajadores vinculados con la gestión de los desechos radiactivos, se les solicitó que llenaran un cuestionario (consultar apéndice 4) con el fin de conocer sus prácticas de trabajo y su duración al realizarlas, datos personales y laborales, además de su perspectiva y conocimiento del riesgo de exposición. En el cuestionario para el personal de los Servicios del Hospital México y el Calderón Guardia se incluyó un croquis de su área de trabajo donde localizaron las zonas donde consideran existen factores que influyen en su exposición a radiación presente en los desechos. Al personal del Servicio del San Juan de Dios se le solicitó lo mismo, pero no se les presentó el croquis.

En el cuadro 5 se muestra un listado de aquellos factores condicionantes de exposición, obtenidos mediante una revisión documental, de los cuales se pueden derivar indicadores de exposición teóricos a radiaciones ionizantes durante el manejo de esos desechos (Espinosa, et al, 2005). Para determinar los indicadores de exposición específicos del personal estudiado, se confeccionó un cuadro por puesto de trabajo. En el cual, se colocaron en forma vertical los factores condicionantes principales (tiempo, frecuencia, distancia, protecciones y blindajes) y en forma horizontal las prácticas laborales de cada fase del manejo (consultar apéndices 23, 24, 25 y 26). Dentro de los factores

condicionantes las prácticas que realizan y el puesto que desempeñan son, por si solos, indicadores de exposición personal.

Cuadro 5. Factores Condicionantes de exposición a radiaciones ionizantes

<i>Clase de factor Condicionante</i>	<i>Factor Condicionante</i>
Ocupación	-Técnicos e imagenólogos -Radiofarmaceuta -Médico
Tarea, puesto	Tareas del manejo que realiza
Duración de las tareas	Duración en cada una de las etapas del manejo
Frecuencia de las tareas	Frecuencia de la realización de las etapas del manejo
Período	Tiempo de laborar en el servicio
Tipos de radionucleidos	Uso de Yodo, Tecnecio, Galio, entre otros.
Distancias de las fuentes	-Distancia entre los contenedores de los desechos y el personal. -Distancia entre el repositorio y los lugares de trabajo
Protección personal	-Dispositivos utilizados -Medidas y prácticas realizadas por parte del personal involucrado.
Blindajes utilizados	-Blindaje para cada fuente -Blindaje del repositorio

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Los cuadros se complementaron con la información de cada trabajador, según lo obtenido en el cuestionario, la información recopilada de las encuestas higiénicas, entrevistas y observaciones no participativas, además de los factores condicionantes obtenidos en la literatura. De esta manera, se contó con tres puntos de vista de la realidad:

literatura, investigadoras y trabajadores, lo que permitió la triangulación de la información. El factor condicionante del grado de conocimiento se analizó individualmente.

Para cada factor condicionante se confeccionó una escala proporcional al riesgo de exposición a radiación que presenta cada fase del manejo según lo realizado por el personal o las condiciones en que se realizan (observar figuras 3 y 4). Para cada puesto de trabajo se elaboró un diagrama específico de sus indicadores, con el fin de resumir e ilustrar la información contenida en los cuadros (observar figuras 5, 6, 7, y 8).

Por último, para valorar la influencia de los factores condicionantes entre ellos mismos, se elaboró un diagrama de interrelaciones que vincula la información analizada de los tres hospitales.

3. Acciones correctivas y procedimientos de trabajo estandarizados.

La metodología APPCC propone establecer un sistema o plan que permita controlar la calidad y seguridad de un producto. En el caso de este estudio, por medio de un Programa de Gestión de Desechos Radiactivos hospitalarios, se pretende controlar y verificar la seguridad y protección radiológica en todas las fases del manejo de desechos radiactivos.

El desarrollo de la metodología APPCC fue un instrumento útil en el planteamiento de acciones correctivas para cada servicio y procedimientos generalizables para el desarrollo del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos. Del mismo modo, se consideraron las fortalezas determinadas en los Servicios, para ser adaptadas a los otros servicios.

La metodología APPCC, además, propone diseñar un sistema de vigilancia para cada punto crítico de control, por tanto es fundamental establecer cómo se llevará a cabo la vigilancia, quién es el responsable de la misma, cuándo y con qué frecuencia se realizará y dónde y cómo quedarán los registros de los datos obtenidos con la misma. Esto se designó según lo estipulado en los lineamientos del OIEA y Legislación Nacional, adecuándolo a las situaciones reales encontradas en los servicios.

Se utilizaron, principalmente, los lineamientos del OIEA dado que es el organismo con mayor relevancia y experiencia en cuanto a la protección radiológica a nivel mundial, y

más aún que Costa Rica es un país miembro. Estos lineamientos son base para el diseño de procedimientos estandarizados para la gestión de los desechos radiactivos, contemplados en el Programa.

Dentro del programa, se establecieron las responsabilidades específicas para los involucrados en la gestión, tanto el personal de los servicios como los miembros del DCCPR.

Las posibles medidas de control propuestas en el estudio APPCC de cada servicio fueron desarrolladas a profundidad para elaborar estrategias personalizadas. Esto, con el fin de facilitar la adaptación del Programa de Gestión diseñado a las situaciones específicas de cada Hospital con departamentos de Medicina Nuclear.

V. Análisis de la situación actual

1. Servicio de Medicina Nuclear

1.1. Generalidades de los procedimientos de manejo de los desechos radiactivos en los Hospitales Calderón Guardia, San Juan de Dios y México

Una vez recopilada la información de los procedimientos de manejo de los desechos radiactivos en cada Servicio, se procedió a confeccionar los diagramas de flujo de dichos procedimientos (consultar apéndices 6, 7 y 8). Éstos evidenciaron que se pretende realizar el manejo de los desechos, de manera tal, que tanto los trabajadores, pacientes como público en general se expongan el mínimo a la radiación ionizante emitida por los desechos, sin embargo, por condiciones de infraestructura, recursos, cantidad de desechos generados, y situaciones características de cada servicio, la gestión se lleva a cabo de forma muy específica y diferente en cada uno de ellos.

Los desechos generados provienen, principalmente, de eliminar materiales utilizados en la etapa de preparación y aplicación de dosis de radiofármacos, y del descarte de los contenedores originales de Yodo 131 y Galio 67 y generador Molibdeno-Tecnecio.

El Servicio del San Juan de Dios genera mayor cantidad de desechos en comparación con los otros servicios de Medicina Nuclear. Esto, principalmente por la variedad y número de equipos que posee, lo que le permite realizar un mayor número de exámenes a pacientes. En los tres Servicios, la cantidad y clase de desechos varía diariamente, ya que su generación depende en forma directa de los tipos de estudios o tratamientos que se realicen.

1.2. Manual de manejo de desechos radiactivos de los Servicios de Medicina Nuclear

El Ministerio de Salud solicita a cada Servicio de Medicina Nuclear contar con un manual de procedimientos de trabajo donde se incluya uno específico para el manejo de los desechos radiactivos. En el cuadro 6 se muestra la estructura de los manuales que poseen actualmente los Servicios del Calderón Guardia y México. Se puede observar como el enfoque y estructura de cada manual es propio de la experiencia y conocimiento de quien lo diseñó.

Cuadro 6. Secciones de los Manuales de Desechos Radiactivos según el Servicio

Calderón Guardia	México
1. Listado de radiofármacos actualmente en uso	1. Ubicación de los desechos dentro del servicio
2. Adquisición y recepción Almacenamiento	2. Clasificación del material radiactivo
3. Utilización	3. Radionucleidos utilizados
4. Recinto de almacenaje de desechos	4. Listado de los residuos según radionucleido
5. Verificación de Control	5. Procedimientos para descartar radionucleidos de vida corta
	6. Disposición de desechos de vida larga

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

En el siguiente cuadro se resume la forma en que son abarcados los requisitos solicitados por el Ministerio de salud en dichos manuales.

Cuadro 7. Requisitos solicitados por el Ministerio de Salud

Requisitos	Calderón	México
Ubicación del recinto donde se almacenan los desechos	Contiene un apartado titulado "Recinto de almacenaje de desechos" sin embargo en este sólo se muestra teoría acerca la gestión de los DR y no se incluyen las características de los pozos de decaimiento ni de la bodega. Es en el apartado, "Verificación de Control", donde se describen las características físicas de la bodega de almacenamiento final.	El primer apartado es "Ubicación de los DR". Por medio de un croquis se especifica la ubicación de la bodega de los DR además se describen los contenedores que posee pero no se detalla otras características físicas del lugar o de los contenedores.
Descripción del proceso de recolección, segregación, identificación, almacenamiento y disposición final	Dentro del apartado de "Recepción y adquisición", en la sección de almacenamiento se describe, en forma general, el manejo de los desechos según el radionucleido que contengan. En el siguiente apartado "Utilización" se describe las consideraciones que se deberán tomar en cuenta para realizar el movimiento de material radiactivo y las personas autorizadas para llevarlo a cabo.	Se establecen dos procedimientos uno para el descarte de radionucleidos de vida larga y otro para los de vida corta. En los procedimientos se detallan los contenedores que utilizan y sus localizaciones dentro del servicio, además se incluye la manera de proceder según a actividad del radionucleido, especificaciones de la rotulación, responsables. También se contempla la frecuencia para realizar las inspecciones de las tasas de dosis para llevar a cabo la recolección final.
Descripción del cálculo de posible fecha de liberación	Según Vida Media	Según Vida Media

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Lo anterior muestra que el manual del Calderón Guardia abarca los temas de una forma superficial y no cuenta con una secuencia lineal en sus contenidos, por otra parte, en el del México se contemplan los temas de manera específica en cuanto al manejo de cada tipo de desecho según la clasificación de vida corta o larga del radionucleido.

Ambos hospitales mencionan los radionucleidos utilizados en el Servicio, la localización de éstos al convertirse en desecho y sus periodos de decaimiento. Sin embargo, en el documento del Servicio del Calderón se excluyen aspectos importantes como lo son: el manejo que se le debe dar a los objetos contaminados como guantes, vasos y papel absorbente y el procedimiento de registro y etiquetado de los desechos. Y en el manual del México no se contempla el manejo de los Generadores cuando se consideran desechos.

Los manuales no contemplan procedimientos que garanticen la calidad durante la gestión de los desechos (herramientas de verificación, evaluación de resultados, entre otros). Únicamente, en el manual del Servicio del Calderón se incluye un apartado de “Verificación y Control” donde se menciona que se seguirá un programa de verificaciones periódicas de la correcta gestión de los desechos sin embargo, no se especifica como aplicarlo, ni quien será el responsable. Ambos documentos no se encuentran actualizados, por lo que existen diferencias entre el manejo realizado y lo estipulado en los manuales.

1.3. Grado de cumplimiento de la gestión de los desechos en los servicios estudiados con respecto a la normativa nacional e internacional

a. Evaluaciones realizadas por el Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud evalúa anualmente cada servicio de Medicina Nuclear. Para esto, cuentan con un Formulario de Inspección basado en los lineamientos del OIEA. Este contempla la forma de registrar los desechos, los basureros colocados en el cuarto caliente y las condiciones que debe cumplir la bodega de desechos radiactivos.

Los resultados obtenidos se ponderan por medio de una tabla de exigencias y se obtiene una puntuación para cada aspecto evaluado. En caso de detectar deficiencias, se les informa a los Servicios los plazos para su corrección, los cuales oscilan entre cumplimiento inmediato y tres meses. Este ente cumple la función de fiscalizador, por lo que no asesora a los Servicios en la solución de sus problemas.

b. Evaluación Realizada

Mediante un gráfico radar (observar figura 2) se ilustra el grado de cumplimiento de cada Servicio respecto a la normativa, se obtuvo que el Hospital México es el que presenta mayor grado de cumplimiento, le prosigue el San Juan de Dios y por último el Calderón.

Esta evaluación destaca los puntos fuertes de la gestión pero con un enfoque exclusivo hacia lo presente en la normativa, por lo que las prácticas de trabajo, factores organizacionales y factores intrínsecos de cada servicio no son contemplados en su totalidad. Por esto, en los apéndices 9, 10, 11 se presentan diagramas de campos de fuerza para cada servicio donde se detallan los aspectos específicos que afectan la calificación obtenida por medio del gráfico radar y además, identifican las actividades o condiciones que favorecen o dificultan el que se realice una gestión segura de los desechos radiactivos.

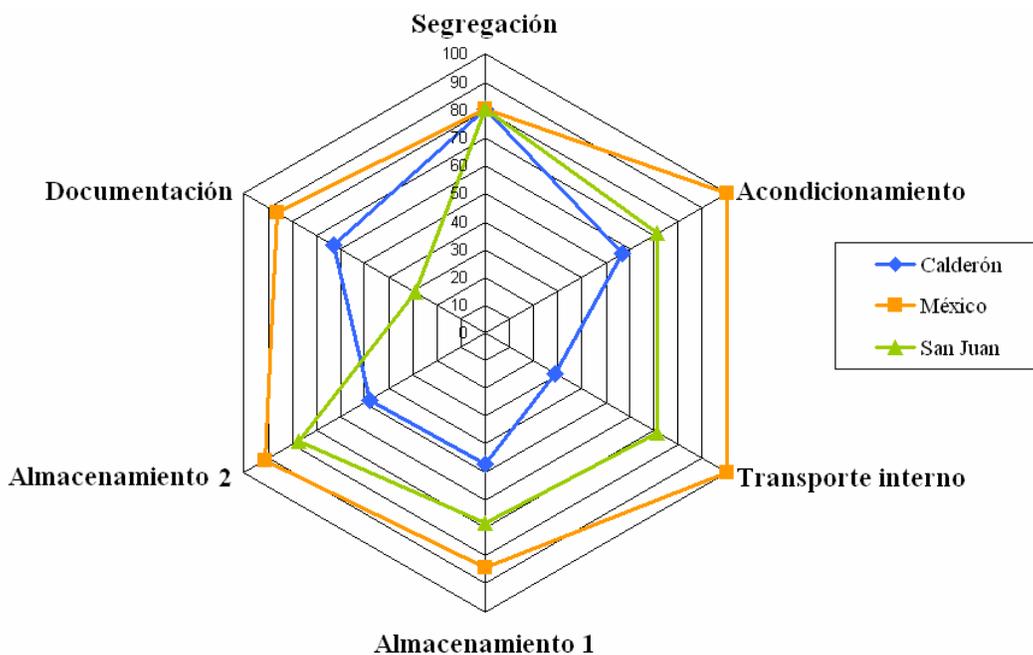


Figura 2. Gráfico Radar de cumplimiento de la gestión de los desechos radiactivos respecto a la normativa

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Un punto peculiar es que los tres Hospitales coinciden en un 80% de cumplimiento en la fase de segregación, a pesar de contar con diferente infraestructura e implementos, lo

que demuestra el interés del personal de los servicios en adecuar su trabajo a los principios de seguridad y protección radiológica.

Las principales actividades y condiciones favorables para el manejo de los desechos se obtuvieron para las fases de segregación y acondicionamiento en los tres servicios. El Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México y el del San Juan de Dios se destacan por el orden en el desarrollo de estas etapas. Para cada tipo de desecho se cuenta con el recipiente o bolsa definida para colocarlo, de igual forma poseen tanto blindajes específicos como zonas blindadas para mantenerlos hasta que se realice su recolección.

Por otra parte, en el servicio del Hospital Calderón Guardia no se cuenta con la cantidad de recipientes específicos y zonas blindadas para ubicar los desechos en estas fases de segregación y acondicionamiento. Debido a esto, la radiofarmaceuta adecua otros espacios blindados; asignados para labores de radiofarmacia, para mantener los desechos con mayor nivel actividad y evitar una posible sobre exposición a éstos antes de colocarlos en los pozos de decaimiento. Con lo anterior se justifican los altos porcentajes alcanzados en las etapas de segregación y acondicionamiento en el gráfico radar.

Posterior a la aplicación o preparación de las dosis, los imagenólogos y radiofarmaceutas del servicio del San Juan de Dios deben separar la aguja de la jeringa. El realizar esta separación genera un aumento en la exposición a radiación por el contacto directo que requiere. Por lo tanto, esta actividad fue considerada como una fuerza restringente clave en la fase de segregación de este servicio. Cabe destacar que, posterior a la separación, las jeringas son colocadas zonas blindadas específicas en cada área de aplicación de dosis y las agujas en recipientes según las especificaciones de desechos punzocortantes-infectocontagiosos.

El Servicio del San Juan de Dios presenta deficiencias en su documentación. Los once puntos evaluados para esta fase se consideraron de carácter de cumplimiento significativo, y de estos sólo cumplió dos de ellos. Por lo que se le otorgó un 29% de cumplimiento. En este servicio no se mide la actividad ni se lleva un registro de los materiales contaminados desechados (viales, jeringas, guantes, agujas, filtros, entre otros) que se almacenan en las piletas del cuarto de desechos, ni mucho menos son etiquetados. Esto representa una fuerza restringente importante, para una adecuada gestión ya que limita el control de los desechos ubicados en el primer almacenamiento. Únicamente se lleva una bitácora de los

Generadores y contenedores de Galio 67 y Yodo 131 que se trasladan a la bodega de almacenamiento final, y en ésta sólo se incluye información del tipo de radionucleido y la identificación con el año. Para registrar los Generadores se adhiere la etiqueta a la bitácora y se anota la fecha de calibración, de expiración y el lote.

De forma contraria, el Servicio del Hospital México obtuvo un alto porcentaje de cumplimiento en la documentación. Su sistema de registro representa una fuerza impulsora ya que cuentan con bitácoras donde anotan la tasa de dosis medida de los recipientes con materiales contaminados, la identificación, fecha de descarte, la posible fecha de salida y la firma de quien realizó la recolección. Estas bitácoras son específicas para Galio 67 y Tecnecio 99 y otra para Yodo 131. A los Generadores no se les mide la actividad ya que se conoce que ésta es muy alta, dado que cuentan con una columna de molibdeno en proceso de decaimiento. A las bolsas y los baldes de materiales contaminados se les coloca una etiqueta con la identificación, radionucleido que contienen, fecha de descarte y firma. Los Generadores y contenedores de Yodo 131 y Galio 67 no se etiquetan ya que poseen la etiqueta original con toda la información necesaria.

El servicio del Hospital Calderón Guardia obtuvo un 60% de cumplimiento en documentación. En este servicio cuentan con dos bitácoras totalmente independientes. Una de ellas la utiliza la radiofarmaceuta donde anota los desechos generados durante las labores de radiofarmacia. En ésta, se registra la fecha de descarte, el número de bulto, el bote, el nivel de actividad y descripción del contenido. La otra bitácora es utilizada por la OPR y contiene información de lo que se encuentra almacenado en la bodega de disposición final. En ella se detalla el número de identificación, la fecha de ingreso, el radionucleido, una descripción y la fecha de posible liberación. No se lleva un registro ni se etiquetan los otros materiales contaminados almacenados en los pozos. El tener dos bitácoras refleja tanto una fuerza impulsora, contar con registros de gran cantidad de los materiales que se tienen almacenados, como una fuerza restringente, el proceso de gestión no se realiza de manera integral, ya que los procedimientos que lleva a cabo la radiofarmaceuta son independientes a los que realiza la OPR.

En cuanto al transporte interno el Hospital México alcanzó el 100% de cumplimiento. Dado que la bodega se encuentra a la par del cuarto caliente y el pasillo que los conecta es cerrado, la ruta no involucra tener contacto con personas y a cualquier hora del día se

puede efectuar el traslado. El Hospital Calderón Guardia obtuvo un 29% de cumplimiento total lo cual representa una de las mayores deficiencias de este servicio. De los siete aspectos evaluados, cinco son de carácter de cumplimiento significativo. En el siguiente gráfico se ilustra la cantidad de aspectos que cumple y los que no el servicio del Calderón según la clasificación de significativos y no significativos. En gráfico se evidencia, claramente, el incumplimiento de este servicio en ambas categorías.

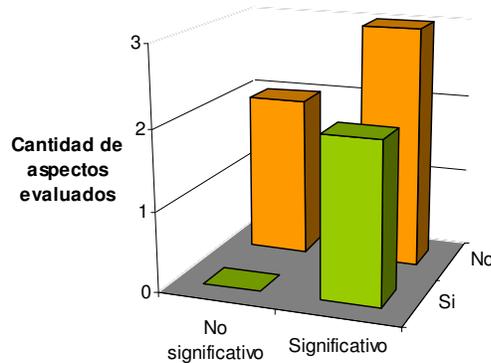


Figura 3. Cumplimiento del transporte interno en el Servicio del Hospital Calderón Guardia
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

En el Servicio del Calderón Guardia y en el del San Juan de Dios, a diferencia del México, cuentan con la bodega de almacenamiento final en otra sección del hospital. Para el Servicio del Calderón, esto representa una fuerza restringente ya que la ruta establecida para llevar los desechos del servicio a la bodega es sumamente larga e implica tener que recorrer áreas internas y externas del hospital. El recorrido se realiza sólo cuando algún miembro del personal de aseo puede ayudar a cargar la carretilla para transportar los Generadores y los blindajes de Yodo 131 y Galio 67 por lo que no se consideran las horas de menor tránsito de personas para realizar el traslado. En el servicio del San Juan la ruta, aunque es extensa, no involucra mucho tránsito de personas y regularmente se lleva a cabo en horas de la tarde cuando el flujo de personas es aún menor, por lo que no se consideró como una fuerza restringente considerable.

Los porcentajes de cumplimiento obtenidos por los tres Servicios en cuanto a las fases de almacenamiento fueron variables sin embargo, se mantuvo la relación de que el México obtuvo el mejor porcentaje seguido por el San Juan y por último el del Calderón Guardia. Para esta fase es de suma importancia contar con una bodega de almacenamiento

inmediato de desechos, debidamente acondicionada, ubicada fuera del cuarto caliente. Esta condición se presenta en los Servicios de los Hospitales México y San Juan de Dios, lo que les permite aislar el peligro que representa la radiación ionizante emitida por los desechos en sus procesos de decaimiento de los puestos de trabajo. En el servicio del Hospital Calderón Guardia existen pozos de decaimiento ubicados dentro del cuarto caliente. Esta característica, junto a la falta de blindajes en las tapas de los pozos, las estrechas dimensiones de éstos y del cuarto caliente en general, repercuten negativamente en el grado de exposición durante la totalidad del manejo de los desechos en este Servicio, por lo que esta es su principal fuerza restringente.

En la bodega de almacenamiento del Servicio del Hospital México se encuentra colocado un resumen del procedimiento para llevar a cabo el almacenamiento de los desechos. Con esto, el personal puede corroborar la forma correcta de llevarlo a cabo y evacuar alguna duda que se le pueda presentar. Además, cuentan con cuadros de los tiempos de decaimiento según diversas tasas de dosis colocados en puntos estratégicos del cuarto caliente y bodega. Con esta información ya calculada, el asignar la posible fecha de descarte final, según la medición de la tasa de dosis, es sumamente sencillo y permite que el registro en la bitácora sea una actividad rápida y fácil. Estas particularidades, que no se solicitan en ninguna normativa, favorecen la agilización y calidad de la gestión por lo que sería un punto clave generalizable a los otros servicios.

Uno de los principios de protección radiológica para realizar el manejo de los desechos consiste en involucrar a la menor cantidad de personas. En el Reglamento del Sistema de Protección Radiológica de la CCSS se establece que es responsabilidad del OPR llevarlo a cabo. Con la finalidad de no favorecer un aumento de la exposición colectiva, se considera preferible que sólo una persona realice el manejo de los desechos, pero contando con todas las condiciones de seguridad y protección radiológica para que no se dé un aumento en su límite de dosis. Debido a lo anterior, se consideró como una fuerza restringente por parte del Servicio del Hospital México que cualquier miembro del personal pueda realizar el manejo de los desechos. En el servicio del Hospital San Juan de Dios, el OPR y su correspondiente suplente son los encargados de llevarlo a cabo. De igual forma en el servicio del Hospital Calderón, la OPR es la encargada inmediata, sin embargo por las

condiciones de infraestructura muy limitada, la radiofarmaceuta ejecuta gran parte del manejo para agilizar el proceso.

1.4. Indicadores de exposición del personal vinculado al manejo de los desechos radiactivos en los Hospitales Calderón Guardia, San Juan de Dios y México.

Por medio de las herramientas de recolección de información se logró determinar las actividades que realiza el personal del Servicio en los tres hospitales de estudio vinculadas al manejo de desechos radiactivos. En los apéndices 15, 16, 17, 18, 19 se detallan las prácticas específicas que realizan los radiofarmaceutas, técnicos, imagenólogos y OPR por hospital.

En los apéndices 22, 23, 24 y 25 se muestran los indicadores de exposición personal, aquellos específicos de cada trabajador según las labores del manejo de los desechos que realiza. Con el fin de ilustrar los indicadores de exposición a radiación ionizante presentes según la labor realizada, se confeccionó la siguiente escala:

Factor Condicionante	Exposición a Radiación Ionizante				
	0 a 5	5 a 15	15 a 30	30 a 1 hora	más 1 hora
Tiempo (min)	0 a 5	5 a 15	15 a 30	30 a 1 hora	más 1 hora
Frecuencia	otro	cada 15 días	1 a 3 veces por semana	Más de 3 veces por semana	Todos los días
Distancia			Brazo extendido	Agarre normal/ codo inclinado	Contacto Directo
Protecciones	Técnicas de rapidez, distancia, guantes, gabacha	Distancia, guantes, gabacha	Técnicas de rapidez, guantes, gabacha	Guantes y gabacha	Sólo gabacha o uniforme
Protecciones para transporte y almacenamiento final	carretilla	Distancia, guantes, gabacha	Técnicas de rapidez, guantes, gabacha	Guantes y gabacha	Sólo gabacha o uniforme
Blindaje para: *Segregación y acondicionamiento *Recolección y transporte *Almacenamiento temporal	No requiere blindaje	Cada desecho posee blindaje	Mayoría de desechos con blindaje, pero algunos sin blindaje	Gran parte de los desechos no poseen blindaje	Desechos no poseen blindaje
Blindaje Recolección final	No requiere blindaje	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Figura 4. Escala para ilustrar los indicadores de exposición personal en el personal de los servicios de Medicina Nuclear de la CCSS

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Debido a que las labores de los radiofarmaceutas implican contacto directo con las fuentes radiactivas y se realizan dentro del cuarto de preparación de radiofármacos, conocido como cuarto caliente, fue posible generalizar cualitativamente la distancia del área de trabajo a los desechos radiactivos durante la segregación (consultar figura 5, escala

radiofarmaceuta). Esto no fue posible para el resto del personal, ya que no todos sus puestos de trabajo se encuentran cercanos o en las áreas de segregación.

Radiofarmaceuta	Exposición a Radiación Ionizante				
Factor Condicionante					
Distancia puesto de trabajo	-	Desechos segregados fuera del área de trabajo y área de almacenamiento fuera del cuarto caliente	Desechos segregados en áreas de trabajo pero área de almacenamiento fuera del cuarto caliente	Desechos segregados en áreas de trabajo y área de almacenamiento dentro del cuarto caliente pero en otra sección	Desechos segregados en áreas de trabajo y área de almacenamiento dentro del cuarto caliente

Figura 5. Escala para ilustrar el indicador distancia del áreas de trabajo a los desechos radiactivos de los de los radiofarmaceutas.

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Estas escalas encasillan las actividades realizadas en factores condicionantes de exposición, ya sea: ocupación, duración de la tarea, frecuencia de realización, distancias según agarre del paquete y protecciones por utilizar, de manera que sean proporcionales al riesgo de exposición a la radiación ionizante que representan, y así obtener indicadores de exposición personal.

En la figura 6 se muestra una representación gráfica de los indicadores de la exposición de los radiofarmaceutas de los hospitales Calderón Guardia y México. No se contempla a los radiofarmaceutas del servicio del San Juan de Dios ya que no fue posible obtener datos específicos de las labores que realizan o información por medio de cuestionarios. Sin embargo, por lo obtenido con la metodología APPCC, se puede destacar que la práctica que favorece la exposición ocupacional a radiación ionizante por los desechos radiactivos de ese hospital, es el separar las agujas de las jeringas luego de aplicar las dosis a los pacientes. Aunque es un procedimiento rápido, éste es rutinario e implica contacto directo con los materiales contaminados.

Por medio de la figura 6 se muestra como los radiofarmaceutas en las etapas de segregación, acondicionamiento y recolección se encuentran a una distancia escasa o nula del desecho ya que implica manipulación directa de éste. Del mismo modo, se puede observar una frecuencia de uno a tres veces por semana, hasta todos los días, por lo que esta situación se presenta de manera continua pues ellos son los encargados de preparar los radiofármacos para el tratamiento o diagnóstico de los pacientes atendidos en el servicio.

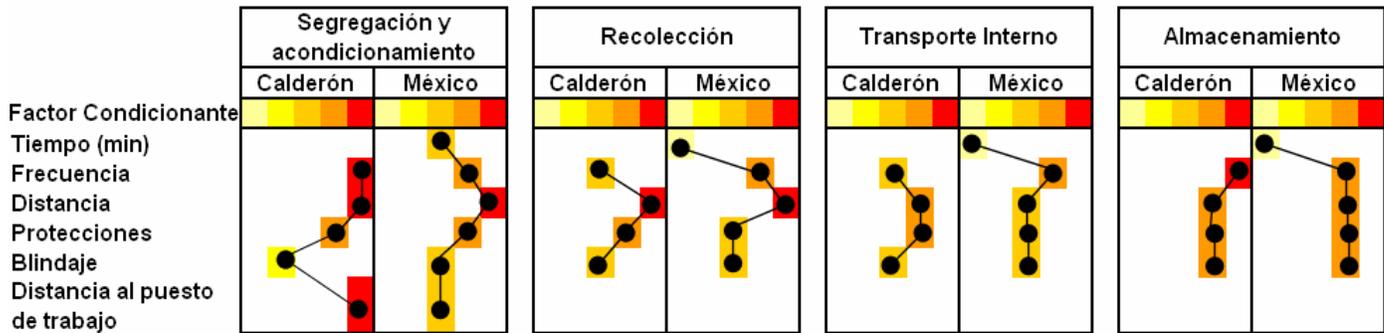


Figura 6. Indicadores de exposición de los radiofarmaceutas de los hospitales Calderón Guardia y México.

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

En el Hospital Calderón Guardia los indicadores de distancia y protecciones del radiofarmaceuta presentan mayor riesgo que en el servicio del Hospital México por las características físicas del área de trabajo durante la preparación de los radiofármacos. En el Hospital Calderón Guardia, el cuarto caliente es pequeño y el área de almacenamiento de desechos se encuentra dentro de él, contrario al servicio del Hospital México que posee una bodega específica para almacenar los desechos fuera del cuarto caliente.

Por las características de los pozos de decaimiento del Calderón, la radiofarmaceuta se expone a radiación durante el proceso de decaimiento de los desechos, ya que es en ese sitio, (consultar apéndice 21, pozo decaimiento de Generadores y pozo de decaimiento de jeringas) donde algunos desechos como los contenedores de Yodo y Galio o los Generadores decaen hasta 20 periodos de semidesintegración. Cabe destacar la falta de blindajes en las tapas de los pozos de decaimiento.

Además, tanto la radiofarmaceuta y como la OPR, deben manipular los desechos ahí almacenados, ya que deben tapar los baldes que contienen las jeringas, colocarlos en el fondo de los pozos (consultar apéndice 21), manipularlos para garantizar espacio para los nuevos desechos generados e inclusive retirarlos del área. Al retirar los desechos ya decaídos de los pozos, el personal tiene contacto con los otros desechos que aún poseen actividad considerable (observar figura 6).

Por lo anteriormente mencionado, la radiofarmaceuta del Hospital Calderón, realiza el almacenamiento temporal cada vez que se generan desechos, contrario al radiofarmaceuta del Hospital México, que lo realiza él, o cualquier miembro del personal,

posterior al llenado de los recipientes de segregación. Por lo tanto, esta situación del Calderón Guardia trae como consecuente una mayor frecuencia en el almacenamiento y una mayor frecuencia de exposición por lo ahí almacenado. Esto se ilustra en la figura 6, la frecuencia en almacenamiento se muestra de color rojo.

Por lo detallado anteriormente, se ha determinado que el peor caso de exposición es el puesto del radiofarmaceuta, a pesar de no realizar la totalidad de las fases del manejo de los desechos, lleva a cabo aquellas donde el desecho acaba de ser generado e implica niveles mayores de actividad.

Consecuentemente en el nivel de exposición a la radiación, se encuentran los OPR de los Hospitales San Juan de Dios y México. Éstos se ven involucrados en todas las fases del manejo (observar figura 7), contrario al OPR del Hospital Calderón Guardia que sólo realiza la segregación, acondicionamiento y disposición final.

En algunas de las actividades que deben realizar los OPR, como lo son la recolección para la disposición en la bodega de almacenamiento, el transporte hacia la bodega y la colocación de los desechos en esa área, el desecho posee niveles menores de actividad puesto que ha transcurrido un lapso desde su momento de generación.

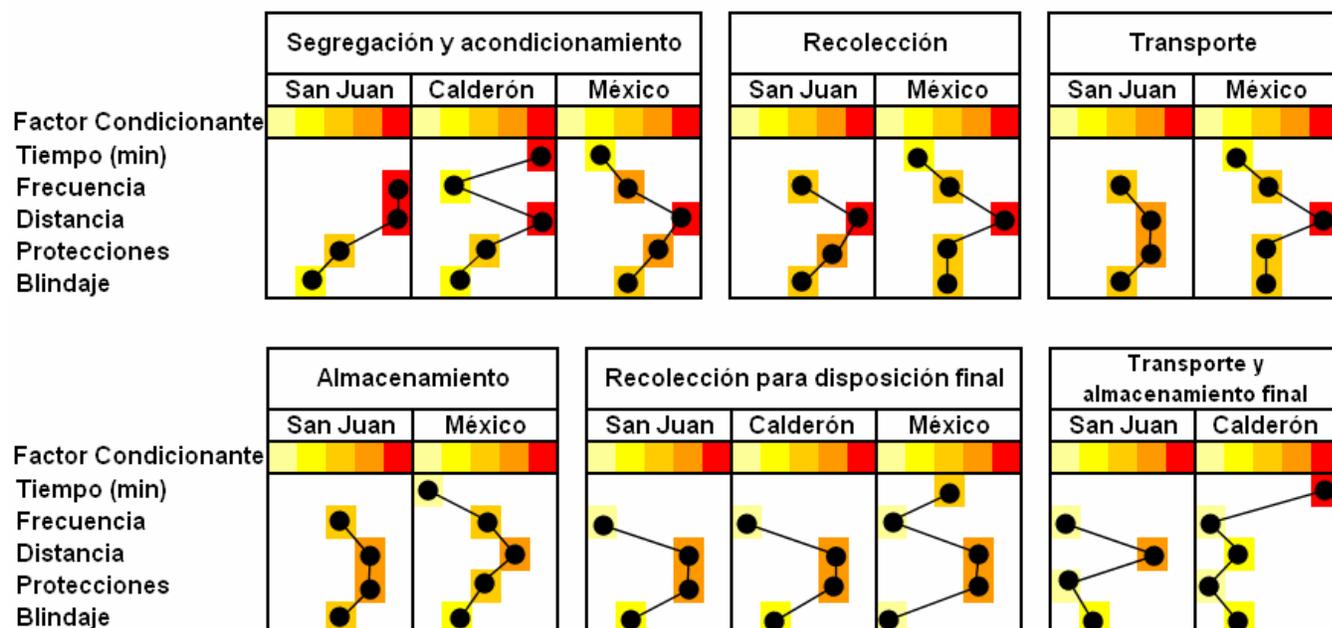


Figura 7. Indicadores de exposición de OPR de los hospitales San Juan de Dios, Calderón Guardia y México.

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Los OPR y los técnicos deben inyectar las dosis de radiofármacos como Galio y Tecnecio o brindar las soluciones de Yodo. Estas operaciones implican tener contacto directo con el material contaminado una vez que la dosis se le ha dado a los pacientes, además, que en su área de trabajo está la presencia de los pacientes irradiados, los basureros con algodones utilizados en la aplicación del fármaco y los desechos segregados en la ventana del cuarto de inyección o en el caso del San Juan, en los puestos de aplicación. En ambos casos, las etapas de segregación y acondicionamiento presentan importantes indicadores de exposición. En la figura 7 y 8 se destaca el indicador distancia, además, el indicador frecuencia en el caso del OPR del San Juan de Dios y de los técnicos del Calderón.

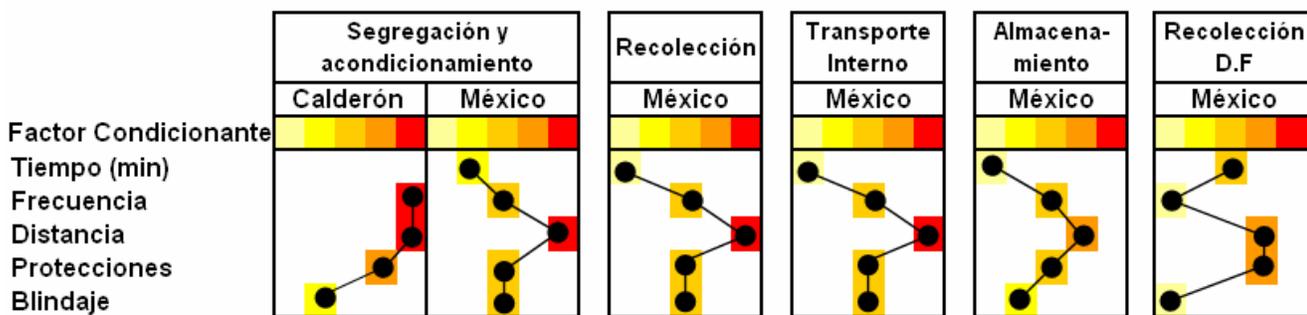


Figura 8. Indicadores de exposición de los técnicos de los hospitales Calderón Guardia y México

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

En la figura 7 se observa una similitud entre los indicadores de recolección para la disposición final que realizan los OPR de los 3 hospitales, lo cual se justifica dado que, aunque, en cada servicio la recolección y el almacenamiento se llevan a cabo según las características físicas que cada recinto posee, estas tareas tienen una única técnica para llevarlas a cabo.

En el Hospital San Juan de Dios el OPR es el encargado de recolectar al final de la jornada las bolsas de jeringas y los baldes de agujas de cada puesto de aplicación y de las áreas de preparación. Posteriormente, los traslada de manera manual hasta el área de almacenamiento, lo que implica contacto directo con los desechos durante la recolección y el transporte. Luego de decaer diez periodos de semidesintegración, transporta los desechos hasta la segunda bodega de almacenamiento, la cual se comparte con una bodega de

mantenimiento del hospital. En caso que el acceso del carro a la puerta de la bodega de material radiactivo este bloqueado, debe trasladar manualmente los Generadores y contenedores de Yodo y Galio con el fin de colocarlos en sus áreas respectivas.

En el Hospital Calderón Guardia, cuando los desechos decaídos son retirados de los pozos, la OPR debe trasladar los contenedores de Galio, Yodo y Generadores a la bodega de almacenamiento final.

A pesar que una práctica en común de los servicios es almacenar los materiales con blindajes, la recolección y el transporte se realiza con sólo algunos de ellos para facilitar la tarea. Por ejemplo, los materiales contaminados segregados en recipientes blindados, son transportados únicamente con la bolsa que los contiene, por lo que la distancia entre el desecho y la persona en estos casos es sólo la distancia que el brazo extendido puede brindar.

Cabe destacar que el personal utiliza como protecciones gabacha y guantes. A pesar que estos utensilios no les disminuyen su exposición a radiación, en caso de contaminación con alguna sustancia radiactiva, la descontaminación se hace mucho más sencilla. El aplicar rapidez y distancia en sus labores si les brinda protección.

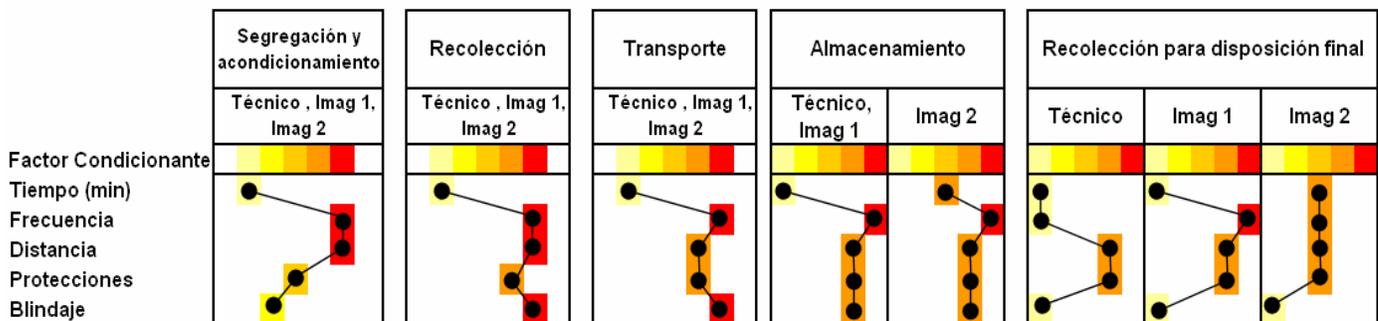


Figura 9. Indicadores de exposición de los imagenólogos del Hospital San Juan de Dios
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Los indicadores de exposición de los imagenólogos del Hospital San Juan de Dios se muestran en el apéndice 24. De manera ilustrativa, con respecto al riesgo que representa cada uno de los indicadores, la figura 9 ilustra que los tres trabajadores realizan la segregación, acondicionamiento, recolección, transporte interno y almacenamiento de manera cotidiana, lo cual es un indicador determinante en su exposición diaria. Sin embargo, esta información no se considera confiable ya que mediante las entrevistas y la

aplicación de la encuesta higiénica, se obtuvo que el OPR y su suplente son los encargados de realizar en totalidad del manejo de los desechos radiactivos.

Mediante la información recopilada con el cuestionario se evaluó el indicador de perspectiva y conocimiento del riesgo de exposición a radiación ionizante por parte del personal vinculado. La totalidad del personal de los tres servicios afirmó conocer las medidas de seguridad y protección radiológica además de aplicarlas a sus prácticas laborales. Las medidas que citaron hacen referencia a los principios básicos de protección radiológica de tiempo, distancia y blindaje, además de utilización de equipo básico de protección personal. Únicamente, un técnico del servicio del Hospital México agregó el uso del dosímetro como medida de protección, lo cual no se considera como tal sino como de verificador de dosis y mecanismo que evidencie sobre exposiciones para así determinar si es necesario aplicar medidas para prevenir futuras sobre exposiciones. El hecho que el resto del personal conozca con claridad las medidas de protección es fundamental, ya que aunque no se puede asegurar que las implementen, existe mayor probabilidad que las consideren en sus actividades cotidianas.

Las preguntas del cuestionario referente al conocimiento de que si la exposición a bajas dosis de radiación ionizantes puede ocasionar efectos negativos en la salud se contestaron acertadamente por la totalidad del personal. Lo cual también favorece que incluyan los principios de seguridad y protección radiológica dentro de sus prácticas.

Con respecto al manejo de los desechos propiamente, en los Servicios de los Hospitales México y San Juan las respuestas emitidas fueron muy similares, todo el personal afirma conocer la actividad de los desechos que descartan y aplicar en sus prácticas laborales lo estipulado en el manual de procedimientos de manejo de desechos radiactivos del Servicio. Por otra parte, todos los técnicos del Servicio del Hospital Calderón expresaron que conocen y aplican el protocolo, sin embargo, la radiofarmaceuta ignora la existencia de un protocolo en el Servicio, lo que refleja la falta de comunicación entre la OPR y la radiofarmacia que se ha evidenciado a lo largo del análisis.

La pregunta acerca del último reporte dosimétrico y el límite de dosis anual como trabajadores ocupacionalmente expuestos fue contestada en forme correcta por el personal del San Juan de Dios y el México. Los técnicos del Servicio del Calderón Guardia

colocaron de manera incorrecta el límite de dosis, lo que refleja una deficiencia grave en un concepto de protección radiológica.

Todo el personal que contestó el cuestionario de los Servicios del San Juan de Dios y el México posee la perspectiva de que la gestión en sus Servicios es buena y cumple lo establecido por el OIEA, por otra parte, como se muestra en la figura 10, en el Hospital Calderón Guardia, el personal lo evaluó como malo y regular. Es beneficioso que el personal conozca la existencia de las deficiencias que presenta su procedimiento de gestión, ya que estará más anuente a realizar las recomendaciones que el proyecto le puede aportar para su mejoramiento.

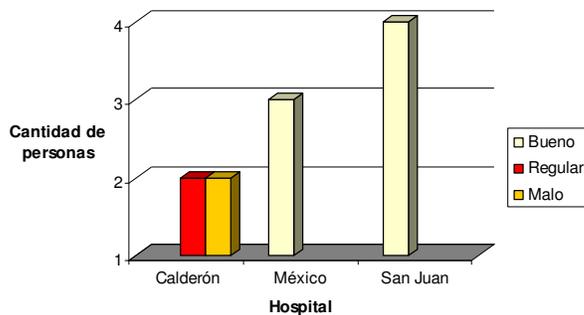


Figura 10. Gráfico de la percepción de la Gestión por parte del personal

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

En el siguiente diagrama de interrelaciones se observa la vinculación de todos los factores condicionantes de la exposición a radiación ionizante presente en los desechos radiactivos. Los factores con mayor influencia son el puesto de trabajo, los recursos con los que cuenta el Servicio, el nivel de conocimiento y capacitación que posea el personal encargado de la gestión de los desechos y de forma lógica, la cantidad y tipo de desechos generados.

El puesto de trabajo, como se determinó anteriormente, es determinante en el nivel de contacto que se tenga con los desechos. Influye, de manera directa, en la cantidad de tareas de la gestión que realice y la frecuencia con que las lleve a cabo. El siguiente factor condicionante clave es el nivel de conocimiento y capacitación con que cuente el personal, este se refleja en la importancia que se le atribuya a la gestión de los desechos y en la

calidad de las técnicas y prácticas que utilizan para llevarla a cabo, incluidas las protecciones (guantes y gabacha).

Otro factor importante es la cantidad de recursos económicos y la infraestructura con los que cuentan los Servicios, en tanto que inciden, en la cantidad y calidad de implementos con los que cuentan para realizar la gestión y los espacios que se designan para almacenar los desechos.

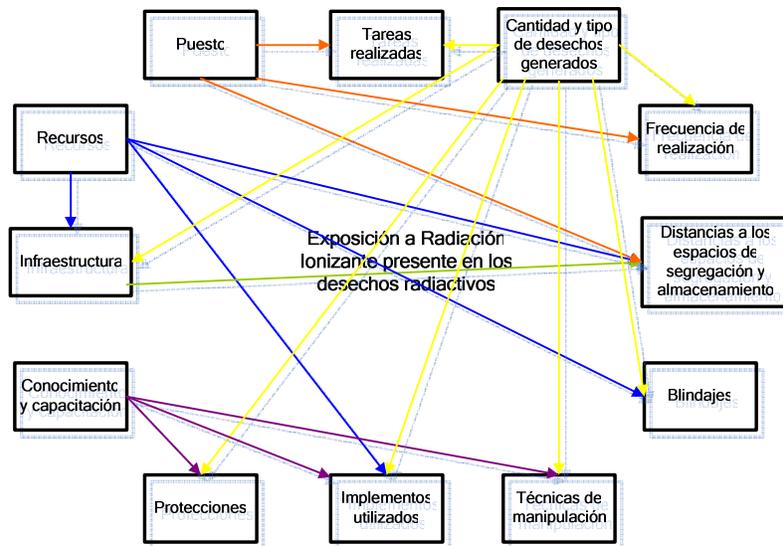


Figura 11. Diagrama de interrelaciones. Factores condicionantes de la exposición a radiación ionizante presentes en los desechos
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Por medio de la metodología APPCC; se determinaron los controles que se pueden aplicar en las fases del manejo. Éstos consisten en las acciones que el personal encargado del manejo debe ejecutar para realizar la gestión con el menor grado posible de exposición a radiación ionizante. Cabe destacar que tanto los controles como los límites se asignaron de acuerdo con los parámetros de calidad para la gestión que solicita el Ministerio de Salud, el DCCPR y el OIEA. En los apéndices 12, 13, 14 se muestran las hojas según la metodología APPCC para cada servicio de Medicina Nuclear.

A continuación se presenta un análisis FODA de la Gestión de los desechos radiactivos en los tres Servicios evaluados. En él se enlazan, en resumen, aspectos contemplados a lo largo del análisis.

Cuadro 8. Análisis FODA de la Gestión de los desechos radiactivos

Fortalezas	Debilidades
Personal capacitado en materia de seguridad y protección radiológica	El espacio físico para llevar acabo la gestión es limitado
Los 3 Servicios les brindan un trato especial a los desechos radiactivos, en todos se realizan las fases básicas del manejo	No cuentan con una fácil disposición de recursos económicos
Uso correcto del dosímetro por parte del personal y lecturas mensuales de la dosis absorbida	Deficiencias en algunas fases de la gestión
	En los 3 Servicios la gestión se realiza de forma diferente
	No cuentan con una guía para establecer el contenido del manual de manejo de desechos
	Los manuales de manejo de desechos son diferentes en contenido y estructura, ya que su enfoque depende de la experiencia y conocimiento de quien lo diseñó
	Los manuales de procedimientos no son actualizados dado que no se les solicita
	No existen un sistema que permita verificar que el proceso de gestión de los desechos se realiza garantizando la mínima exposición durante la manipulación
Oportunidades	Amenazas
Apoyo del DCCPR y realización de auditorias completas y de seguimientos a los Servicios	El ministerio de Salud solicita abarcar consideraciones mínimas en el manual de manejo de desechos radiactivos
Necesidad de normativa institucional con respecto a la gestión de los desechos radiactivos	El ministerio de Salud, después de las evaluaciones, establece plazos para que los servicios solucionen las deficiencias detectadas sin embargo no verifica que esto se lleve a cabo.
Implantación de nuevas tecnologías	Riesgo a la salud por exposición radiación ionizante
Acceso a la información y capacitación suministrada por el OIEA	

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Se determinaron las siguientes estrategias resultado de interrelacionar los factores externos e internos:

Cuadro 9. Estrategias propuestas a partir de la interrelación de las variables internas y externas del análisis FODA

Estrategias	Oportunidades	Amenazas
Fortalezas	En la CCSS existe un profundo interés por fomentar la seguridad y la protección radiológica lo cual se ha transmitido al personal de los servicios. Por lo que es sumamente importante que se acondicione a los servicios de los implementos necesarios para que el personal logre realizar una adecuada gestión aplicando los principios de seguridad y protección.	Capacitar al personal sobre la debida gestión de los desechos radiactivos según lo establecido en la normativa Nacional y el OIEA.
Debilidades	Por medio de la instauración de un programa estándar de manejo de desechos radiactivos se logrará establecer los lineamientos, la asignación de responsabilidades, un registro de procedimientos de trabajo y un sistema de verificación del proceso.	Los manuales de desechos radiactivos contarán con una base para sus contenidos, donde se utilicen las debilidades actuales como puntos de partida para el proceso de mejora en los Servicios.

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

2. Servicio de Radioterapia

2.1. Cambio de fuentes de Cobalto 60 e Iridio 192

El procedimiento de cambio de las fuentes de Cobalto 60 e Iridio 192 en los servicios de Radioterapia de los Hospitales San Juan de Dios y México es realizado por dos empresas proveedoras cada cinco años y tres meses respectivamente, por lo que el personal no se ve involucrado directamente durante el cambio.

Mediante el siguiente análisis FODA se determinaron las fortalezas y debilidades internas que se presentan durante el cambio de las fuentes, asimismo las oportunidades y amenazas externas de este procedimiento.

Cuadro 10. Análisis FODA del Procedimiento de cambio de las fuentes

Fortalezas	Debilidades
Transferencia del riesgo	El servicio no posee los protocolos de seguridad de la empresa
Ningún miembro del personal se ve directamente involucrado en el cambio	El servicio del San Juan de Dios no posee protocolos de seguridad durante el recambio
En el momento del cambio se cierra el área, sólo ingresa personal autorizado (Físico médico, OPR, miembros de la empresa proveedora)	
Posterior al cambio se monitorea el área para verificar la efectividad del blindaje de la fuente instalada.	
El servicio del México posee protocolos de seguridad durante el cambio	
Oportunidades	Amenazas
Se cuenta con asesoría y apoyo calificado del DCCPR	Ineficiencia en el cumplimiento de contratos por parte de la empresa proveedora
El contrato de licitación es evaluado y aprobado por la autoridad competente, el cual es el Ministerio de Salud	La fuente decaída permanece por un periodo de tiempo indefinido dentro del servicio de radioterapia ya que su salida depende de coordinaciones de la empresa proveedora
En la legislación se estipula que el proveedor de las fuentes debe hacerse cargo del cambio y de retirarla del hospital y regresarla al país de origen	

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

La contratación de una empresa especializada para que lleve a cabo el cambio de las fuentes representa una transferencia del riesgo, lo cual es una estrategia acertada dado el alto riesgo de exposición que implica el llevar a cabo este procedimiento y dado que la empresa proveedora cuenta con los implementos tecnológicos aptos para realizarla. Durante el cambio, únicamente, el OPR y el físico médico están presentes. Es por esto que el factor condicionante puesto de trabajo (observar cuadro 5) es el que influye en mayor grado en los indicadores de exposición de cada uno, los cuales podrían verse afectados negativamente con la distancia hacia la fuente generadora de radiación, en este caso su presencia o no dentro del cuarto en el momento del cambio de la fuente.

Aunque no es necesario que el servicio cuente con un procedimiento escrito acerca del cambio de las fuentes decaídas, ya que el personal del servicio no realiza el cambio, se evidenció por medio de las entrevistas que los servicios no cuentan con el protocolo de seguridad en el que debe basarse la empresa contratada. Éste es aprobado por el Ministerio de Salud, por lo que no se constata que el procedimiento se realice tal y como se planteó en el protocolo antes mencionado.

Los cuestionarios aplicados demuestran que las funciones del OPR y el físico médico son verificar que el cambio se lleve a cabo bajo las medidas de seguridad conocidas, la vigilancia del proceso y además, monitoreos al área. Esta vigilancia se basa en los principios de seguridad y protección radiológica que por experiencia conocen, ya sea por tiempo de laborar, capacitaciones, actualizaciones, entre otros.

Una amenaza importante mencionada en el cuadro 9 es que no existe ningún protocolo que estipule donde colocar la fuente decaída una vez realizado el cambio ni las medidas de seguridad que se deben aplicar hasta que la empresa proveedora retire la fuente del Hospital, lo cual puede tardar un lapso indefinido.

2.2. Bodega de Almacenamiento (Repositorio) del Hospital México

La OPR del servicio de Radioterapia es la responsable directa del repositorio que posee el Hospital México. Al ser la única con la llave del recinto y la encargada de los monitoreos, su cargo la condiciona a la exposición a la radiación ionizante presente en los desechos ahí almacenados (consultar anexo 3).

En el cuadro 11 se observa que dentro de las amenazas existe la posibilidad de una fuga de gas radón; el cual es radiactivo. Este aspecto no sólo afectaría a la OPR durante sus monitoreos, sino que implicaría exposición de las personas que se encuentran alrededor, ya que al ser un gas posee la característica de dispersarse rápidamente en el aire.

Cuadro 11. Análisis de la bodega de desechos radiactivos presente en el Hospital México

Fortalezas	Debilidades
Cada seis meses se monitorea, además se realiza una medición del gas radón	No se tiene información con respecto a la forma de fuentes de Radio 226, Cesio 137 y una desconocida.
El equipo de monitoreo cuenta con el certificado de calibración actualizado	Las dimensiones y los materiales de la bodega no fueron asignados según una memoria de cálculo del blindaje necesario de acuerdo con las fuentes almacenadas
La OPR es la única persona con llave de la bodega	No se encuentra vigilada por personal de seguridad
Cuentan con un plan de emergencias	No cuenta con equipo contra incendios
	Sólo un estañón de fuentes de radio 226 cuenta con cemento especial
Oportunidades	Amenazas
El OIEA realizó el procedimiento de colocar algunas de las fuentes de radio 226 en un estañón con cemento especial para esta técnica	Robo de las fuentes
	Ningún país que cuenta con un repositorio adecuado para gestionar estos desechos los acepta por legislación nacional
	Posible fuga de gas radón generado en el proceso de decaimiento de las fuentes de radio 226
	Desastres naturales

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

3. Conclusiones

Medicina Nuclear

- Los procedimientos de manejo realizados en los Servicios de Medicina Nuclear pretenden incluir principios de seguridad y protección radiológica. Sin embargo, por deficiencias ya sea en infraestructura, implementos, u otro de cada servicio el manejo varía de un servicio a otro.
- Los requerimientos para el Manual de manejo de desechos radiactivos que solicita el Ministerio de Salud son muy generales, por lo que los manuales de los servicios no abarcan aspectos claves que garanticen la calidad durante la gestión como los son: una descripción detallada del procedimiento, herramientas de verificación y evaluación de resultados, entre otros.
- El manual de manejo de los desechos radiactivos del Servicio del Calderón Guardia se caracteriza por ser general y contar con poca organización en sus contenidos e incluir procedimientos de trabajo que no corresponden a labores asociadas al manejo, a diferencia del Servicio del México, que contempla de manera específica el manejo de cada tipo de desecho según la clasificación de vida corta o larga del radionucleido.
- Los Servicios de Medicina Nuclear de los tres centros de salud estudiados no cuentan con documentos que estipulen las responsabilidades del personal en el manejo de los desechos radiactivos.
- Por las características de las labores que desempeña el radiofarmaceuta, su puesto de trabajo representa el caso más crítico en relación con el riesgo de exposición ya que manipula el desecho cuando posee el mayor nivel de actividad, unido a que ciertas zonas de segregación y acondicionamiento se encuentran dentro de su puesto de trabajo.

Radioterapia

- Dado la transferencia del riesgo a empresas proveedoras contratadas para que lleve a cabo en el procedimiento de cambio de las fuentes decaídas de Cobalto 60 e Iridio 192, el personal del hospital vinculado a este proceso no se ve expuesto de manera significativa.

4. Recomendaciones

- Diseñar y establecer un protocolo con procedimientos de trabajo para la realización de todas las fases del manejo de los desechos radiactivos según el radionucleido y tipo de desechos generados, diariamente, en los Servicios de Medicina Nuclear, que incluya requisitos de seguridad y protección radiológica, además, de los implementos necesarios para llevarlo a cabo.
- Dentro del manual de procedimientos del manejo de desechos radiactivos de cada servicio, se debe delimitar y designar las responsabilidades de los encargados de realizar la gestión y determinar aquellas funciones obligatorias que debe acatar todo el personal.
- Diseñar e implementar un sistema de vigilancia que permita verificar y garantizar que la gestión de los desechos radiactivos, llevada a cabo en cada servicio, cumple con las medidas de seguridad y protección radiológica. Esto permitirá introducir una cultura de mejoramiento continuo en sus labores.
- Establecer un programa de capacitaciones, semestral, a nivel interno de cada servicio por medio de la formación de comités que trabajen en conjunto para el desarrollo de temas específicos en seguridad y protección radiológica. De esta forma, se fomentará la actualización constante del conocimiento del personal, además de técnicas innovadoras en su campo, y la factibilidad de conocer posibles oportunidades internacionales de capacitación.
- Estandarizar los procedimientos de manejo de desechos radiactivos de los tres servicios de Medicina Nuclear con la finalidad de que las evaluaciones realizadas por parte del DCCPR y Ministerio de Salud puedan contar con un patrón de comparación y así facilitar la detección de debilidades que presenta cada servicio.
- Estandarizar los requerimientos que se deben contemplar en el sistema de registro de los desechos radiactivos almacenados en cada servicio.
- Diseñar e implementar un mecanismo de verificación en los servicios de Radioterapia que le permita al OPR constatar que la empresa proveedora cumple con las medidas de seguridad estipuladas en la licitación del contrato durante el procedimiento del cambio.

VI. Alternativa de Solución

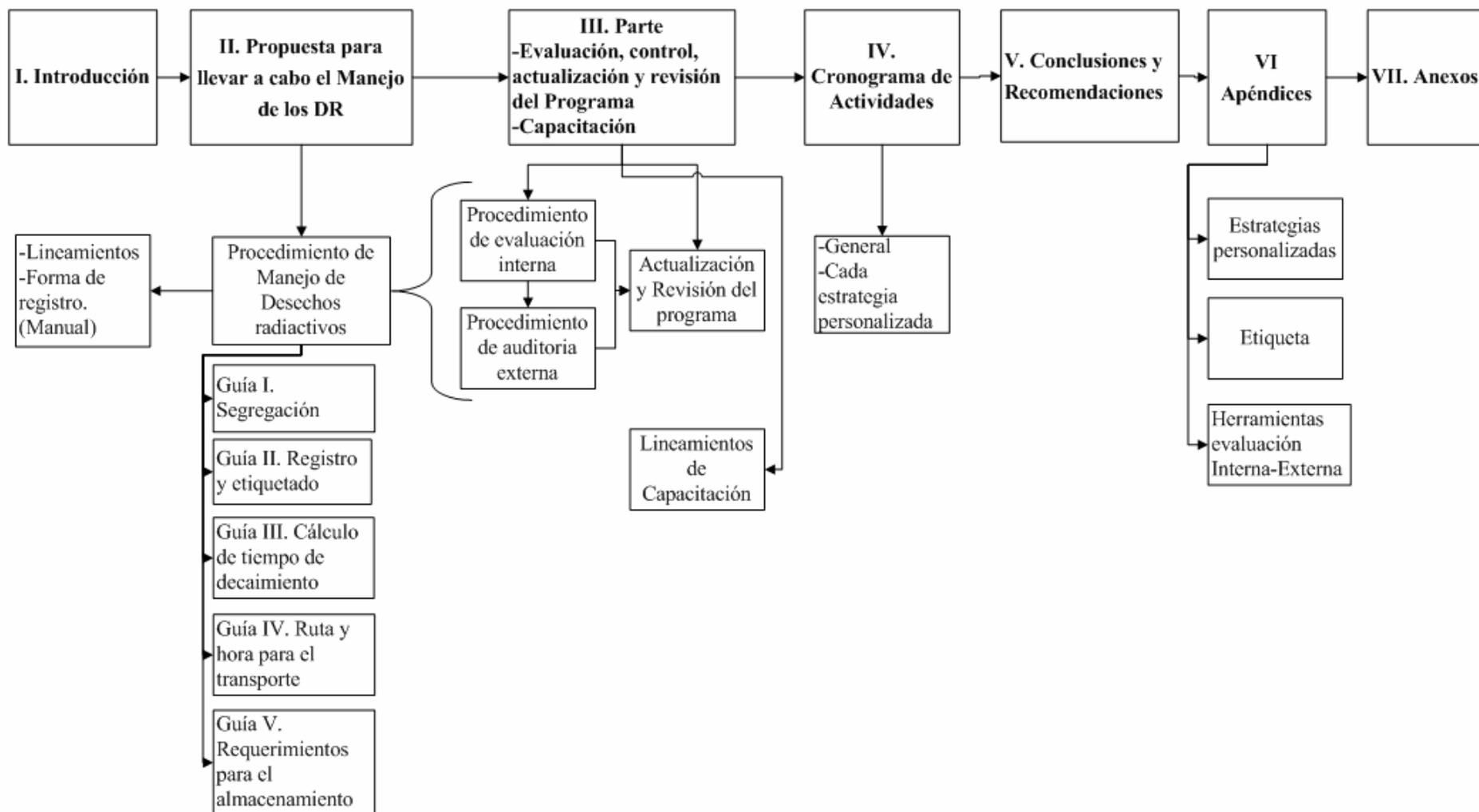
Programa de Gestión de Desechos Radioactivos para los
Servicios de Medicina Nuclear de la CCSS

Índice

	Página
Programa de Gestión de Desechos Radiactivos	
Esquema de la estructura del Programa.....	68
I Parte. Introducción.....	69
1.Introducción.....	70
2.Política de Seguridad Radiológica Institucional de la CCSS.....	71
3.Objetivos del Programa.....	72
4.Alcance.....	72
5.Metas.....	73
6.Responsables.....	73
7.Recursos.....	75
8.Actividades del Programa.....	75
II Parte. Propuesta para llevar a cabo el Manejo de Desechos Radiactivos en Servicios de Medicina Nuclear de la CCSS.....	77
Procedimiento de Manejo de Desechos Radiactivos en los Servicios de Medicina Nuclear de la CCSS.....	78
Guía I. Segregación de los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear según el tipo de radionucleido que contenga y sus características físicas.....	87
Guía II. Registro y etiquetado de los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear.....	87
Guía III. Cálculo del tiempo de decaimiento (ecuación decaimiento).....	93
Guía IV. Delimitar la ruta y hora para el transporte de los desechos radiactivos desde el área de almacenamiento temporal hasta la bodega de disposición final.....	97
Guía V. Guía de requerimientos para las áreas de almacenamiento de los desechos radiactivos en los servicios de Medicina Nuclear.....	99
III Parte. Evaluación, control, actualización, y revisión del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos. Capacitación del personal.....	103
1. Evaluación y control de resultados del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.....	104

Procedimiento de Evaluación y Control Interno del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.....	104
Procedimiento de Evaluación y Control Externo del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.....	108
2. Actualización y revisión del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.....	114
3.Capacitación.....	115
IV Parte. Cronograma de Actividades.....	118
V. Parte. Conclusiones y Recomendaciones del Programa de Gestión de Desechos Radioactivos para los Servicios de Medicina Nuclear de la CCSS.....	124
VI Parte. Apéndices del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.	127
Apéndice 1. Estrategia personalizada para el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia.....	128
Apéndice 2. Estrategia personalizada para el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México.....	134
Apéndice 3. Estrategia personalizada para el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan.....	136
Apéndice 4. Etiqueta para rotular desechos de larga vida.....	140
Apéndice 5. Hoja de trabajo para la gestión de desechos radiactivos.....	141
Apéndice 6. Hoja de Control de la gestión de desechos radiactivos.....	142
Apéndice 7. Lista de verificación de la Gestión de los desechos radiactivos según lo estipulado en el Programa.....	144
VII Parte. Anexo del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.....	147
Anexo 1. Símbolo de presencia de radiación recomendado por el OIEA.....	148

Esquema de la estructura del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos



I Parte.

Introducción

Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

Introducción

Cada servicio de Medicina Nuclear de la CCSS posee significativas diferencias en cuanto a la infraestructura, equipos, cantidad de pacientes atendidos y recursos, lo que implica que la gestión de los desechos radiactivos varía, considerablemente, en cada uno de ellos. La presente propuesta de Programa de Gestión de Desechos Radiactivos cuenta con un procedimiento general para llevar a cabo el manejo de dichos desechos con condiciones adecuadas de seguridad y protección radiológica en todas sus fases. Asimismo, presenta una estrategia personalizada para cada servicio, cuya implementación les permitirá alcanzar lo propuesto en el procedimiento general del Programa, y mejorar la actual gestión que realizan.

Es importante mencionar que el procedimiento de Manejo de los desechos se confeccionó tomando en cuenta la siguiente clasificación:

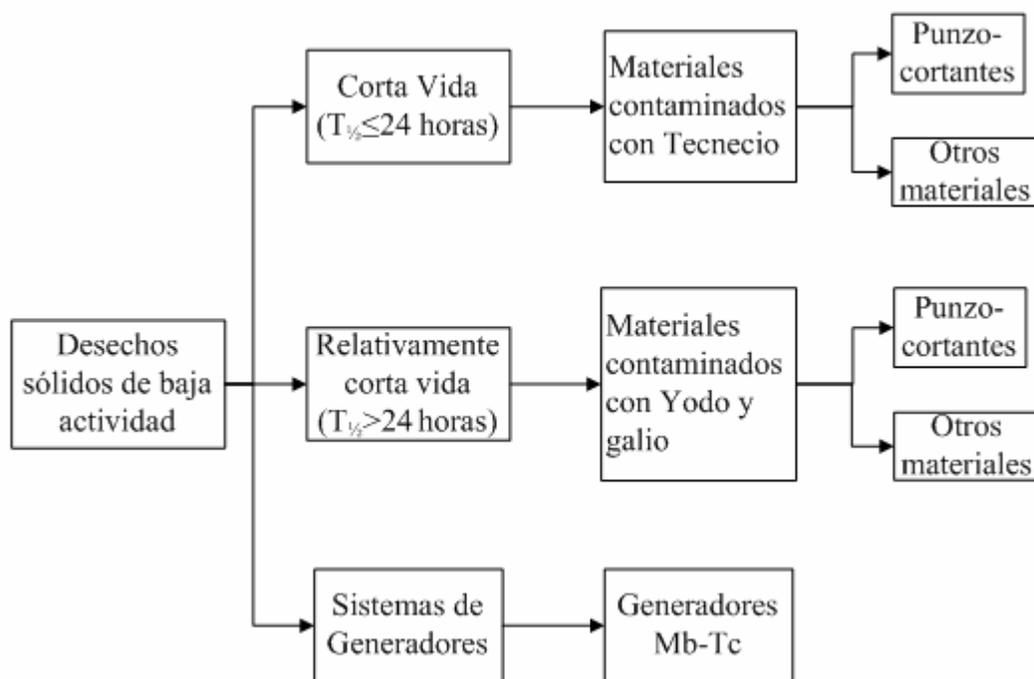


Figura 1. Clasificación de los desechos radiactivos

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

El programa fue diseñado para ser implementado en un lapso de año y 6 meses. Sin embargo, su aplicación estará sujeta a la revisión que le efectuará el DCCPR y a la aprobación de la Gerencia División de Operaciones.

1. Política de Seguridad Radiológica Institucional de la CCSS

"La CCSS como Institución Pública proporciona servicios de salud en forma integral al individuo, la familia y la comunidad: otorga protección económica, social y de pensiones conforme a la legislación vigente, buscando mejorar el nivel y calidad de vida de la sociedad costarricense. La que –entre otras – considera las acciones que garanticen la seguridad radiológica en las aplicaciones médicas con radiaciones ionizantes, para lo cual se compromete a:

Implementar y mantener un Sistema de Seguridad Radiológica como parte integral de los objetivos y estrategias institucionales, mediante la aplicación de conocimientos técnicos y científicos para la seguridad radiológica de la salud humana y el ambiente, y la prevención de la contaminación radiactiva en el planeamiento, diseño, dotación y operación de infraestructura, tecnologías, procesos, servicios, insumos y productos.

Introducir métodos y estilos de trabajo en el ámbito gerencial, profesional, técnico y operativo en todas las áreas vinculadas con el uso de radiaciones ionizantes que reflejen la implantación, consolidación e incremento de la cultura de seguridad.

Fomentar la investigación, la innovación y la cooperación técnica dirigida a la mejora continua de la calidad en las aplicaciones médicas que utilizan radiaciones ionizantes en nuestras unidades.

Cumplir con la normativa nacional e internacional vigente y aplicable a nuestras actividades de seguridad radiológica y que será parte de la formación y capacitación que recibirá nuestro personal.

Usar racionalmente los recursos disponibles para las aplicaciones médicas con radiaciones ionizantes con el fin de que la afección del ambiente sea mínima por lo que se buscará el aprovechamiento máximo durante su vida útil, la minimización de los desechos y su disposición adecuada” (CCSS, 2002).

2. Objetivos del Programa

Objetivo general

- Proponer acciones correctivas, procedimientos de trabajo estandarizados y lineamientos generales para llevar a cabo la Gestión de los desechos radiactivos en los Servicios de Medicina Nuclear de los Hospitales de la CCSS acorde con los principios de seguridad y protección radiológica.

Objetivos específicos

- Implementar, en los Servicios de Medicina Nuclear, la totalidad de los lineamientos propuestos en las estrategias personalizadas en un plazo máximo de un año posterior a la aplicación total del Programa.
- Elaborar e implementar los manuales del manejo de desechos con el mismo formato y contenido en los tres servicios de Medicina Nuclear en un plazo de cinco meses posterior a la aplicación total del Programa.
- Capacitar a todo el personal que manipule los desechos radiactivos en los servicios de Medicina Nuclear sobre el funcionamiento y contenidos del Programa de Gestión, en un plazo de tres meses.

3. Alcance

El presente Programa de Gestión de Desechos Radiactivos propone un procedimiento para llevar a cabo el manejo de los desechos en los servicios de Medicina Nuclear fundamentado en lineamientos del OIEA y legislación nacional. Además, cuenta con estrategias para realizar evaluaciones externas e internas de los resultados de la implementación del Programa. Asimismo, se presentan las acciones que debe aplicar cada

servicio para adaptar el Programa propuesto y las guías para desarrollar ciertas etapas del procedimiento de manejo.

En el Programa se plantean las actividades necesarias para realizar evaluaciones, tanto internas y externas, de los resultados de su implementación. Esto permitirá evidenciar deficiencias y establecer sus posibles soluciones.

Cabe destacar que en el Programa no se contempla el manejo de los desechos fisiológicos radiactivos de los pacientes expuestos a radionucleidos durante técnicas de diagnóstico o tratamiento de los servicios de Medicina Nuclear.

4. Metas

- Lograr la estandarización de la gestión de los desechos radiactivos en los servicios de Medicina Nuclear de los hospitales de la CCSS propuesta en el Programa de Gestión de los Desechos Radiactivos, en un plazo de un año y seis meses.
- Mantener la Gestión de los desechos radiactivos en un proceso de mejoramiento y actualización continua mediante la evaluación y control de los resultados obtenidos con el Programa de Gestión propuesto.

5. Responsables

Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica:

- Revisar los contenidos desarrollados en el Programa con el fin de adecuar y agregar aspectos técnicos y administrativos que, como ente especializado en la materia, posee.
- Gestionar la aprobación de la Gerencia de División de Operaciones para implementar el Programa en los Servicios de Medicina Nuclear.
- Capacitar a los OPR sobre el funcionamiento general del Programa con el fin de que sean capaces de liderar el proceso de implementación del Programa en sus servicios.
- Realizar auditorias de la aplicación y el cumplimiento del Programa en los servicios. Posteriormente, emitir las recomendaciones pertinentes a las deficiencias detectadas y establecer los plazos límites para la corrección de las mismas por parte del servicio.

- Contar con un registro de los resultados de las evaluaciones realizadas, que le permita dar seguimiento a la situación específica de cada servicio.
- Mantener informados y actualizados los servicios sobre modificaciones en la legislación nacional, surgimiento de nuevas técnicas para realizar la gestión, entre otros.

Oficial de Protección Radiológica

- Capacitar al personal vinculado con la gestión de los desechos sobre el funcionamiento general del Programa con el fin de que realicen las tareas según se estipulan en éste.
- Solicitar la compra de los implementos necesarios referidos en las estrategias personalizadas para cada Servicio para llevar a cabo la gestión según se plantea en el Programa.
- Confeccionar y divulgar los contenidos del manual de manejo de desechos.
- Desarrollar la implantación de la totalidad de los aspectos contenidos en el programa.
- Una vez implantado, realizar la totalidad de las fases del manejo de los desechos radiactivos bajo condiciones de seguridad y protección radiológica. Únicamente, no efectuará labores de segregación, acondicionamiento y recolección en caso de que el radiofarmaceuta las lleve a cabo.
- Inspeccionar, periódicamente, que el manejo de los desechos se realiza de la manera estipulada en los procedimientos de trabajo.
- Mantener los registros de las inspecciones que realiza y de las auditorias que efectúa el DCCPR así como desarrollar las recomendaciones que este propone por cada deficiencia detectada.
- Presentar informes de los resultados al DCCPR según éste ente lo solicite.

Radiofarmaceuta

- Colaborar en la confección de los contenidos del manual de manejo de desechos radiactivos.
- Una vez implementado, realizar las fases de segregación, acondicionamiento, recolección, transporte y almacenamiento según lo dispuesto en el Programa de Gestión.

Personal del Servicio

- Realizar las tareas de segregación según lo que el OPR haya señalado.

6. Recursos

Económicos

Cada servicio debe coordinar la compra de sus implementos requeridos con el departamento de compras de cada hospital. Sólo en casos específicos, por economía de escala, se compra a nivel central. Estos procedimientos se rigen por medio de la Ley de Contratación Administrativa.

Humanos

El personal actual de cada servicio será el encargado de implementar el Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.

Físicos

El Programa fue diseñado tomando en cuenta la actual infraestructura de cada Servicio de los Hospitales en estudio.

7. Actividades del Programa

Para llevar a cabo la implementación del Programa será necesario efectuar seis etapas cada una compuesta por diversas actividades, las cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Etapas y actividades del Programa de Gestión de Desechos

Etapas	Descripción de actividades	Responsables
1. Validación del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos (PGDR) propuesto	1.1 Entregar el PGDR al Jefe del DCCPR	Mónica Carpio Karol Chavarría
	1.2 Revisar y adaptar el PGDR según aspectos técnicos y administrativos	DCCPR
	1.3 Aprobar la aplicación del PGDR en los servicios de Medicina Nuclear	Junta Directiva de la CCSS

	1.4 Designar la implementación en los servicios de Medicina Nuclear	DCCPR
2. Divulgación del PGDR en los Servicios de Medicina Nuclear	2.1 Realizar una reunión con los jefes de servicio y los OPR de cada servicio de Medicina Nuclear y el Jefe del DCCPR con el fin de explicar el funcionamiento del PGDR y las actividades que se deberán implementar en los servicios	DCCPR
	2.2 Informar al personal de los servicios sobre las acciones que se realizarán y el funcionamiento del PGDR	OPR
3. Realización de las modificaciones específicas de la gestión en los Servicios de Medicina Nuclear	3.1 Implementar las estrategias personalizadas propuestas	Jefes de los Servicios de Medicina Nuclear
	3.2 Entregar un reporte del cumplimiento de las acciones solicitadas al DCCPR	OPR
4. Reestructuración de la Gestión de los desechos radiactivos en los Servicios de Medicina Nuclear	4.1 Confeccionar el manual de manejo de desechos radiactivos según el procedimiento de gestión	OPR OPR sustituto Radiofarmaceuta
	4.2 Presentar al personal el manual y capacitar sobre las nuevas directrices y sus debidos responsables	OPR
	4.3 Implantar las disposiciones contempladas en el PGDR en la gestión que se realiza en cada servicio	Jefes de los Servicios de Medicina Nuclear
5. Evaluación y Control de los resultados del PGDR	5.1 Ejecutar el procedimiento de evaluación interna y registrar debidamente los resultados	OPR
	5.2 Ejecutar el procedimiento de evaluación externa	DCCPR
	5.3 Registrar la realización del procedimiento de evaluación y las acciones ejecutadas	OPR
6. Actualización y revisión	6.1 Realizar una revisión de contenido y formato del PGDR	OPR OPR sustituto
	6.2 Modificar el PGDR según corresponda	OPR OPR sustituto

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

II Parte.

**Propuesta para llevar a cabo el Manejo de los
Desechos Radiactivos en Servicios de
Medicina Nuclear de la CCSS**

I. Propósito

Establecer el manejo que se le debe brindar a los desechos radiactivos de manera que sus procedimientos de trabajo garanticen la menor exposición posible durante su manipulación. Del mismo modo, busca proveer los lineamientos específicos en materia de gestión de desechos radiactivos que deben ser cumplidos en el servicio de Medicina Nuclear.

II. Alcance

El presente documento es la base para que los servicios de Medicina Nuclear de la CCSS estandaricen la gestión de los desechos radiactivos generados. Además, este procedimiento junto con sus guías complementarias, podrá ser interpretado y puesto en práctica por cualquier otro hospital institucional que desee implementar el servicio de Medicina Nuclear en un futuro.

III. Documentos relacionados

- Guías complementarias para alcanzar las etapas de la gestión de los desechos radiactivos:
 - **Guía I.** Segregación de los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear según el tipo de radionucleido que contenga y sus características físicas.
 - **Guía II.** Registro y etiquetado de los desechos radiactivos generados en los Servicios de Medicina Nuclear.
 - **Guía III.** Cálculo del tiempo de decaimiento (ecuación decaimiento).
 - **Guía IV.** Delimitar la ruta y hora para el transporte de los desechos radiactivos desde el área de almacenamiento temporal hasta la bodega de disposición final.
 - **Guía V.** Guía de requerimientos para las áreas de almacenamiento de los desechos radiactivos en los servicios de Medicina Nuclear.

- Apéndices 1, 2 y 3 del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos. Estrategias personalizadas para los servicios de Medicina Nuclear de los Hospitales Calderón Guardia, México y San Juan de Dios respectivamente.

IV. Lineamientos para el manejo de los desechos radiactivos.

Etapas	Descripción	Responsables
Segregación y acondicionamiento		
1.	Conforme su generación (durante la preparación y aplicación de dosis), colocar los desechos radiactivos en diferentes recipientes blindados según el tipo de radionucleido que contenga y sus características físicas. (consultar guía I).	Técnicos, imagenólogos radiofarmaceutas OPR
2.	Recolectar los desechos: <ul style="list-style-type: none"> • Cuando los recipientes estén a las tres cuartas partes de su capacidad, proceder a cerrarlos de forma tal que se asegure su sello. • Cuando de los Generadores no se pueda obtener el Tecnecio con la actividad necesaria para su aplicación clínica. • Cuando de los contenedores originales de Yodo 131 y Galio 67 no se pueda obtener estos radionucleidos con la actividad y volumen necesarios para la aplicación clínica. 	OPR Radiofarmaceuta
3.	Registrar en una bitácora la descripción física y fecha de descarte final de cualquier desecho que se deba trasladar hacia el área de almacenamiento (Consultar guía II).	OPR Radiofarmaceuta
4.	Registrar en la bitácora la medición de la tasa de dosis a un metro de distancia a cada uno de los paquetes de materiales	OPR

	contaminados, generador y contenedores de Yodo 131 y Galio 67. Con base en los resultados asignar el tiempo de decaimiento necesario. Las mediciones se deberán realizar en un área con bajo nivel de actividad y sin blindajes cercanos para que no exista la posibilidad de que estos enmascaren el resultado (Consultar guía III).	Radiofarmaceuta
5.	Identificar los paquetes por medio de una etiqueta. En el caso de los Generadores y contenedores originales no se etiquetarán dado que estos cuentan con las etiquetas originales con toda la información pertinente (Consultar guía II).	OPR Radiofarmaceuta
Transporte Interno		
6.	<p>Trasladar los desechos hacia las áreas de almacenamiento manteniendo la mayor distancia entre el desecho y el cuerpo, ya sea, con los brazos extendidos o con el uso de alguna herramienta mecánica como carretillas, durante las horas y ruta previamente establecidas (Consultar guía IV).</p> <p>Notas Importantes</p> <p>(1). Si el transporte requiere el uso de carretilla, ésta debe encontrarse en buen estado, ser propia de cada servicio y encontrarse rotulada con el símbolo internacional de radiactividad.</p> <p>(2). En los hospitales que por motivo de espacio deben retirar los Generadores y contenedores originales de Yodo 131 y Galio 67 del área de almacenamiento para trasladarlos a otra bodega, realizarlo cuando se haya transcurrido la mitad del periodo de decaimiento establecido para cada desecho.</p>	OPR Radiofarmaceuta
Almacenamiento		

7.	<p>Colocar los desechos en el área de almacenamiento según el radionucleido que poseen y la fecha de descarte.</p> <p>(Consultar guía V)</p> <p>Nota</p> <p>(3). Lo anterior debe realizarse para la etapa de almacenamiento ya sea antes o durante las actividades de acondicionamiento, transferencia a otro sitio o desecho final.</p>	<p>OPR</p> <p>Radiofarmaceuta</p>
8.	<p>Verificar la colocación de los blindajes y cerrar las puertas del área de almacenamiento.</p>	<p>OPR</p>
9.	<p>Realizar inspecciones del estado de los paquetes, verificando sus cierres para detectar posibles fugas, además del estado de las etiquetas. En caso de encontrarlas deterioradas, cambiarlas por nuevas. La periodicidad de las inspecciones dependerá de la cantidad de desechos acumulados por volumen de generación y de las dimensiones del área de almacenamiento de cada servicio.</p>	<p>OPR</p>
Recolección para Disposición Final		
10.	<p>Retirar los desechos que ya posean el tiempo de decaimiento necesario del área de almacenamiento. Y registrar en la bitácora su salida. Monitorear los desechos salientes con un equipo detector a un metro de distancia en un área con bajo nivel de actividad. La periodicidad de la recolección final dependerá del volumen de desechos generados y las dimensiones del área de almacenamiento de cada servicio.</p> <p>Recomendación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corta vida: recolectar una vez por semana, posterior a la 	<p>OPR</p>

	<p>recolección inspeccionar rápidamente el estado físico del resto de los desechos, monitoreando el área con un equipo contador portátil equipo cantador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relativamente corta vida: recolectar una vez por mes, según lo registrado en la bitácora de los desechos que ya posean el tiempo de decaimiento necesario. 	
11.	Retirar las etiquetas y marcas que indiquen presencia de radiactividad.	OPR
12.	Disponer los desechos como hospitalarios infectocontagiosos. Velar por la reutilización del plomo.	OPR

- **Nota:** Los lineamientos para que cada hospital de la CCSS logre implementar lo estipulado en este procedimiento se presenta en la Parte IV del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos. Apéndices 1, 2 y 3, Estrategias personalizadas para los servicios de Medicina Nuclear de los Hospitales Calderón Guardia, México y San Juan de Dios respectivamente

V. Documentación del procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos

El procedimiento de Manejo de desechos radiactivos debe ser registrado mediante la elaboración de un manual en cada servicio de Medicina Nuclear. Este manual posee suma importancia ya que es el documento solicitado por el Ministerio de Salud para su evaluación, además de representar el resultado de la adaptación del procedimiento de Manejo propuesto en el servicio. El documento será incluido dentro del Manual de procedimientos y el OPR deberá contar con una copia archivada en su oficina.

Los responsables de su elaboración y documentación son un miembro de la Radiofarmacia, el OPR y su sustituto.

La estructura de contenidos del manual se presenta a continuación:

a. Introducción

Según los radionucleidos que se utilicen en los servicios se deberá presentar una clasificación de sus desechos con respecto a la actividad y periodo de semidesintegración. Además, de un listado del tipo de desechos generados según radionucleido. Seguidamente se deberá presentar una descripción de los implementos que se utilicen para llevar a cabo las fases del manejo de los desechos (Incluir sus localizaciones dentro el servicio).

Nota: No es necesario incluir una presentación ni objetivos del manual, ya que éste se convertirá en un capítulo de su Manual de Procedimientos de Trabajo. En este se plantean tanto los objetivos generales como específicos de la totalidad del Manual.

b. Contenido del Procedimiento

En este apartado se deberá confeccionar un cuadro donde se desarrollen los contenidos del procedimiento de manejo propuesto, considerando las condiciones propias de cada servicio y especificando la forma en que se llevará a cabo cada una de las actividades requeridas.

Se recomienda que el cuadro se seccione de la misma forma que el procedimiento de Manejo propuesto, que se desarrollen sus doce etapas y se respete la asignación de responsabilidades. La utilización de un cuadro descriptivo tiene como propósito desarrollar la información de la forma más sintetizada y clara posible.

c. Mecanismo de Control

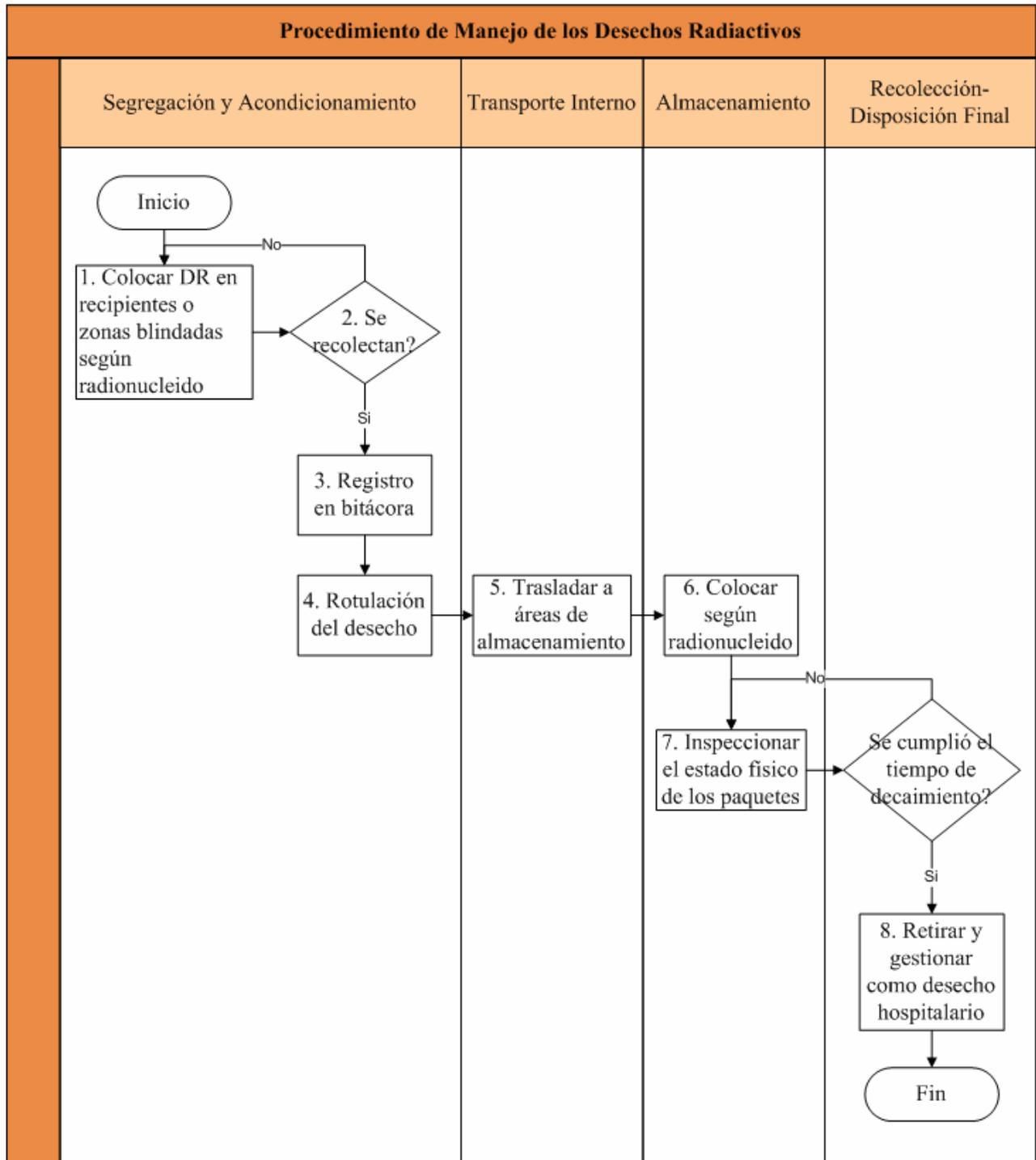
En esta sección se describirá que mediante el llenado de los requisitos de la bitácora, se llevará un control de la correcta realización del manejo de los desechos por parte del personal a cargo. Esto con la finalidad de garantizar que a cada desecho radiactivo generado se le brindó un tratamiento según los principios de seguridad y protección radiológica.

d. Características del área de almacenamiento

Es necesario que se especifiquen las características físicas del área de almacenamiento:

- Ubicación (Confeccionar un croquis)
- Condiciones de infraestructura
- Condiciones de acceso
- Dimensiones
- Demarcaciones y señales que posee
- Condiciones de pisos y paredes
- Condiciones de ventilación
- Cantidad y condiciones de los gabinetes, bandejas, y mesas de trabajo
- Implementos de seguridad para acción ante fenómenos naturales y emergencias

VI. Diagrama de Flujo “Procedimiento de Manejo de los Desechos Radiactivos”



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

VI. Documentos de Referencia

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide.

Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste.

Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la gestión de desechos radiactivos: Colección de Seguridad N°111-F. Viena:1996.

Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas. Centro de Capacitación y Referencia FAO/OIEA para el Control de los Alimentos y los Plaguicidas. Roma: 2003. Disponible en:

[Http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/y1390s00.htm#Contents.](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/y1390s00.htm#Contents) Consultado: 26 de octubre, 2006.

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión Ambiental. Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: 2001.

Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México. Caja Costarricense del Seguro Social. Manual de Manejo de Desechos Radiactivos

Unidad de Gestión del Riesgo y Control de Radiaciones. Dirección General de Salud. Ministerio de Salud. Tabla de Exigencias. San José, Costa Rica.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

Guías complementarias para el desarrollo las etapas del procedimiento de Manejo de los Desechos Radiactivos

Guía I. Segregación de los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear según el tipo de radionucleido que contiene y sus características físicas.

G-PG-01

Revisión: A

I. Propósito

Proveer una guía para llevar a cabo la ***Etapas 2*** del procedimiento de Manejo de Desechos Radiactivos la cual, corresponde a la segregación de los desechos según el tipo de radionucleido que contiene y sus características físicas. Esto, con la finalidad de disminuir la exposición del personal del Servicio de Medicina Nuclear a radiación ionizante emitida por los desechos.

II. Responsables:

Todo el personal que aplique dosis de radionucleidos y personal de la Radiofarmacia.

III. Lineamientos para llevar a cabo la segregación

Desechos de corta vida:

✓ **Materiales punzo-cortantes y viales:** jeringa con aguja, viales de cristal, entre otros.

Los desechos de corta vida **generados durante la preparación** que cuentan con un nivel de actividad menor o igual a 25 microcuries, deberán colocarse en un recipiente rígido con tapa en una zona blindada dentro del área de preparación. La colocación de los desechos **generados en la aplicación de dosis**, y que cuentan con un nivel de actividad menor a 25 microcuries, dependerá de la conexión de los cuartos de aplicación con el cuarto de preparación. En caso que el cuarto de aplicación se encuentre interconectado con el cuarto caliente, colocarlos en una zona blindada específica del área de preparación, y si los cuartos

son independientes al cuarto de preparación, se deberá acondicionar un espacio blindado dentro del cuarto para segregarse ahí los desechos conforme su generación.

✓ **Otros materiales:** guantes, papel absorbente contaminado, etc.

Los que cuentan con un nivel de actividad menor o igual a 25 microcuries, colocarlos en bolsas dispuestas dentro de recipientes blindados en el área de preparación. Los materiales contaminados durante la aplicación de dosis a pacientes, se deben colocar en un basurero con bolsa roja ubicado dentro del cuarto de aplicación de dosis.

Notas:

- (1). Los desechos con un nivel de actividad mayor a 25 microcuries disponerlos, de inmediato, en el área de almacenamiento para decaimiento.
- (2). Cualquier material contaminado como ropa, sábanas, entre otros, colocarlos en bolsas transparentes de un espesor mínimo de 0.5mm en el área de almacenamiento.
- (3). Las bolsas para contener los materiales contaminados deben ser transparentes de un espesor mínimo de 0.5mm.

Desechos de relativamente corta vida:

✓ **Materiales punzo-cortantes y viales de cristal**

Para desechos con nivel de actividad menor o igual a 10 microcuries se procederá de igual forma que para los desechos de corta vida. Los viales originales del radionucleido, colocarlos en los blindajes con los que ingresaron al servicio.

✓ **Otros materiales:** vasos parafinados, guantes, papel absorbente contaminado, entre otros.

Desechos con nivel de actividad menor o igual a 10 microcuries, colocarlos en bolsas transparentes de un espesor mínimo de 0.5mm dispuestas dentro de recipientes o zonas blindadas localizadas en el área de preparación.

Notas:

- (4). Los desechos con un nivel de actividad mayor a 10 microcuries se deben disponer, de inmediato, en el área de almacenamiento.
- (5). Cualquier material contaminado como ropa, sábanas, etc. colocarlos en bolsas transparentes de un espesor mínimo de 0.5mm en el área de almacenamiento.

Generadores: Generador Mb-Tc

Posterior a que su actividad no sea útil para la aplicación clínica se debe trasladar al área de almacenamiento.

IV. Documentos relacionados

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide.
Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste.
Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la gestión de desechos radiactivos: Colección de Seguridad N°111-F. Viena:1996.

Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México. Caja Costarricense del Seguro Social.
Manual de Manejo de Desechos Radiactivos

Unidad de Gestión del Riesgo y Control de Radiaciones. Dirección General de Salud.
Ministerio de Salud. Tabla de Exigencias. San José, Costa Rica.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

Guía II. Registro y etiquetado de los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear.

G-PG-02

Revisión: A

I. Propósito

Proveer una guía para llevar a cabo las *Etapas 5 y 6* del procedimiento de Manejo de Desechos Radiactivos las cuales corresponden al registro y el etiquetado de los desechos, con la finalidad de garantizar una fácil identificación del desecho en cualquier momento del almacenamiento.

II. Instrucción para realizar el registro y etiquetado de los desechos radiactivos

Descripción de actividades	Responsables
1. Contar con una bitácora (cuaderno grande) seccionada en diferentes apartados: desechos de corta vida, desechos de relativamente corta y Sistemas de Generadores. En ella se registrará cualquier desecho radiactivo generado en el servicio.	OPR
2. Incluir una presentación general en las primeras páginas de la bitácora con: información general del servicio, la forma de establecer el tiempo de decaimiento, las subdivisiones con las que cuenta la bitácora y un listado de los desechos que se manejan dentro del servicio.	OPR
3. En cada apartado de la bitácora se debe incluir, en forma de hoja de registro, la siguiente información de los desechos: Código de identificación, radionucleido contenido, tasa de dosis, descripción del desecho, fecha de la medición, fecha de descarte final, firma del OPR o del radiofarmaceuta.	OPR Radiofarmaceuta
4. Establecer una codificación para todos los desechos, la cual dependerá del volumen de desechos generados en cada servicio. Debe ser una expresión corta pero clara, que brinde información del radionucleido que contiene y número de desecho. Recomendación para códigos de identificación:	OPR Radiofarmaceuta

<ul style="list-style-type: none"> • Para las bolsas y baldes de desechos de Galio y Tecnecio: secuencia de GT-1, GT- 2, hasta GT-100. • Para los desechos del Tecnagas, agruparlos por los generados en un día: secuencia de F-1, F-2 hasta F-50. • Para las bolsas de desechos de Yodo: Y- 1, hasta Y-150. • Para los Generadores: original de la etiqueta • Para los contenedores de Yodo y Galio: Original de la etiqueta. <p>Notas:</p> <p>(1). Al alcanzar el último número de la secuencia, reiniciar.</p>	
<p>5. Rotular todo desecho. En las bolsas y baldes colocarles una etiqueta la cual contenga el código de identificación, descripción (cuál es el contenido), y fecha de descarte y la de dispensa. El desecho etiquetado e inscrito en la bitácora, permitirá un fácil rastreo en cualquier momento del almacenamiento.</p> <p>Desechos de corta vida: Etiqueta adhesiva blanca, en ella se debe escribir dicha información</p> <p>Desechos de relativamente corta vida: Etiqueta adhesiva pre-diseñada con símbolo de radiactividad. (Consultar apéndice 4.)</p> <p>Generadores y contenedores originales de Galio y Yodo: Etiqueta original</p>	<p>OPR</p> <p>Radiofarmaceuta</p>

II. Documentos de Referencia

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide.

Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste.

Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la gestión de desechos radiactivos: Colección de Seguridad N°111-F. Viena:1996.

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión Ambiental. Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: 2001.

Unidad de Gestión del Riesgo y Control de Radiaciones. Dirección General de Salud. Ministerio de Salud. Tabla de Exigencias. San José, Costa Rica.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

Guía III. Cálculo del tiempo de decaimiento (ecuación decaimiento)

G-PG-03

Revisión: A

I. Propósito

Esta guía tiene la finalidad de mostrar el cálculo del tiempo necesario para que los radionucleidos alcancen el nivel de exención propuesto por el OIEA, el cual se muestra en el Cuadro 1. Este cálculo es necesario para llevar a cabo la *Etapa 1* del procedimiento de gestión de desechos radiactivos, de manera que se garantice que los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear alcancen niveles iguales o menores a los límites de exención, y se consideren desechos convencionales exentos de las regulaciones de protección radiológica.

Cuadro 1. Nivel de exención de los principales radionucleidos utilizados en medicina, industria e investigación en Bq/g

Radionucleido	Concentración de actividad (Bq/g)	Radionucleido	Concentración de actividad (Bq/g)
H-3	1 E06	Sr-89	1 E03
C-14	1 E04	Y-90	1 E03
Na-22	1 E01	Mo-99	1 E02
Na-24	1 E01	Tc-99	1 E04
P-32	1 E03	Tc-99m	1 E02
S-35	1 E05	In-111	1 E02
Cl-36	1 E04	I-123	1 E02
K-42	1 E02	I-125	1 E03
Ca-45	1 E04	I-131	1 E02
Ca-47	1 E01	Pm-147	1 E04
Cr-51	1 E03	Er-169	1 E04
Co-57	1 E02	Au-198	1 E02
Co-58	1 E01	Hg-197	1 E02
Fe-59	1 E01	Hg-203	1 E02
Ga-67	1 E02	Tl-201	1 E02
Se-75	1 E02	Ra-226	1 E01
Sr-85	1 E02	Th-232	1 E00

Fuente: Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research, del OIEA, Viena, 1998.

Nota: Los desechos radiactivos generados en los servicios de Medicina Nuclear deben alcanzar niveles iguales o menores a los límites de exención, de manera que se consideren desechos convencionales exentos de las regulaciones de protección radiológica.

II. Instrucción para el Cálculo del tiempo de decaimiento

Actividad	Responsable
1. Elaborar un listado de todos los radionucleidos utilizados en el servicio, ya sea para tratamiento, diagnóstico o calibración de los equipos.	Radiofarmaceuta
2. Determinar el desecho generado a partir del uso de cada radionucleido.	Radiofarmaceuta OPR
<p>3. Con la siguiente fórmula:</p> $\text{Fórmula (1): } Tasa\ de\ dosis = \frac{Actividad * Gamma}{distancia^2}$ <p>Es posible determinar la siguiente relación para el cálculo de la actividad:</p> $\text{Fórmula (2): } \frac{Tasa\ de\ dosis * distancia^2}{Gamma} = Actividad$ <p>Considerando la medición a 1m de distancia del bulto de desecho, la tasa de dosis en miliSiverts (mSv), y el valor gamma (Γ) de cada radionucleido, determinar la actividad del bulto, la cual será considerada como actividad inicial. Este valor debe encontrarse en Bq.</p>	OPR
<p>4. Por medio de la formula (3) determinar el tiempo de almacenamiento para cada radionucleido.</p> $\text{Fórmula (3) } -\lambda^{-1} \ln\left(\frac{Actividad\ Final}{Actividad\ Inicial}\right) = t$ $\text{Fórmula (4) } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$ <p>Considerar:</p>	OPR

Actividad final: nivel de exención del cuadro 1 en Bq/g.

Actividad inicial: aquella con la que el radionucleido ingresó al servicio en Bq y calculada con la fórmula (2).

$T_{1/2}$ = 1 periodo de decaimiento del radionucleido.

Nota:

(1).La autoridad reguladora tiene la potestad de otorgar sus propios niveles reglamentarios, los cuales serán considerados como niveles de dispensa. En caso de emitir estos valores, se deberán sustituir por los presentes en el cuadro 1 de esta guía.

5. Colocar los tiempos de exención para cada radionucleido en un cuadro, de manera que los datos sean accesibles para el personal encargado de anotar los datos en la bitácora y etiqueta del desecho. Se recomienda el siguiente formato:

Tasa de Dosis	Actividad	Tiempo de Decaimiento			
		Radionucleido 1	Radionucleido 2	Radionucleido 3	Radionucleido 4

Nota:

(2).Colocar el cuadro en aquellas áreas que el OPR considere pertinentes, por ejemplo: paredes del cuarto caliente. Además velar por que se encuentre en buen estado.

6. En caso de: utilizar un nuevo tipo de radionucleido, cambios en las actividades de entrada de éstos, o cambios en los niveles de exención por parte de la autoridad reguladora, se debe hacer una actualización al contenido del cuadro.

OPR

OPR

II. Documentos de Referencia

Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 9.2. Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas. Madrid: 2001.

International Atomic Energy Agency. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. Viena: Printed by IAEA, 1998.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación: Colección de seguridad 115. Viena: 1997.

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión Ambiental. Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: 2001.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

Guía IV. Delimitar la ruta y hora para el transporte de los desechos radiactivos desde el área de almacenamiento temporal hasta la bodega de disposición final

G-PG-04

Revisión: A

I. Propósito

Proponer los pasos por seguir para determinar la mejor ruta y hora para el transporte de los desechos radiactivos desde el área de almacenamiento temporal hasta la bodega de disposición final, de manera que se alcance lo propuesto en la **Etapa 6** del Procedimiento de Manejo de Desechos Radiactivos.

II. Instrucciones para delimitar la ruta y hora para el transporte.

Actividad	Responsable
1. Inspeccione el servicio de Medicina Nuclear en que labora y determine la salida más cercana a la bodega de disposición final.	OPR
2. Si es una salida muy transitada por personas y pacientes, a toda hora del día, buscar otra alternativa de salida.	OPR
3. Recorra la ruta y verifique que es un camino viable para el transporte de los desechos con la carretilla. Debe ser un recorrido corto y sencillo.	OPR
4. Determine la hora del transporte según el momento de menor tránsito de personas.	OPR
5. Informe al personal del servicio las horas del traslado de los desechos. Esta información debe quedar estipulada en el manual de procedimientos de manejo de desechos radiactivos de cada servicio.	OPR

III. Documentos de Referencia

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide.
Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste.
Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

**Guía V. Guía de requerimientos para las áreas de almacenamiento de los
desechos radiactivos en los servicios de Medicina Nuclear**

G-PG-05

Revisión: A

I. Propósito

Esta guía posee la finalidad de delimitar los aspectos que se deben cumplir en las áreas de almacenamiento temporal de los desechos radiactivos para lograr a cabalidad lo estipulado en la **Etapa 8** del Procedimiento de Manejo de Desechos Radiactivos. Esto, con el fin de controlar y garantizar la protección radiológica de los trabajadores, el público y el ambiente durante el decaimiento de los radionucleidos a niveles de exención permitidos.

El almacenamiento temporal puede darse de dos etapas. En el primer recinto, el desecho decae la mitad de su tiempo de decaimiento. En el tiempo restante, el desecho decae en una segunda bodega de almacenamiento. El almacenaje en ambos sitios debe ser riguroso y cumplir con lo mencionado a continuación.

II. Requerimientos para las áreas de almacenamiento temporal

a. Lineamientos para los locales o áreas de almacenamiento de desechos radiactivos.

1. Su ubicación debe permitir un sencillo y rápido traslado desde las instalaciones o áreas donde se genera el desecho radiactivo.
2. Debe encontrarse separado de las áreas de trabajo del personal del servicio, por lo que su uso es exclusivo para el almacenamiento de desechos.
3. El acceso a la bodega debe ser sencillo, pero controlado; sólo el personal autorizado puede tener acceso.
4. La entrada debe encontrarse sin obstáculos, de manera que permita minimizar al máximo la manipulación de los desechos.
5. Debe contar con un área para realizar la segregación final de los desechos que hayan cumplido su periodo de decaimiento (separar materiales reutilizables de los que no).

6. El área debe encontrarse demarcada y señalizada con el nuevo símbolo recomendado por el OIEA (consultar anexo1). Además, debe encontrarse separada de servicios y locaciones donde se almacenen otros productos riesgosos.

7. Los pisos y paredes deben ser lisos, sin grietas o rendijas y fácilmente descontaminables.

8. Debe contar con buena ventilación y preferiblemente contar con un sistema de extracción de aire.

9. El área debe contar con gabinetes, bandejas, y mesas de trabajo, de material metálico fácilmente descontaminable (1) que permita mantener los desechos de manera ordenada y clasificada (según tipo y clase de radionucleido), acorde con lo anotado en la bitácora.

Nota:

(1) El Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana especifica lo siguiente:

- Sólidos compactables: las bolsas de desecho deben ser colocadas en estantes metálicos o estañones sobre el piso.
- Sólidos no compactables: los recipientes de plástico rígido deben colocarse en estantes metálicos o sobre el piso.

10. El desecho debe tener el blindaje adecuado, por lo que se debe contar con protecciones de blocks de plomo u hormigón.

11. Debe contar con los implementos de seguridad necesarios contra la acción de fenómenos naturales y emergencias, tales como electricidad en caso de emergencia, sistema de combate contra incendios, etc.

b. Lineamientos por considerar durante la fase de diseño de las instalaciones.

1. La capacidad de almacenamiento debe determinarse con base en la producción de desechos pronosticada, la vida útil esperada de la instalación de almacenamiento y del tiempo de decaimiento de cada radionucleido. (2).

Nota:

(2). El Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana se refiere a los siguientes lineamientos de la capacidad de almacenamiento:

- Se recomienda que se prevea un 20% de espacio de reserva por posible fluctuación en el trabajo.
- Deben crearse las condiciones necesarias para almacenar temporalmente las cantidades de desechos radiactivos que se generen en la instalación por lo menos en un año.

2. Se debe proporcionar estantes o pozos de hormigón en los cuales se coloquen los desechos. Preferiblemente se les debe colocar tapas o puertas con las siguientes características:

- Emisores beta de baja y media energía: puertas de PVC o metacrilato.
- Emisores beta de alta energía: utilizando pantallas combinadas de PVC o metacrilato y plomo.
- Emisores gamma: puertas metálicas, blindadas con plomo.

3. Los pisos fáciles de descontaminar deben ser preferiblemente desmontables y con 5cm de desnivel con respecto al exterior para evitar contaminación en el caso de derrames.

4. Las ventanas y rendijas en paredes o techo deberán estar protegidas para evitar la entrada de insectos y roedores.

III. Documentos de Referencia

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide.

Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste.

Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión Ambiental. Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: 2001.

Unidad de Gestión del Riesgo y Control de Radiaciones. Dirección General de Salud. Ministerio de Salud. Tabla de Exigencias. San José, Costa Rica.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

III Parte.

- **Evaluación, control, actualización, y revisión del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos**
- **Capacitación del personal**

1. Evaluación y control de resultados del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

Procedimiento de Evaluación y Control Interno del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

P-EI-01

Revisión: A

I. Propósito

Proveer una herramienta de evaluación interna que pueda desarrollar el OPR dentro del desarrollo del trabajo habitual con el fin de verificar la correcta realización del manejo de los desechos, además de establecer los debidos controles del proceso sin necesidad de una auditoria externa.

II. Alcance

Este procedimiento presenta la forma de utilizar una herramienta que permitirá a cada servicio de Medicina Nuclear de la CCSS, realizar una evaluación interna del manejo de los Desechos Radiactivos y estipular los controles necesarios a las fallas presentes. De igual manera, les proporciona una herramienta para el registro y control de los resultados obtenidos durante su aplicación.

III. Responsables

Oficial de Protección Radiológica

Es el encargado de aplicar la herramienta en cada etapa del manejo de los desechos. A cada deficiencia encontrada debe aplicarle su debido control y documentar lo obtenido en cada evaluación. Además, debe capacitar al personal responsable de realizar alguna etapa de la gestión sobre el uso de la herramienta.

Personal Encargado de la Gestión de Desechos Radiactivos

Debe realizar el manejo de los desechos según lo estipulado en el Procedimiento de Manejo de Desechos Radiactivos en Servicios de Medicina Nuclear, ya que en ella se basa la Hoja de trabajo para el Manejo de Desechos Radiactivos. En caso de no poder proceder según lo estipulado, consultar las medidas de control específicas para cada etapa. Debe informar al OPR cualquier eventualidad en el proceso.

IV. Lineamientos para desarrollar la herramienta

En el apéndice 5 y 6 se muestra una herramienta que permite controlar y verificar la calidad y seguridad del proceso de Manejo en todas sus fases. Esta herramienta fue diseñada bajo los criterios de la metodología APPCC. Su aplicación se llevará a cabo de la siguiente forma:

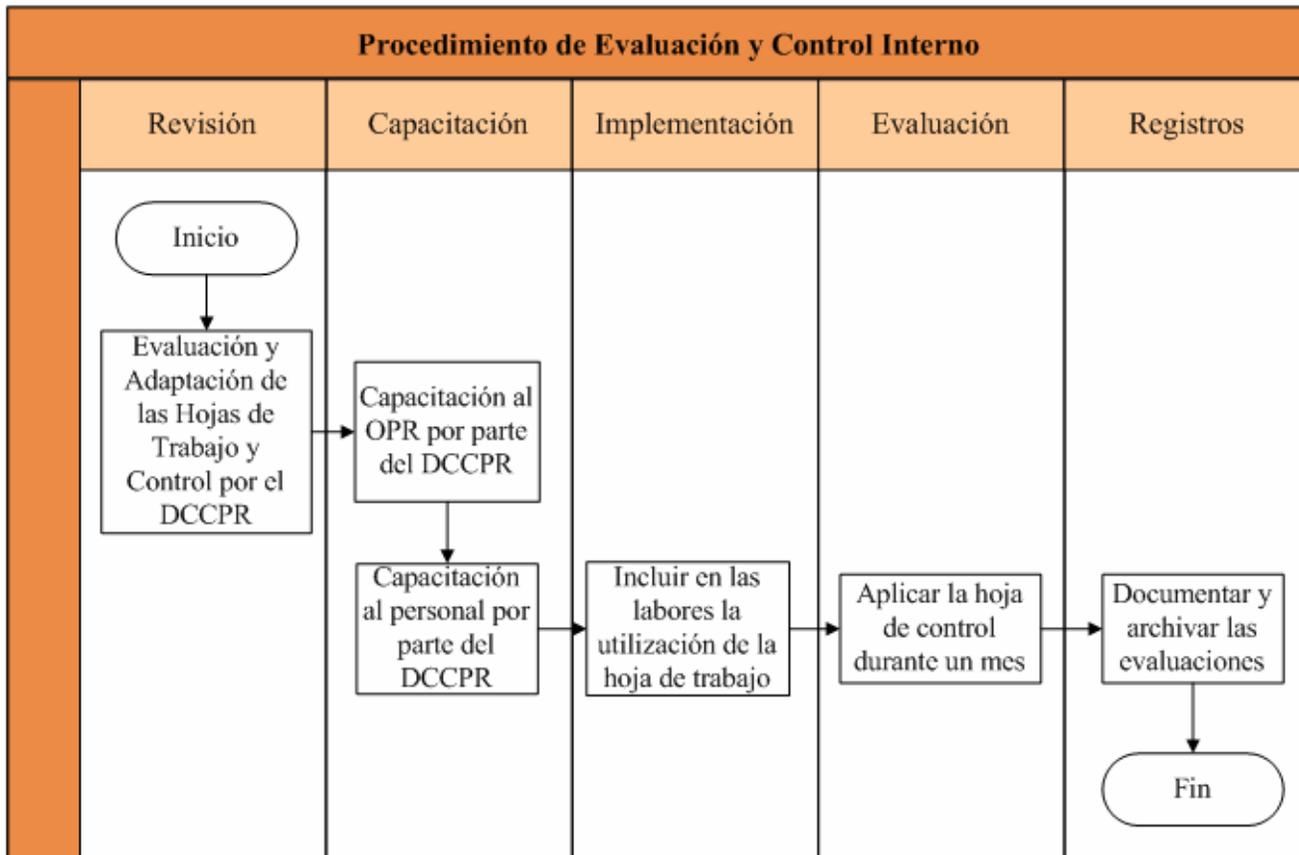
Etapa	Descripción
1.	Capacitar al OPR en la utilización de la <i>Hoja de Trabajo para Manejo de los Desechos Radiactivos y la Hoja de Control del Manejo de los Desechos Radiactivos</i> , herramientas de evaluación y control interno.
2.	El OPR debe capacitar al personal del servicio que realiza la gestión en el uso de la herramienta. Deben conocer que el manejo posee límites para controlar su calidad, que en caso de no cumplirse, deben ser corregidos aplicando las medidas correctivas estipuladas en la <i>Hoja de Trabajo del Manejo de los Desechos Radiactivos</i> . Además, se debe contemplar que en caso que el personal no pueda proceder por una falla que no posee medida de control, se debe informar al OPR de inmediato, quien determinará el control necesario. En casos necesarios se solicitará asesoría por parte del DCCPR.
3.	Una vez cumplido un mes desde el inicio de la implementación del Programa de Gestión de los Desechos en el servicio, el OPR deberá iniciar la evaluación del manejo realizado. Esta evaluación se

	realizará de mes de por medio. (Ejemplo: enero, marzo, mayo, etc.)
4.	El OPR contará con un mes para completar la evaluación de las etapas del manejo, la cual implica además de las inspecciones, el llenado de la <i>Hoja de Control del Manejo de los Desechos Radiactivos</i> .
5.	Cada etapa del manejo se debe evaluar por medio de observación directa. Se propone la inspección de las áreas por muestras al azar.
6.	La periodicidad de las inspecciones para la evaluación depende del tipo y la cantidad de desechos generados por servicio de Medicina Nuclear. Cada OPR debe establecer el número de inspecciones necesarias para cada etapa.
7.	La hora de la aplicación de la herramienta dependerá del flujo de pacientes y la carga de trabajo del día.

V. Documentación de las evaluaciones realizadas

El OPR es el encargado del registro de las evaluaciones internas del programa por medio de la *Hoja de Control del Manejo de los Desechos Radiactivos*. Estos registros deben ser archivados en la oficina del OPR, por fecha de aplicación y además deben encontrarse en un lugar accesible ya que serán un comprobante de la puesta en práctica y actualización del Programa. Estos registros serán solicitados por el DCCPR durante sus auditorias al servicio.

VI. Diagrama de flujo del Procedimiento de Evaluación y Control Interno



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

VII. Documentos de referencia

Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas. Centro de Capacitación y Referencia FAO/OIEA para el Control de los Alimentos y los Plaguicidas. Roma: 2003. Disponible en:

[Http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/y1390s00.htm#Contents](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/y1390s00.htm#Contents). Consultado: 26 de octubre, 2006.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

***Procedimiento de Evaluación y Control Externo del Programa de Gestión
de Desechos Radiactivos***

P-EE-01

Revisión: A

I. Propósito

Proveer al DCCPR de un medio de evaluación de los Servicios Medicina Nuclear de la CCSS que implementen el Programa de Gestión de Desechos Radiactivos propuesto. Esto, con la finalidad de que mediante un ente asesor externo, se logre controlar y mejorar, continuamente, los resultados generados con la aplicación del Programa.

II. Alcance

Este procedimiento presenta una secuencia de actividades necesarias para realizar auditorias a los Servicios de Medicina Nuclear por parte del DCCPR. Con su utilización, se espera obtener indicadores del cumplimiento del manejo que se desarrolla en cada servicio y posteriormente, presentar posibles soluciones a las deficiencias detectadas con la evaluación.

III. Responsables

El DCCPR será el responsable de realizar las auditorias para constatar la correcta aplicación del Programa y verificar los resultados obtenidos. Además, los asesorará en las deficiencias que se presenten en cada uno.

En el siguiente cuadro se resume la estructura general de evaluación externa para el Programa.

Cuadro 1. Estructura de la evaluación externa

Etapa	Instrumento de evaluación	Indicador	Parámetro
Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos	Lista verificación (consultar apéndice 7)	% cumplimiento	100% de cumplimiento de los aspectos con carácter obligatorio

IV. Descripción de Actividades

a. Evaluación con lista de verificación

1. Se recomienda incluir los lineamientos de verificación que se muestran en el Apéndice 7, dentro de las metodologías de evaluación del DCCPR para los servicios de Medicina Nuclear. Su utilización permitirá establecer la relación directa de cumplimiento entre la gestión realizada en los servicios con lo que se establece en el Programa.

Notas:

(1). La periodicidad con que se realicen las evaluaciones deberá ser de dos por año; la primera completa y la siguiente de seguimiento. La programación de dichas evaluaciones deberá efectuarse en el planeamiento anual de evaluaciones del DCCPR.

(2). El llenado de la lista de verificación será por observación directa durante la realización de las labores normales del servicio evaluado.

2. Una vez aplicada la lista de verificación, se procederá a la obtención del porcentaje de cumplimiento de cada servicio. Dado que la lista de verificación está subdividida en apartados, se deberá establecer la relación de los aspectos positivos detectados entre la totalidad de aspectos evaluados por apartado. Se recomienda indicar esta relación de manera porcentual e ilustrar estos resultados por medio de un gráfico que permita visualizar las áreas con mayores deficiencias detectadas. Se considerará un resultado positivo si se

obtiene el 100% de cumplimiento en los aspectos que no poseen asterisco, los cuales son aspectos de carácter significativo.

3. Dentro del informe de evaluación que brinda el DCCPR, para la parte específica de la gestión de desechos, se propone que brinden las recomendaciones para cada fase del manejo que cuente con deficiencias, lo que facilitará al servicio la adaptación de las recomendaciones al Programa, pues la estructura del procedimiento de Manejo se encuentra subdividido en dichas fases.

4. Por cada deficiencia reportada, se deberá establecer plazos para que el servicio implemente las acciones correctivas necesarias. Trascurrido el plazo, el servicio deberá entregar un documento donde se encuentren las acciones y medidas implementadas para solventar las deficiencias y reducir la posibilidad de que se vuelvan a presentar.

5. La información obtenida en cada evaluación deberá ser documentada y archivada para así, contar con un registro que permita dar seguimiento del control de las deficiencias detectadas en cada servicio en futuras evaluaciones.

b. *Evaluación de los registros.*

6. Se solicitará a cada OPR los registros donde se ha documentado la realización de la evaluación interna y el avance de la gestión de los desechos. Éstos deben encontrarse completos y actualizados.

V. *Documentación de las evaluaciones realizadas al servicio por parte del DCCPR*

El servicio de Medicina Nuclear debe poseer un registro de cada auditoria realizada, que abarque los resultados del informe emitido por el DCCPR. De esta forma se contará con un registro de los aspectos evaluados, las mejoras necesarias propuestas y si en un plazo razonable se dio su implementación. El OPR será el encargado de archivar dichos registros en su oficina. A continuación se presenta un formato para llevarlo a cabo.

Formato de documentación

a. Datos Generales

Fecha: _____

Personal que atendió la evaluación:

_____ Firma _____
 _____ Firma _____

Equipo evaluador:

_____ Firma _____
 _____ Firma _____
 _____ Firma _____

b. Características de la evaluación realizada

Tipo de evaluación realizada		Actividad y aspectos planificados no inspeccionados	Observaciones
Completa	Seguimiento		

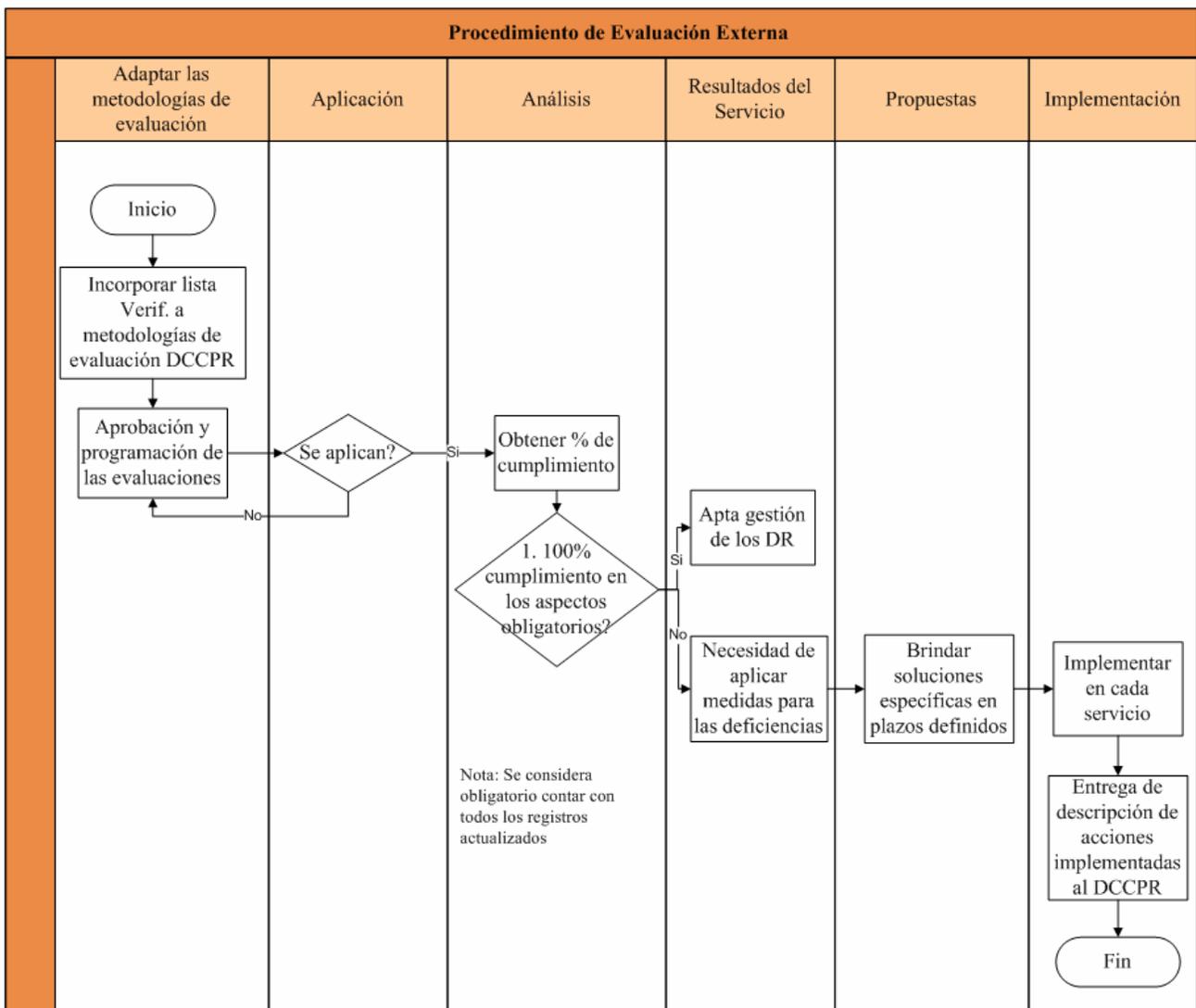
c. Resultados del Informe suministrado por el DCCPR

Deficiencias detectadas	Otros aspectos detectados	Recomendaciones	Fecha límite para eliminar deficiencias en la gestión

d. Acciones aplicadas para solventar las deficiencias reportadas de la evaluación

Deficiencias detectadas	Acciones tomadas	Acciones de calidad correctivas
	Se detallarán las acciones aplicadas por el servicio para solventar las deficiencias	Se detallarán las acciones de Control de Calidad que se realizaron o realizarán para que la deficiencia detectada no se vuelva a repetir

VI. Diagrama de flujo del Procedimiento de Evaluación externa



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

VII. Documentos de referencia

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide. Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste. Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Establecimiento de un Sistema Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos: Colección de Seguridad N°111-S-1. Viena: 1996.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la gestión de desechos radiactivos: Colección de Seguridad N°111-F. Viena:1996.

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría

Revisado: _____

Aprobado: _____

Efectivo: _____

2. Actualización y revisión del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

Con el propósito de mantener el Programa de Gestión de Desechos Radiactivos propuesto actualizado y en un proceso de mejora continua, se recomienda llevar a cabo una revisión anual de sus contenidos y formato. Será responsabilidad de OPR planificar esta actividad dentro del cronograma de actividades del año. La primera revisión tendrá lugar después de transcurrir un año de su implementación, posteriormente, es recomendable que se efectúe en el mes de enero de cada año para que se puedan tomar en cuenta los resultados de las evaluaciones tanto internas como externas que se hayan realizado en el año anterior. Sin embargo, en caso que se presenten factores externos como los son cambios legislativos importantes será necesario efectuar la revisión y actualizar en la menor brevedad posible para garantizar la efectividad del Programa según el entorno.

En caso de presentarse los siguientes factores internos se deberá realizar una inmediata actualización:

- La introducción al servicio de avances tecnológicos que involucren el uso de otros radionucleidos, técnicas, implementos, entre otros.
- Cambios en las actividades de los radionucleidos que se utilizan.
- Variaciones del personal encargado de realizar la gestión.
- Cambios importantes de infraestructura.

Los principales aspectos del Programa que requerirán actualización serán:

- Implementos necesarios para la gestión de los nuevos desechos
- Realizar cambios en la bitácora
- Actualización de la lista de verificación con los requisitos que se deben establecer para la gestión segura de los nuevos desechos
- Los cuadros de tiempos de decaimiento
- Delimitación de las responsabilidades
- Agregar temas a las capacitaciones
- Establecimiento de rutas

En caso de realizar un cambio drástico al contenido o formato de los registros, éstos deberán ser autorizados por el DCCPR.

1. Capacitación

Para lograr alcanzar lo estipulado en el Programa de Gestión de los Desechos Radiactivos es necesario que todo el personal encargado de realizar al menos una parte de la gestión de los desechos se encuentre capacitado.

La capacitación incluye tres etapas.

- En la Etapa 1: es necesaria una reunión planificada, de manera que asistan los Oficiales de Protección Radiológica de cada hospital y miembros del personal del DCCPR.
- En la Etapa 2: se debe realizar una reunión con los trabajadores de los servicios, por lo que se podrían tomar las horas sin atención a pacientes para exponer la materia o, puede dividirse la información en temas por abarcar en días diferentes. No obstante, se debe cumplir con el periodo de capacitación estipulado en el cronograma por el DCCPR.
- Etapa 3: Se puede llevar a cabo con una capacitación directa entre el OPR y el nuevo trabajador.

Contenido de las capacitaciones

Etapa	A quien se dirige	Contenidos
1. Capacitación brindada por el DCCPR	A los OPR de cada servicio	1. Manejo de desechos radiactivos. 1.1. Procedimiento de Manejo de Desechos Radioactivos en Medicina Nuclear y uso de las guías respectivas (segregación, bitácora y la etiqueta, ecuación de decaimiento, ruta y hora para el transporte y especificaciones del área de almacenamiento).
		2. Evaluación y control de resultados del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos 2.1. Procedimiento de evaluación y control interno del Programa 2.2. Procedimiento de evaluación y control externo del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos 2.3. Continuidad de las evaluaciones 2.4. Plazos para entrega de documentos
		3. Actualización, revisión y documentación 3.1. Registro de los resultados de evaluaciones internas, auditorias y cambios en la documentación 3.2. Situaciones que implican actualización de la documentación
		4. Estrategias personalizadas para cada servicio
		5. Actualización de registros
2. Capacitación brindada por el OPR	<ul style="list-style-type: none"> • Al personal del servicio que lleva a cabo la gestión de los desechos • Personal de nuevo ingreso con 	1. Manejo de desechos radiactivos. 1.1. Procedimiento de Manejo de Desechos Radioactivos y uso de las guías respectivas. Responsabilidades de cada miembro 1.3. Cálculo y uso de tabla tiempo de

	funciones de la gestión de los desechos	decaimiento. 1.4. Horas de transporte y zonas por donde se lleva a cabo. 1.5. Documentación necesaria que posea el servicio. 1.6. Situaciones que implican Revisión y actualización del programa en la menor brevedad posible 1.7. Periodicidad de las inspecciones 1.8. Plazos para entrega de documentos
--	---	---

Creado: Mónica Carpio y Karol Chavarría
Revisado: _____
Aprobado: _____
Efectivo: _____

IV Parte.

Cronograma de Actividades

Cronogramas de actividades

Las fechas de inicio podrán variar según la disposición del DCCPR. Lo que si se recomienda es procurar cumplir con los plazos de tiempo estipulados para cada actividad, de esta forma se podrá obtener el cumplimiento o no de los objetivos del Programa.

1. Cronograma General de actividades del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

Descripción de actividades	Duración (días hábiles)	Comienzo	Fin
1. Entregar el PGDR al Jefe del DCCPR	1 día	08/06/2007	08/06/2007
2. Revisar y adaptar el PGDR según aspectos técnicos y administrativos	20 días	11/06/2007	03/07/2007
3. Aprobar la aplicación del PGDR en los servicios de Medicina Nuclear	20 días	09/07/2007	03/08/2007
4. Designar la implementación en los servicios de Medicina Nuclear	15 días	06/08/2007	24/08/2007
5. Realizar una reunión con los OPR de cada servicio y el Jefe del DCCPR con el fin de explicar el funcionamiento del PGDR y las actividades que se deberán implementar los servicios	15 días	27/08/2007	14/09/2007
6. Informar al personal de los servicios sobre las acciones que se realizarán y el funcionamiento del PGDR	10 días	17/09/2007	28/09/2007
7. Implementar las estrategias personalizadas propuestas	125 días	01/10/2007	21/03/2008
8. Entregar un reporte del cumplimiento de las acciones solicitadas al DCCPR	5 días	24/03/2008	28/03/2008
9. Confeccionar el manual de manejo de desechos radiactivos según el PGDR	20 días	31/03/2008	25/04/2008

10. Presentar al personal el manual y capacitar sobre las nuevas directrices y sus debidos responsables	20 días	28/04/2008	23/05/2008
11. Implantar las disposiciones contempladas en el PGDR en la gestión que se realiza en cada servicio	15 días	26/05/2008	13/06/2008
12. Ejecutar el procedimiento de evaluación interna y registrar debidamente	20 días	16/06/2008	11/07/2008
13. Ejecutar el procedimiento de evaluación externa	20 días	14/07/2008	08/08/2008
14. Registrar la realización del procedimiento de evaluación y las acciones ejecutadas	15 días	11/08/2008	29/08/2008
15. Realizar una revisión de contenido y formato del PGDR	15 días	18/08/2008	05/09/2008
16. Modificar el PGDR según corresponda	15 días	08/09/2008	26/09/2008

2. Cronogramas para la implementación de las estrategias personalizadas

I. Cronograma de actividades para el Servicio del Hospital Calderón

Descripción de Actividades	Duración (días hábiles)	Comienzo	final
1. Dotar los implementos para la segregación.	60 días	01/10/2007	21/12/2007
2. Segregar diferente	8 días	02/01/2008	11/01/2008
3. Seccionar pozo de decaimiento de los Generadores	5 días	01/10/2007	05/10/2007
4. Colocar tapas blindadas	5 días	08/10/2007	12/10/2007
5. Realizar el cálculo del tiempo de decaimiento	20 días	15/10/2007	09/11/2007
6. Disponer de una única bitácora	15 días	14/01/2008	01/02/2008
7. Registrar en la bitácora la tasa de dosis de los desechos	5 días	04/02/2008	08/02/2008
8. Etiquetar y registrar	15 días	11/02/2008	29/02/2008
9. Establecer la forma, las horas y la ruta del traslado	15 días	03/03/2008	21/03/2008
10. Rotular zonas con desechos radiactivos en decaimiento	10 días	24/03/2008	04/04/2008
11. Realizar inspecciones del estado de los desechos	5 días	07/04/2008	11/04/2008
12. Retirar los desechos	5 días	14/04/2008	18/04/2008
13. Contar con una mesa afuera de la bodega de almacenamiento.	60 días	01/10/2007	21/12/2007
14. Limpieza de la bodega	18 días	02/01/2008	25/01/2008
15. Vender el plomo	20 días	28/01/2008	22/02/2008
16. Delegar el cargo de OPR sustituto	20 días	25/02/2008	21/03/2008

II. Cronograma de actividades para el Servicio del Hospital México

Actividades	Duración (días hábiles)	Comienzo	Final
1. Adquisición de un bote blindado para el área de preparación de Galio y Tecnecio	60 días	01/10/2007	21/12/2007
2. Corrección de la bitácora.	15 días	01/10/2007	19/10/2007
3. Establecer una codificación para los filtros de Tecnegas desechados.	10 días	22/10/2007	02/11/2007
4. Realizar el cálculo del tiempo de decaimiento	15 días	05/11/2007	23/11/2007
5. Establecer las horas y días para el traslado de los desechos.	15 días	26/11/2007	14/12/2007
6. Realizar inspecciones del estado de los desechos	5 días	17/12/2007	21/12/2007

III. Cronograma de actividades para el Servicio del Hospital San Juan de Dios

Actividades	Duración (días hábiles)	Comienzo	Final
1. Acondicionar las áreas de segregación	15 días	01/10/2007	19/10/2007
2. Segregar las jeringas junto con agujas	5 días	22/10/2007	26/10/2007
3. Realizar el cálculo del tiempo de decaimiento	20 días	29/10/2007	23/11/2007
4. Disponer de 2 bitácoras	20 días	26/11/2007	21/12/2007
5. Registrar en la bitácora la tasa de dosis de los desechos	4 días	02/01/2008	04/01/2008
6. Etiquetar y registrar	15 días	07/01/2008	25/01/2008
7. Establecer la forma, las horas y la ruta del traslado	15 días	28/01/2008	15/02/2008
8. Realizar las inspecciones del estado de los desechos	5 días	18/02/2008	22/02/2008
9. Establecer posibles días de recolección	5 días	25/02/2008	29/02/2008

V. Parte

Conclusiones y Recomendaciones del Programa de Gestión de Desechos Radioactivos para los Servicios de Medicina Nuclear de la CCSS

Conclusiones

- El Programa de Gestión es un modelo de trabajo práctico y alcanzable para llevar a cabo el manejo de los desechos radiactivos de forma adecuada y uniforme en los Servicios de Medicina Nuclear.
- La aplicabilidad del Programa abarca la gestión de los desechos radiactivos provenientes de la preparación y aplicación de dosis en los Servicios de Medicina Nuclear.
- Los métodos de evaluación externos e internos propuestos para el Programa, permitirán mantenerlo en un proceso de mejora continua por lo que sus contenidos estarán actualizados según el entorno y las condiciones propias de los servicios.
- El Programa le permitirá a los Servicios obtener resultados favorables en las evaluaciones efectuadas por el Ministerio de salud, ya que fue diseñado con base en los lineamientos propuestos por el OIEA y legislación nacional.

Recomendaciones

- Implementar a cabalidad las estrategias personalizadas en los Servicios dado que estas representan las herramientas directas para lograr adoptar el Programa de Gestión de Desechos Radiactivos.
- Incorporar y adecuar las herramientas de evaluación propuestas en el Programa en las metodologías propias del DCCPR.
- Realizar reuniones semestrales entre los OPR y el DCCPR para crear espacios de discusión de diversos temas de los servicios en general, donde se incluya el de la gestión de los desechos radiactivos. Durante estos espacios se podrá conocer la

percepción del personal con respecto al Programa, estas opiniones deberán ser consideradas.

- Establecer un medio de comunicación directa entre el Ministerio de Salud y el DCCPR, con el fin de informarlo sobre variantes en los requisitos solicitados a los Servicios en materia de manejo de desechos radiactivos.
- Ampliar la cobertura del Programa por medio de la inclusión de lineamientos para realizar la gestión de los desechos radiactivos fisiológicos.

VI Parte.

Apéndices del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

Apéndice 1. Estrategia personalizada para el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia.

I. Propósito

Proponer alternativas de mejora para la gestión de los desechos radiactivos en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón, que permitan alcanzar lo propuesto en el Programa de Gestión de desechos radiactivos para hospitales de la CCSS.

II. Contenido de actividades y responsables

Es necesario retirar los pozos de decaimiento del cuarto caliente. De no ser posible, adecuarlos según se indica a continuación.

Actividades	Descripción	Responsable
<p>1. Dotar al servicio de los implementos blindados necesarios para segregar los desechos, conforme su generación, según el tipo de radionucleido y características físicas.</p>	<p>Determinar, exactamente, los implementos necesarios según el volumen y tipo de desechos generados en el servicio. Además de predeterminar el área de la posible colocación dentro del cuarto de preparación. Posteriormente presentar la solicitud de compra al Comité Local de Seguridad Radiológica y tramitar la compra en la menor brevedad posible.</p> <p>Recomendación:</p> <p>Acondicionar un espacio entre el pozo de decaimiento de jeringas y el recipiente blindado para ubicar bloques de plomo como blindaje para colocar contenedores para la segregación de materiales contaminados con Yodo.</p>	<p align="center">Radiofarmaceuta OPR</p>

2. Realizar una segregación inicial de los desechos más específica	Segregar según se muestra en el cuadro 1.	Radiofarmaceuta OPR
3. Seccionar el pozo de decaimiento de los Generadores	Con la finalidad de facilitar la colocación y orden del pozo de decaimiento de los Generadores, seccionar su área en tres zonas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zona para Generadores ▪ Zona para contenedores de Galio ▪ Zona para contenedores de Yodo 	OPR
4. Colocar tapas blindadas a los contenedores de jeringas y frascos de Galio y Tecnecio	Mientras se espera el arribo de los blindajes comprados, adecuar tapas de plomo para los baldes donde se colocan materiales punzocortantes contaminados con Galio y Tecnecio recién utilizados.	OPR
5. Realizar el cálculo del tiempo de decaimiento	Consultar la guía III “Cálculo del tiempo de decaimiento” establecida para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos.	Radiofarmaceuta OPR
6. Disponer de una única bitácora	Designar una única bitácora para el registro de la totalidad de los desechos radiactivos generados. Seccionarla en apartados diferentes: <ol style="list-style-type: none"> 1. Desechos de corta vida: <ul style="list-style-type: none"> Materiales contaminados con Tecnecio 2. Desechos de relativamente corta vida: <ul style="list-style-type: none"> Materiales contaminados con Tecnecio y Galio (segregarse juntos) Materiales contaminados con Yodo 3. Generadores Mb-Tc. 	OPR

	Consultar la guía II del registro en bitácora establecido en el procedimiento de gestión	
7. Registrar en la bitácora la tasa de dosis de cada uno de los paquetes y baldes generados, generador y contenedores de Yodo y Galio.	Medir las tasas de dosis emitidas por los desechos utilizando el Geiger Müller. Estas medidas realizarlas en un área de bajo nivel de radiación y sin blindajes cercanos para que no exista la posibilidad de que estos enmascaren el resultado. Posteriormente, registre el resultado en el apartado de la bitácora que corresponda.	OPR
8. Etiquetar y registrar todos los paquetes y baldes de desechos generados	<p>Establecer la codificación para los paquetes de materiales con Tecnecio/Galio, Yodo.</p> <p>Código de identificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para las bolsas y baldes de desechos de Galio y Tecnecio: secuencia de GT- 1, GT- 2, hasta GT-50. • Para las bolsas de desechos de Yodo: Y- 1, hasta Y-100. • Para los Generadores: original de la etiqueta • Para los contenedores de Yodo y Galio: Original de la etiqueta. <p>Notas</p> <p>(1). Al alcanzar el último número de la secuencia, reiniciar.</p> <p>(2). Consultar la guía II del registro y etiquetado de los desechos establecida para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos.</p>	Radiofarmaceuta OPR
9. Establecer la forma, las horas y la ruta del traslado de los desechos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trasladar los Generadores y contenedores de Galio y Yodo, del pozo de decaimiento a la bodega de almacenamiento, en horas de la tarde cuando el flujo de personas es más bajo dentro el hospital. ▪ Solicitar al servicio de mantenimiento la confección 	OPR Jefe del Departamento Mantenimiento

	<p>de una carretilla metálica propia para el servicio y específica para realizar el traslado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinar con el servicio de aseo que dado la importancia de la tarea del traslado de los desechos, se cuente con la disposición inmediata de un miembro para realizar el traslado cuando se solicite. <p>Nota</p> <p>(3). Consultar la guía IV de ruta y hora establecida para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos</p> <p>(4). La carretilla debe encontrarse rotulada con el símbolo internacional de radiactividad.</p>	<p>Jefe del Departamento de Aseo</p>
10. Rotular cualquier zona o recipiente que contengan desechos radiactivos en decaimiento	<p>Confeccionar rótulos para identificar las áreas donde se segreguen o almacenen desechos radiactivos dentro del cuarto caliente.</p>	<p>OPR</p>
11. Realizar inspecciones del estado de los desechos	<p>Verificar los cierres, estado físico de los desechos y condiciones del blindaje. Siempre monitoreando el área con el Geiger Müller. La periodicidad de las inspecciones dependerá del volumen de desechos generados.</p>	<p>OPR</p>
12. Retirar los desechos que ya posean el tiempo de decaimiento necesario del área de almacenamiento.	<p>Revisar en la bitácora los desechos que hayan cumplido sus tiempos de decaimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Corta vida: recolectar una vez por semana, posterior a la recolección inspeccionar rápidamente el estado físico del resto de los desechos. ✓ Relativamente corta vida: recolectar una vez por mes. <p>Notas</p> <p>(5). Registrar en la bitácora su salida.</p>	<p>OPR</p>

	(6). Monitorear a un metro de distancia los desechos salientes con el Geiger Müller.	
13. Colocar una mesa afuera de la bodega de almacenamiento.	Presentar una solicitud para la compra de una mesa metálica al Comité Local de Seguridad Radiológica y tramitar la compra en la menor brevedad posible. Propuestas de dimensiones: 1m de largo, 0.5m de ancho y 106.7 cm de alto (Percentil 50, altura del codo, Kodak`s Ergonomic Design for people at work)	OPR
14. Retirar los desechos que ya no se consideran radiactivos de la bodega de almacenamiento.	Establecer un día para segregar los materiales no radiactivos que se encuentran en la bodega de almacenamiento final en: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plomo ▪ Desecho infectocontagioso ▪ Desecho convencional Seleccionar los desechos que ya cumplieron sus tiempos de decaimiento, utilizar como referencia los registros de la bitácora de la OPR. Monitorearlos con el Geiger Muller para confirmar que el nivel de radiación emitida es igual o menor al background en la mesa de trabajo fuera de la bodega para disminuir la exposición al resto de los desechos que se encuentran en la bodega.	OPR
15. Vender el plomo	Contactar a un comprador de plomo para vender todo el plomo que se obtenga de la limpieza de la bodega, además de establecer un convenio para realizar posteriores ventas. El dinero obtenido puede invertirse en la compra de blindajes específicos para realizar la segregación y otros implementos necesarios del servicio.	Jefe del Servicio
16. Delegar el cargo de OPR sustituto	A nivel interno proponer a un miembro del personal del servicio para el puesto de OPR sustituto. Y	Jefe del Servicio

	proceder con la solicitud de nombramiento según corresponda y su debida capacitación.	
--	---	--

Cuadro 1. Propuesta para la segregación de los desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia

Segregar en:	Materiales contaminados con Tecnecio y Galio		Materiales contaminados con Yodo		Contenedores originales	Generador Mb-Tc
	Punzo-cortante	Otros materiales	Viales, etc.	Otros materiales		
Tipo:					Blindaje original	
Contenedor:	Baldes rojos con tapa en zonas blindadas	Bolsas transparentes con espesor mínimo de 0.5mm en recipientes blindados	Baldes rojos con tapa en zonas blindadas	Bolsas transparentes con espesor mínimo de 0.5mm en recipientes blindados		
Zona:	Pozo de decaimiento de jeringas	Pozo de decaimiento de jeringas	Área entre pozo de decaimiento de jeringas y recipiente blindado	Área entre pozo de decaimiento de jeringas y recipiente blindado	Pozo de decaimiento del generador	

Nota:

(1). Por factores prácticos, los materiales contaminados con Tecnecio y Galio se propone disponerlos juntos, sin embargo para el cálculo del tiempo de decaimiento de los paquetes o baldes de desechos se asumirán como si sólo contuvieran desechos de Galio.

	<p>Nota:</p> <p>(1).Consultar la Guía II. Registro y etiquetado de los desechos.</p>	
<p>3. Establecer una codificación para los filtros de Tecnegas desechados.</p>	<p>Establecer la codificación para los filtros de Tecnegas.</p> <p>Se propone:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agrupar los filtros desechados por día (en una bolsa dentro de un mismo recipiente) ▪ Rotular el recipiente del día, identificarlos por medio de una secuencia de F-1, F-2 hasta F-50. <p>Notas:</p> <p>(1). Al alcanzar el último número de la secuencia, reiniciar con F-1 y así sucesivamente.</p>	<p>OPR</p>
<p>4. Realizar el cálculo del tiempo de decaimiento</p>	<p>Realizar lo establecido en la Guía II. Cálculo del tiempo de decaimiento para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos.</p>	<p>OPR</p>
<p>5. Realizar inspecciones del estado de los desechos</p>	<p>Verificar los cierres, estado físico de los desechos y condiciones del blindaje. Siempre monitoreando el área con el Geiger Müller. La periodicidad de las inspecciones dependerá del volumen de desechos generados.</p>	<p>OPR</p>

Apéndice 3. Estrategia personalizada para el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital

San Juan

I. Propósito

Proponer alternativas de mejoramiento para la gestión de los desechos radiactivos en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios, que permitan alcanzar lo propuesto en el Programa de Gestión de desechos radiactivos para Hospitales de la CCSS.

II. Contenido de actividades y responsables

Actividades	Descripción	Responsable
1. Acondicionar las áreas de segregación	Designar recipientes específicos para cada una de los siguientes grupos: (consultar cuadro 1.)	OPR
2. Segregar las jeringas junto sus respectivas agujas	Colocar la jeringa con la aguja, sin separarlas, en los baldes rojos con tapa en zonas blindadas ya sea en la radiofarmacia o en los cuartos de aplicación de dosis.	Técnicos, imagenólogos radiofarmaceutas OPR
3. Realizar el cálculo del tiempo de decaimiento	Consultar la Guía III. Cálculo del tiempo de decaimiento, establecida para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos.	OPR
4. Disponer de dos bitácoras, dado el volumen de desechos generados en este servicio.	Primer Bitácora: seccionarla en dos apartados (exclusiva para materiales contaminados) 1. Desechos de corta vida: Materiales contaminados con Tecnecio 2. Desechos de relativamente corta vida: Materiales contaminados con Tecnecio y Galio (segregarse juntos)	OPR

	<p style="text-align: center;">Materiales contaminados con Yodo</p> <p>Segunda bitácora: seccionarla en dos apartados.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contenedores originales de Yodo y Galio 2. Generadores Mb-Tc. <p>Consultar la guía II del registro en bitácora establecido en el procedimiento de Manejo</p>	
5. Registrar en la bitácora la tasa de dosis a cada uno de los paquetes generados, generador y contenedores de Yodo y Galio.	<p>Medir las tasas de dosis emitidas por los desechos utilizando el Geiger Müller. Estas medidas realizarlas en un área de bajo nivel de radiación y sin blindajes cercanos para que no exista la posibilidad de que estos enmascaren el resultado.</p> <p>Posteriormente, registre el resultado en el apartado de la bitácora que corresponda.</p>	Radiofarmaceuta OPR
6. Etiquetar y registrar todos los paquetes de desechos generados	<p>Establecer la codificación para los paquetes de materiales con Tecnecio, Galio, Yodo.</p> <p>Código de identificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Para las bolsas y baldes de desechos de Galio y Tecnecio: secuencia de GT- 1, GT- 2, hasta GT-100. ▪ Para los desechos del Tecnagas, agruparlos por los generados en un día: secuencia de F-1, F-2 hasta F-50. ▪ Para las bolsas de desechos de Yodo: I- 1, hasta I-150. ▪ Para los Generadores: original de la etiqueta ▪ Para los contenedores de Yodo y Galio: Original de la etiqueta. <p>Notas:</p> <p>(1). Al alcanzar el último número de la secuencia, reiniciar.</p> <p>(2). Consultar la guía II “Registro y etiquetado de los</p>	OPR

	desechos” establecida para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos.	
7. Establecer la forma, las horas y la ruta del traslado de los desechos.	<p>Trasladar lo desechos de los diferentes cuartos de aplicación de dosis al cuarto de almacenamiento y del servicio a la bodega por medio de una carretilla en horas de la tarde.</p> <p>Nota:</p> <p>(3). La carretilla debe ser propia del servicio, encontrarse en excelente estado, de material metálico y encontrarse rotulada con el símbolo internacional de radiactividad.</p> <p>(4). Cambiar la actual carretilla para traslado a la bodega por una metálica o adecuarla para que sea fácilmente descontaminable.</p> <p>(5). Consultar la Guía IV de ruta y hora establecida para el Procedimiento de Manejo de los desechos radiactivos</p>	OPR
8. Realizar inspecciones del estado de los desechos	<p>Verificar los cierres, estado físico de los desechos y condiciones del blindaje. Siempre monitoreando el área con el Geiger Müller. La periodicidad de las inspecciones dependerá del acumulo de desechos por volumen de generación.</p>	OPR
9. Establecer posibles días de recolección de los desechos que ya posean el tiempo de decaimiento necesario del área de almacenamiento.	<p>Revisar en la bitácora los desechos que hayan cumplido sus plazos de decaimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Corta vida: recolectar una vez por semana, posterior a la recolección inspeccionar rápidamente el estado físico del resto de los desechos. ▪ Relativamente corta vida: recolectar una vez por mes. <p>Notas:</p> <p>(6). Registrar en la bitácora su salida.</p>	OPR

	(7). Monitorear los desechos salientes a un metro de distancia con el Geiger Müller.	
--	--	--

Cuadro 1. Propuesta para la segregación para los desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios

Segregar en:	Materiales contaminados con Tecnecio y Galio		Materiales contaminados con Yodo		Contenedores originales	Generador Mb-Tc
	Tipo	Punzo-cortante	Otros materiales	Viales, etc.		
Contenedor	Baldes rojos con tapa en zonas blindadas	Bolsas transparentes con espesor mínimo de 0.5mm en recipientes blindados	Baldes rojos con tapa en zonas blindadas		Bolsas transparentes con espesor mínimo de 0.5mm en recipientes blindados	Blindaje original

Nota:

(1). Por factores prácticos, los materiales contaminados con Tecnecio y Galio se propone disponerlos juntos, sin embargo para el cálculo del tiempo de decaimiento de los paquetes o baldes de desechos se asumirán como si sólo contuvieran desechos de Galio.

Apéndice 4. Etiqueta para rotular desechos de relativamente corta vida y larga vida

	DESECHO RADIATIVO
	<i>Código de identificación:</i>
	<i>Descripción:</i>
	<i>Fecha de descarte:</i> _____ <i>Fecha de dispensa:</i> _____

Fuente: Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 5. Hoja de trabajo para el Manejo de los desechos radiactivos

Instructivo de trabajo		Control y vigilancia	
Fase de la gestión	Descripción	Límites críticos	Medidas correctivas/control
1. Segregación	Clasificar los desechos según tipo y radionucleido que contienen.	Desechos en áreas y recipientes específicos según tipo y radionucleido	<p>*Si no se encuentra en zona blindada, colocar de inmediato en área que corresponda.</p> <p>*Si se encuentra en zona blindada, pero su actual ubicación implicará un riesgo posterior (exposición, punzonazo, etc) colocar donde corresponde. Si no implica tal riesgo, no mover.</p> <p>*Verificar la razón de la mala colocación.</p>
2. Acondicionamiento	<p>*Colocar los desechos en recipientes blindados y específicos según el tipo y radionucleido</p> <p>*Colocar etiqueta al desecho</p>	<p>*Jeringas con agujas: Recipiente rígido, etiquetado y en zona blindada</p> <p>*Contenedores de yodo y galio: blindajes originales etiquetados</p> <p>*Frascos de preparación: Recipiente rojo, rígido etiquetado, en zona blindada</p> <p>*Material contaminado: en bolsas etiquetadas para cada radionucleido en área blindada</p> <p>*Generador: blindaje original etiquetado</p>	<p>*Si no posee blindaje el requerido, colocar de inmediato.</p> <p>*Si cuenta con blindaje pero la actual ubicación representará un riesgo posterior colocar donde corresponda, si no, dejarlo. *Compra de blindaje para aquellos desechos que no lo poseen. (Considerar esto para desechos generados por una nueva tecnología o radionucleido)</p> <p>*Siempre verificar la razón de la mala o no colocación del blindaje.</p>
	Bitácora y etiqueta con datos del desecho	Datos del desecho anotados en la bitácora	<p>La bitácora debe contener:</p> <p> Código de identificación</p> <p>*radionucleido contenido</p> <p>*actividad</p> <p>*descripción del desecho</p> <p>* fecha de la medición</p> <p>*fecha de descarte final</p> <p>* firma del RPR o el radiofarmaceuta.</p> <p>La etiqueta debe contener:</p> <p>*código de identificación</p> <p>*descripción</p> <p>*fecha de descarte final</p>
3. Recolección y Transporte interno	<p>*Transporte del desecho lo más alejado del cuerpo y con blindaje</p> <p>*Ruta hacia el almacenamiento temporal es corta y sencilla durante horas donde transitan pocas personas.</p>	Desecho transportado con blindaje durante las horas y ruta previamente establecidas	<p>*Transportar el desecho con carretill propias del servicio, fácilmente descontaminables y señalizadas.</p> <p>*Si a la hora de realizarlo hay mucho tránsito de personas determinar un nuevo horario</p>
4. Almacenamiento	<p>*Colocar los desechos según tipo y radionucleido en área especialmente diseñada.</p> <p>*Desecho blindado y correctamente empacado en área resguardada.</p>	<p>Tiempo de decaimiento determinado para cada bulto</p> <p>Blindaje en cada desecho</p>	<p>*Si un material no posee blindaje, colocar alguno que ya no se encuentre en uso.</p> <p>*Colocar los desechos de manera ordenada según radionucleido y fecha de descarte.</p> <p>*En caso de falla en cierre de la puerta o mecanismo de resguardo, solicitar al servicio de mantenimiento el arreglo inmediato.</p>
5. Recolección disposición final	<p>*Medir la actividad</p> <p>* Retirar de la bodega y segregar en : desecho convencional, material reutilizable y desechos infectocontagiosos</p>	<p>tiempo de decaimiento= desecho cumple limite exención</p> <p>*Tasa de dosis≤background</p> <p>*Desecho sin etiquetas</p>	<p>*Si el desecho no ha alcanzado el límite de exención o no posee tasa de dosis necesaria, dejar decaer dentro del área.</p> <p>*Eliminar etiquetas a todos los desechos antes de retirarlos de la bodega</p>

Apéndice 6. Hoja de Control del Manejo de los desechos radiactivos

Fase de la gestión	Aspecto a evaluar	Fecha de inspección	Área	Cumplimiento de aspectos evaluados		Descripción	Total de incumplimientos por etapa al mes	
				Si	No			
1. Segregación	Desechos en áreas y recipientes específicos según tipo y radionucleido							
2. Acondicionamiento	<p>*Jeringas con agujas: Recipiente rígido, etiquetado y en zona blindada</p> <p>*Contenedores de yodo y galio: blindajes originales etiquetados</p> <p>*Fascos de preparación: Recipiente rojo, rígido etiquetado, en zona blindada</p> <p>*Material contaminado: en bolsas etiquetadas para cada radionucleido en área blindada</p> <p>*Generador: blindaje original etiquetado</p>							
	<p>La bitácora debe contener:</p> <p>* Código de identificación</p> <p>* radionucleido contenido</p> <p>* actividad</p> <p>* descripción del desecho</p> <p>* fecha de la medición</p> <p>* fecha de descarte final</p> <p>* firma del RPR o el radiofarmaceuta.</p> <p>La etiqueta debe contener:</p> <p>* código de identificación</p> <p>* descripción</p> <p>* fecha de descarte final</p>							

Continuación Apéndice 6

Fase de la gestión	Aspecto a evaluar	Fecha de inspección	Área	Cumplimiento de aspectos evaluados		Descripción	Total de incumplimientos por etapa al mes
				Si	No		
3. Recolección y Transporte interno	*Transporte del desecho lo más alejado del cuerpo y con blindaje. *Ruta hacia el almacenamiento temporal es corta y sencilla durante horas donde transitan pocas personas.						
4. Almacenamiento	*Desechos colocados según tipo y radionucleido en área especialmente diseñada. *Desecho blindado y correctamente empacado en área resguardada. *A cada bulto se le ha determinado el tiempo de decaimiento.						
5. Recolección disposición final	*po tiempo de decaimiento el desecho cumple límite exención *Tasa de dosis ≤ background *Desecho sin etiquetas y segregado *Se segrega en desecho convencional, material reutilizable y desechos infectocontagiosos						
Incumplimientos totales al mes							

Apéndice 7. Lista de verificación de la Gestión de los desechos radiactivos según lo estipulado en el Programa

Fecha: _____

Hospital evaluado: _____

Evaluador: _____ **Firma:** _____

OPR: _____ **Firma:** _____

Gestión de los desechos radiactivos	Sí	No	Observaciones
Generales			
Las áreas donde se realicen prácticas con material radiactivo son zonas controladas y se encuentran demarcadas y señalizadas.			
Sólo el personal capacitado y autorizado es el que lleva a cabo la manipulación de los desechos.			
Segregación. El desecho es identificado y clasificado según:			
Actividad del desecho			
Radionucleido presente			
Forma física del desecho			
Riesgos y peligros que representan			
- Vida media del radionucleido (periodo de semidesintegración)			
Documentación (bitácora). Incluye información de:			
Todos los materiales considerados radiactivos que se desechen del servicio			
- Descripción del desecho (tipo de desecho; agujas, vasos, etc.)			
Código de identificación del paquete.			
Tipo de radionucleido			
Actividad del desecho en el momento de descarte			
Actividad del desecho cuando se traslada hacia otra bodega			
Fecha de las mediciones			
Fecha tentativa de descarte final			
Firma del responsable.			
Acondicionamiento			
Los desechos son confinados en recipientes especialmente diseñados			
Los desechos radiactivos infectocontagioso y punzo cortantes poseen doble envoltura o se encuentran contenedores rígidos.			
Cada paquete de desechos cuenta con una etiqueta duradera con información del código de identificación, descripción del contenido y fecha de descarte final			

Los Generadores, contenedores originales de Yodo y Galio cuentan con la etiqueta original en buen estado.					
Transporte interno					
-Cuentan con carretillas propias del servicio					
-Carretillas son fáciles de descontaminar.					
Los desechos son transportados con blindaje.					
-Las carretillas se encuentran señalizadas					
La ruta hacia el almacenamiento temporal es corta y sencilla					
La ruta se lleva a cabo en horas donde transiten pocas personas.					
Almacenamiento temporal					
En caso de poseer dos almacenamientos:	(1)	(2)	Observaciones		
	Si	No	Si	No	
Cuenta con la señalización de presencia de radiactividad.					
La estructura cuenta con protecciones de blocks de plomo o concreto. Y sus superficies son fácilmente descontaminables.					
Se encuentra separado de las áreas de trabajo del personal del servicio, y su uso es exclusivo para el almacenamiento de los desechos y fuentes.					
Cuenta con ventilación o sistema de extracción.					
La capacidad de almacenamiento del área es adecuada para la cantidad de desechos generada.					
- Está separado de servicios y espacios donde se almacenen otros productos riesgosos.					
Permite fácil acceso, mantenimiento y control por el personal autorizado.					
- Los gabinetes, estantes, contenedores, mesas de trabajo, etc. son fácilmente descontaminables.					
Los gabinetes, estantes, contenedores, mesas de trabajo, etc. permiten mantener los desechos ordenados y clasificados según tipo y clase de radionucleido.					
Se cuenta con un área para realizar la segregación final de los desechos que hayan cumplido su periodo de decaimiento.					
- Cuenta con electricidad para casos normales y de emergencia.					
- Cuentas con sistemas de protección contra incendio.					
Permite un fácil rastreo de los desechos almacenados por medio del registro y las etiquetas.					
Se verifica la integridad y estado de los paquetes además de sus cierres y la posibilidad de contaminación de la superficie.					
El tiempo que permanecen los desechos en el área de almacenamiento corresponde al tiempo de decaimiento calculado para cada desecho.					

Diariamente se monitorea el área					
Recolección para disposición final					
Antes de retirar el desecho del área se verifica, con el equipo detector (Geiger Müller), que el nivel de radiación sea igual o menor al background.					
Se retiran las etiquetas y/o cualquier señal de presencia de radiactividad.					

VII Parte.

Anexo del Programa de Gestión de Desechos Radiactivos

Anexo 1. Símbolo de presencia de radiación recomendado por el OIEA.



Fuente: OIEA

VII. Bibliografía

Documentos

Caja Costarricense del Seguro Social. Departamento de Control de Calidad y Protección Radiológica. Curso Básico de Protección Radiológica. Costa Rica: 2006.

Caja Costarricense de Seguro Social. Reglamento del Sistema de Seguridad Radiológica. Costa Rica: 2002.

Campos, Gabriela y Navarro, Dinia. Diagnóstico y rediseño de los procesos de manejo y tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios del Hospital México. Proyecto de Graduación en Ingeniería Industrial: Universidad de Costa Rica, 1999.

Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 9.2. Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas. Madrid: 2001.

Espinosa MT, Partanen T, Piñeros M, Chaves J, Posso H, Monge P, Blanco L, Wesseling C. Determinación del historial de exposiciones en la epidemiología ocupacional. Revista Panamericana. Salud Pública.; 18(3):187-96, 2005.

International Atomic Energy Agency. Classification of Radioactive Waste: Safety Series No. 111-G-1.1. Vienna: Printed by IAEA, 1994.

International Atomic Energy Agency. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. Viena: Printed by IAEA, 1998.

International Atomic Energy Agency. Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities. Vienna: Printed by IAEA, 2003.

International Atomic Energy Agency. Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education: safety guide. Vienna: Printed by IAEA, 2005.

International Atomic Energy Agency. Radioactive waste management glossary. Vienna: Printed by IAEA, 1993.

International Atomic Energy Agency, Pan American Health Organization, World Health Organization. The Radiological accident in Sal Salvador. Vienna: Printed by IAEA 1990.

International Atomic Energy Agency. The Radiological Accident in Tammiku. Vienna: Printed by IAEA, 1998.

International Atomic Energy Agency. Management of small quantities of radioactive waste. Vienna: Printed by IAEA, 1998.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Centro Nacional de Seguridad Nuclear. Curso Regional de Capacitación para reguladores sobre la autorización e inspección de fuentes radiactivas en la práctica médica de Medicina Nuclear. La Habana, Cuba: 2003.

Ministerio de Salud. Reglamento N° 24037-S sobre Protección a Radiaciones Ionizantes. Costa Rica: 1994.

Ministerio de Salud. Dirección General de Salud. Unidad de Gestión del Riesgo. Control de Radiaciones. Desechos Radiactivos. Costa Rica: 2006.

Organismo Internacional de Energía Atómica. El Accidente Radiológico de Goiania. Viena: 1989.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Establecimiento de un Sistema Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos: Colección de Seguridad N°111-S-1. Viena: 1996.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la gestión de desechos radiactivos: Colección de Seguridad N°111-F. Viena:1996.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, incluida la clausura: Requisitos de Seguridad N° WS-R-2. Viena: 2004.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación: Colección de seguridad 115. Viena: 1997.

Organismo Internacional de Energía Atómica. Sobreexposición Accidental de Pacientes de Radioterapia de San José (Costa Rica). Viena: 1999.

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión Ambiental. Reglamento para la Gestión de desechos Radiactivos en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: 2001.

Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México. Caja Costarricense del Seguro Social. Manual de Manejo de Desechos Radiactivos.

Unidad de Gestión del Riesgo y Control de Radiaciones. Dirección General de Salud. Ministerio de Salud. Tabla de Exigencias. San José, Costa Rica.

World Health Organization. Technical Briefs. Wastes from Health Care Activities- Information from the World Health Organization. Vol 66, N.1. EBSCO Publishing: 2003.

Entrevistas

Departamento Control de Calidad y Protección Radiológica. Información: Radiaciones Ionizante en la CCSS. Octubre 2006. Facilitado por: Ingeniero Fredys Santos.

Departamento Control de Calidad y Protección Radiológica. Información: Radiaciones Ionizante en la CCSS. Octubre 2006. Facilitado por: Ingeniera Lourdes Salvador.

Escuela Ciencias Sociales, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Información: Radiaciones. Setiembre 2006. Facilitado por Celso Vargas.

Escuela Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Información: Manejo de desechos. Noviembre 2006. Facilitado por: Alma Deloya

Hospital Calderón Guardia. Información: Medicina Nuclear. Marzo, 2007. Facilitado por: Doctora Graciela Ramírez.

Hospital México. Información: Medicina Nuclear. Marzo, 2007. Facilitado por: Marco Vinicio Umaña

Hospital México. Información: Radioterapia. Marzo, 2007. Facilitado por: Érika Céspedes López.

Hospital San Juan de Dios. Información: Medicina Nuclear. Marzo, 2007. Facilitado por: Marlon Vargas.

Hospital San Juan de Dios. Información: Radioterapia. Marzo, 2007. Facilitado por: Aurea López Castro.

Páginas Web

Balek, Vladimir. Gestión de desechos radioactivos: Panorama de la gestión de desechos en los países de Europa Central y Oriental.1994. Disponible en: <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc6530/doc6530-1.pdf>. Consultado: 12 de septiembre, 2006.

Caja Costarricense de Seguro Social. Disponible en: <http://www.ccss.sa.cr/> Consultado: 7 de noviembre, 2006.

Colegio Oficial de Físicos. *Protección Radiológica*. Disponible en: <http://www.fisicaysociedad.es/view/default.asp?cat=549>. Consultado: 7 de noviembre, 2006.

Céspedes Vargas, Carlos. Evolución de la radiología como especialidad médica en Costa Rica durante el siglo XX: 1904-1980. *Acta Médica Costarricense*. Marzo, 2000. Vol.42, no.1, p.35-38. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022000000100010&lng=es&nrm=iso. Consultado: 8 de noviembre, 2006.

Gallego Díaz, Eduardo. Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes. Disponible en: http://www.ffii.nova.es/f2i2/publicaciones/libro_seguridad_industrial/LSI_Cap12.pdf Consultado: 31 de mayo, 2007.

González Pacheco, Carlos Eduardo y Cabezas Solera, Edgar Manuel. Esbozo Histórico: Hospital San Juan de Dios. Disponible en: <http://www.hsjd.sa.cr/modules/tinycontent/index.php?id=11>. Consultado: 8 de noviembre, 2006.

Junco Díaz, et al. Seguridad ocupacional en el manejo de los desechos peligrosos en instituciones de salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Cuba: Abril, 2003. Vol.41, n.1. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032003000100007&lng=pt&nrm=iso. Consultado: 31 de octubre, 2006.

Ministerio de Salud, Dirección Protección al ambiente Humano. *Guía para la elaboración del manual de procedimientos para radioterapia*. Programa Control de Radiaciones. Costa Rica. Disponible en:

<http://www.ministeriodesalud.go.cr/riesgos/guiasmanuales/guia%20manuales%20de%20procedimientos%20radioterapia.doc>. Consultado: 26 de octubre, 2006.

Ministerio de Salud del Perú. Norma Técnica de Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios. Disponible en:

<http://www.ucsm.edu.pe/SIAR/publicaciones/Manejo%20Residuos%20Solidos%20Hospitalarios.pdf>. Consultado en: 28 de enero, 2007.

Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas. Centro da Capacitación y Referencia FAO/OIEA para el Control de los Alimentos y los Plaguicidas. Roma: 2003. Disponible en: <Http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/y1390s00.htm#Contents>. Consultado: 26 de octubre, 2006.

VIII. Apéndices

Apéndice 1. Encuestas Higiénicas

Encuesta higiénica para el Servicio de Radioterapia

Nombre del aplicador: _____ Fecha: _____

Nombre del encargado(a): _____

Firma _____

1. Datos Generales del servicio

Tiempo de funcionamiento	
Área de tracción	
Cantidad de pacientes atendidos por día	

2. Organización del Trabajo

Jornada Laboral	
Turnos	
Periodos de descanso	
Rotación en las distintas fases de la labor. ¿Con qué frecuencia rotan, y por qué?	
¿Cuál es el nivel de trabajo actual? ¿es normal?	

3. Procedimiento de trabajo

a. Descripción de cada puesto de trabajo

Puesto	Descripción

b. Descripción detallada de los espacios de trabajo en que se desarrolla la actividad laboral (características generales)

c. ¿Anteriormente se han realizado cambios en los procedimientos? ¿Cuáles?

d. ¿A corto o mediano plazo, se esperan posibles cambios en los procedimientos?
¿Cuáles?

Procedimientos en caso de accidente o emergencia

4. Personal

a. Aspectos generales propios de los trabajadores y referentes a la actividad laboral
(vinculados en el recambio de las fuentes

Nombre del trabajador	Edad/ Sexo	Nivel académico	Tiempo de laborar en el servicio	Actividad que realiza	Trabajos anteriores	Activ. laborales externas

b. Jefe o encargado del servicio: _____

c. Responsable de Protección Radiológica: _____

d. Hay Personal extra que ingresa al Servicio (Prácticas de limpieza y mantenimiento en el servicio). Cómo y cuándo? Tiempo aproximado?

5. Equipos y Fuentes radiactivas utilizadas

a. Descripción de los equipos

Equipo	Fuente	Descripción

6. Condiciones de Seguridad

a. Dispositivos de Seguridad Radiológica

Dispositivo	Localización	Descripción

b. Áreas señalizadas (controladas/ supervisadas)

Área	Controlada/ supervisada	Señalización

7. Dosimetría

1. Tipo de dosímetro (Cuerpo entero/ Extremidades)

2. ¿Cada cuánto se verifica la dosis recibida?

3. Descripción del uso

7. Fuentes Decaídas

a. Fuentes decaídas.

Fuentes decaídas	-Características Físicas/Químicas	Actividad	Frecuencia de cambio

b. Procedimientos para el recambio de las fuentes:

Herramienta 5W-2H	
Preguntas primarias	Preguntas secundarias
¿Cuál es el propósito?	¿Por qué es necesario?
¿Dónde se realiza?	¿Por qué se realiza ahí?
¿Cuándo se realiza?	¿Por qué se hace en este momento?
¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace esta persona?
¿Cómo se hace?	¿Por qué lo realiza de esta manera?

c. Tipo de implementos utilizados para llevar acabo el recambio.

d. Registros de cantidades y controles de las fuentes gastadas almacenadas.

e. Zonas para cada etapa del recambio (distancias con respecto a los lugares de trabajo)

f. Existencia de Manual de procedimientos. ¿Qué incluye?

8. Exigencias del puesto

a. Preparación especial antes de empezar la actividad laboral (capacitación o inducción). ¿En qué consiste?

b. Existencia de exámenes de chequeo médicos periódicos

Encuesta Higiénica para el Servicio de Medicina Nuclear

Nombre del aplicador: _____ Fecha: _____

Nombre del encargado(a): _____

Firma _____

1. Datos Generales del servicio

Tiempo de funcionamiento	
Área de tracción	
Cantidad de pacientes atendidos por día	

2. Organización del Trabajo

Jornada Laboral	
Turnos	
Rotación en las distintas fases de la labor. ¿Con qué frecuencia rotan, y por qué?	

Plano de ubicación (Croquis)

3. Procedimiento de trabajo

a. Descripción de cada puesto de trabajo

Puesto	Descripción

b. ¿Anteriormente se han realizado cambios en los procedimientos? ¿Cuáles?

c. ¿A corto o mediano plazo, se esperan posibles cambios los procedimientos? ¿Cuáles?

d. Procedimientos en caso de accidente o emergencia

4. Personal

a. Aspectos generales propios de los trabajadores y referentes a la actividad laboral

Nombre del trabajador	Edad/ Sexo	Nivel académico	Tiempo de laborar en el servicio	Actividad que realiza

b. Jefe o encargado del Servicio: _____

c. Responsable de Protección Radiológica: _____

d. ¿Hay personal extra que ingresa al Servicio? (Prácticas de limpieza y mantenimiento en el servicio). ¿Cómo y cuándo? ¿Tiempo aproximado?

5. Equipos y Fuentes radiactivas utilizadas

a. Descripción de los equipos

Equipo	Descripción

b. Tipos de radionucleidos

1. Características de uso

Radionucleido	Aplicación	Frecuencia de adquisición	Tipos de Presentaciones

2. Frecuencia de uso

Radionucleido	Frecuencia de uso

3. Características específicas

Radionucleido	Vida Media	Tipo de radiación	-Características Físicas/Químicas	Actividad

6. Condiciones de Seguridad

a. Dispositivos de Seguridad Radiológica

Dispositivo	Localización	Descripción

b. Áreas de señalización (controladas/ supervisadas)

Área	Controlada/ supervisada	Señalización

c. Equipo de protección personal

Vestimenta utilizada en el trabajo: _____

7. Dosimetría

a. Tipo de dosímetro (Cuerpo entero/ Extremidades)

b. ¿Cada cuánto se verifica la dosis recibida?

c. Descripción del uso

8. Desechos

a. Tipos de desechos del Servicio.

Desecho	-Características Físicas/Químicas	Actividad

b. Procedimientos para la gestión de los desechos:

Herramienta 5W-2H	
Preguntas primarias	Preguntas secundarias
¿Cuál es el propósito?	¿Por qué es necesario?
¿Dónde se realiza?	¿Por qué se realiza ahí?
¿Cuándo se realiza?	¿Por qué se hace en este momento?
¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace esta persona?
¿Cómo se hace?	¿Por qué lo realiza de esta manera?

9. Aspectos Específicos de las Etapas de Gestión

a. Etapas:

I. Segregación

Clasificación	Área

II. Acondicionamiento

Disposición de los desechos	Área	Especificaciones Bitácora

III. Transporte

Ruta	Encargado	Forma en que se lleva

IV. Almacenamiento temporal:

Dimensiones del lugar	Características	Forma de organizar	Tipos de blindaje

b. ¿Cuentan con inventarios de los desechos almacenados? Qué información contiene?

Si () No ()

c. Tiempo de decaimiento. _____

d. Para la organización en el lugar se toma en cuenta otras características físicas de los radionucleidos? (generación de gases y vapores).

e. Frecuencia de la recolección de los desechos (Horarios)

f. Tipo de implementos utilizados para llevar acabo la gestión

g. Cantidades generadas por día, semana, mes y año.

h. Distancias de las zonas de gestión con respecto a los lugares de trabajo

f. Existencia de Manual de procedimientos. ¿Qué incluye?

a. Exigencias del puesto

a. Preparación especial antes de empezar la actividad laboral (capacitación o inducción). ¿En qué consiste?

b. Existencia de exámenes de chequeo médicos periódicos

Apéndice 2. Entrevistas

Entrevista Encargado del Servicio y Encargado de Protección Radiológica Servicio de Radioterapia

1. Información General

- 1.1. ¿Quién es el titular de la licencia de funcionamiento?
- 1.2. ¿Qué capacitación recibe el personal para trabajar en esta área?
- 1.3. ¿Qué previsiones se realizan para garantizar que las dosis de exposición sean menores al límite?
- 1.4. ¿Por quienes está conformado el Comité Local de Seguridad Radiológica?
 - 1.4.1. ¿Cuáles son sus responsabilidades?

2. Documentación

- 2.1. ¿Existe algún reporte de labores del servicio a los supervisores?
 - 2.1.1. En caso de existir, ¿cada cuánto se exige este reporte? ¿Que incluye?

3. Procedimientos

- 3.1. ¿Cómo es la gestión de los desechos radiactivos de este servicio?
 - 3.1.1. ¿Cada cuánto se realiza el cambio de las fuentes?
 - 3.1.2. ¿Cuál es el procedimiento para el recambio de una fuente gastada?
 - 3.1.3. ¿Cuál es la empresa encargada del cambio y disposición de las fuentes?
 - 3.1.4. ¿En qué consiste el acuerdo con la empresa proveedora?
 - 3.1.5. ¿Qué tipo de monitoreo se realiza durante la gestión?
 - 3.1.6. ¿Cuál equipo se utiliza?
 - 3.1.7. ¿Quiénes se encargan de las mediciones?
 - 3.1.8. ¿Se verifica la calibración del equipo de medición?
 - 3.1.9. ¿Qué precauciones se tiene con el personal del hospital?
 - 3.1.10. ¿Participa el personal del hospital en alguna etapa de la gestión de los desechos?

- 3.2. ¿Cuáles labores son específicas del Responsable de Protección Radiológica?

4. Emergencias

- 4.1. ¿Cuál es el procedimiento para emergencias radiológicas?

- 4.1.1. En caso de existir, ¿incluye como mínimo el entrenamiento del personal, asignación de responsables y equipo?
- 4.2. ¿Se realiza alguna actualización a los procedimientos?
- 4.3. ¿Se ha reportado o conoce usted de algún accidente que haya ocurrido en las instalaciones del hospital relacionado a desechos radiactivos? ¿Cómo se llevan estos los registros?

Preguntas Específicas para el Responsable de Protección Radiológica del Hospital México y al Encargado del Servicio de Radioterapia

- 5. ¿Existe un inventario de los desechos almacenados en el repositorio?
- 6. ¿Qué blindajes posee el repositorio?
 - 6.1.1. Incluir: Espesores de pisos, paredes, sistemas de ventilación, techo, puerta, blindajes, sistemas de seguridad y control tanto de tipo radiológicos, como físicos.
- 7. ¿Existe una memoria de cálculo?
- 8. ¿El repositorio es monitoreado? Explique.
 - 8.1.1. ¿Qué equipo es utilizado?
 - 8.1.2. ¿Quién realiza la medición?
 - 8.1.3. ¿Quiénes se encuentran autorizados para realizarlo?
 - 8.1.4. ¿Se encuentra el instrumento calibrado?
 - 8.1.5. ¿Cuándo fue su última calibración?
 - 8.1.6. ¿El equipo se encuentra autorizado por el ministerio de salud?
- 9. ¿Qué medidas de seguridad existen para restringir el acceso a esa área?
- 10. ¿Quién realiza la vigilancia?
- 11. ¿Existe factibilidad para realizar arreglos urgentes en la infraestructura? (goteras, grietas, etc.) ¿Cómo se procede?
- 12. ¿Existe algún procedimiento específico para desastres naturales o emergencias?

Entrevista Encargado del Servicio y Encargado de Protección Radiológica

Servicio de Medicina Nuclear

1. Información General

- 1.1. ¿Quién es el titular de la licencia de funcionamiento?
- 1.2. ¿Qué capacitación recibe el personal para trabajar en esta área?
- 1.3. ¿Qué previsiones se realizan para garantizar que las dosis de exposición sean menor al límite?
- 1.4. ¿Por quienes está conformado el Comité Local de Seguridad Radiológica?
 - 1.4.1. ¿Cuáles son sus responsabilidades?
- 1.5. ¿Qué blindaje posee el área de almacenamiento temporal de los desechos radiactivos?
 - 1.5.1. Incluir: Espesores de pisos, paredes, sistemas de ventilación, techo, puerta, blindajes, sistemas de seguridad y control tanto de tipo radiológicos, como físicos.

2. Documentación

- 2.1. ¿Existe algún reporte de labores del servicio a los supervisores?
 - 2.1.1. En caso de existir, ¿cada cuánto se exige este reporte?
 - 2.1.2. ¿Qué incluye?
- 2.2. ¿Quién es el encargado de la documentación de los desechos (bitácora)?
- 2.3. ¿Por cuánto tiempo se guardan los registros?

3. Procedimientos

- 3.1. ¿Quiénes son los encargados de realizar lo anteriormente expuesto?
- 3.2. ¿Cuáles labores son específicas del Responsable de Protección Radiológica?
- 3.3. ¿Qué equipo es utilizado para monitorear los desechos radiactivos?
 - 3.3.1. ¿Quién realiza la medición?
 - 3.3.2. ¿Quiénes se encuentran autorizados para realizarlo?
 - 3.3.3. ¿Se encuentra el instrumento calibrado? ¿Cuándo fue su última calibración?
- 3.4. ¿Cuál es el procedimiento para emergencias radiológicas?
 - 3.4.1. En caso de existir, ¿incluye como mínimo el entrenamiento del personal, asignación de responsables y equipo?

- 3.5. ¿Se realiza alguna actualización a los procedimientos?
- 3.6. ¿Qué medidas de seguridad existen para asegurar que los desechos no serán removidos de su lugar sin autorización?
- 3.7. En caso de determinar fallas operativas o de infraestructura, ¿cómo se prosigue?
- 3.8. ¿Existe factibilidad para realizar arreglos urgentes en la infraestructura? (goteras, grietas, etc.) ¿Cómo se procede?
- 3.9. ¿Qué control se le da a las fuentes patrón como el gadolinio? ¿Cómo se procede cuando se convierte en desecho?
4. Pacientes internados
 - 4.1. ¿Qué control se realiza a los desechos generados por estos pacientes?
5. Emergencias
 - 5.1. Se ha reportado o conoce usted de algún accidente que haya ocurrido en las instalaciones del hospital relacionado a desechos radiactivos? ¿Cómo se llevan estos los registros?

Apéndice 3. Listas de verificación

Lista de verificación “Cumplimiento de normas Nacionales e Internacionales en los procedimientos de la Gestión de los desechos en el servicio de Radioterapia”

Administrativas y Operativas	México	San Juan
Cuenta con informes que contengan la descripción de la instalación con detalles de la calidad y espesores de pisos, paredes, sistemas de ventilación, techo, puerta, blindajes y sistemas de seguridad y control tanto de tipo radiológicos, como físicos.	si	
Esta establecido el responsable de la protección radiológica.	si	si
Existe un Comité Local de Seguridad Radiológica activo.	si	si
Cuenta procedimientos en caso de emergencias	si	En proceso
Seguridad y Protección Radiológica		
El personal, libre de costo, cuenta con todos los elementos de protección personal, dosimetría, capacitación y de cualquier otro elemento necesario para el cumplimiento de sus funciones en condiciones de seguridad.	si	si
El personal toma medidas, acciones y precauciones necesarias para que las exposiciones a las radiaciones ionizantes sean tan bajas como razonablemente puedan alcanzarse.	si	si
El personal utiliza el dosímetro personal, durante toda su jornada de trabajo	si	si
El personal utiliza el dosímetro solamente dentro del servicio de radioterapia	si	no
El personal lo entrega oportunamente al encargado de protección radiológica para su recambio.	si	si
Las mediciones de los dosímetros se encuentran por debajo de los siguientes límites:		
Dosis para la totalidad del organismo (mSv): 20 año	si	si
Las fuentes radiactivas se encuentran almacenadas en espacios seguros, lejanos a elementos inflamables, explosivos o corrosivos.	si	si
Las áreas de trabajo donde se realicen prácticas con material radiactivo son zonas controladas.	si	si
Tanto las zonas controladas como las supervisadas están demarcadas y señalizadas con el símbolo internacional de presencia de radiactividad, así como con otros símbolos gráficos con las instrucciones apropiadas en los puntos de acceso y otros lugares adecuados que se estiman necesarios y suficientes para informar de la existencia de material radiactivo en la instalación.	si	si
Se mantiene un historial dosimétrico durante la vida laboral del trabajador.	si	si
El historial dosimétrico del personal expuesto cuenta con:		
a) Nombre del trabajador expuesto	si	si

b) Nombre de la institución o instalación en la que trabaja.	si	si
c) Número del dosímetro.	si	si
d) Dosis acumulada.	si	si
Existen registros de accidentes e incidentes en la instalación.	si	si
El responsable de Protección Radiológica vela porque las normas en este campo dispuestas por la autoridad competente y por la CCSS, se cumplan. Y en caso de irregularidades informa directamente al Titular de la Licencia de la Instalación.	si	si
El Comité Local de Seguridad Radiológica realiza acciones para el mejoramiento del Sistema de Seguridad Radiológica Local, y la promoción y fortalecimiento de la cultura de seguridad.	si	si
El Titular de la licencia de la instalación:		
a. Con base a los resultados de la valoración médica de cualquier trabajador ocupacionalmente expuesto toma medidas a efecto de garantizar la integridad física, mental, y moral del trabajador específico.	si	si
Durante el cambio de fuentes radiactivas decaídas		
Se trata que la menor cantidad de personas se expongan durante el recambio de la fuente.	si	si
Solo el personal capacitado y autorizado es el participa durante este procedimiento.	si	si
Existe un lugar especialmente diseñado para el almacenamiento temporal de la fuente cambiada.	no	no
Del repositorio de fuentes en desuso del Hospital México		
La estructura cuenta con los correspondientes blindajes según el tipo de desecho que almacene (protecciones de plomo o blocks de concreto).	si	-
Cuenta con toda la señalización de presencia de radiactividad.	no	-
Está separado de servicios y locaciones donde se almacenen otros productos riesgosos.	si	-
Permite fácil acceso, mantenimiento y control por el personal autorizado.	si	-
Cuenta con superficies fáciles de descontaminar en caso de fugas, emergencias, etc.	no	-
Electricidad para casos normales y de emergencia.	no	-
Equipos de emergencias	no	-
Sistemas de protección contra incendio.	no	-
Se realizan mediciones de la actividad en el recinto	Si, cada 6meses	-
Se realizan evaluaciones del estado de los bultos y se está atento a fugas (gas radón)	si	
El instrumento de medición esta calibrado y autorizado.	si	-
Garantiza la protección de los trabajadores, el público y el ambiente.	no	

Existe un inventario de los desechos radiactivos ubicados en el repositorio, donde se especifique:		-
a. Código de identificación	no	-
b. Radionucleidos presentes	si	-
c. Actividad original- Fecha	no	-
d. Forma física y química	si	-
e. Dimensiones de la fuente y geometría	no	-
f. Detalles del blindaje	si	-
g. Resultados y fecha de la última inspección	si	-
h. Características de los equipos utilizados para las mediciones	si	-
i. Proveedor de la fuente	no	-

Lista de verificación “Cumplimiento de normas Nacionales e Internacionales en los procedimientos de la Gestión de los desechos en el servicio de Medicina Nuclear”

	Hospitales		
	Calderón	México	San Juan
Administrativas			
La instalación cuenta con permiso sanitario de funcionamiento emitido por la autoridad competente para la operación de las instalaciones.	si	si	si
Todo el personal se encuentra inscrito en el registro nacional de la Autoridad Competente.	si	si	si
Esta establecido el responsable de la protección radiológica.	si	si	si
Existe un Comité Local de Seguridad Radiológica activo.	si	si	si
Operativas	Calderón	México	San Juan
Cuenta con manuales actualizados de procedimientos de manejo de los desechos radiactivos.	no	no	si
El responsable de la protección radiológica se encarga de establecer los procedimientos para:			
El transporte interno de las fuentes, equipos y material radiactivo.	si	si	si
El manejo, almacenamiento temporal, y/o disposición final de cualquier tipo de desechos radiactivos derivados de las prácticas médicas	si	si	si
Seguridad y Protección Radiológica	Calderón	México	San Juan
El personal, libre de costo, cuenta con todos los elementos de protección personal, dosimetría, capacitación y de cualquier otro elemento necesario para el cumplimiento de sus funciones en condiciones de seguridad.	si	si	si
El personal utiliza el dosímetro de cuerpo entero	si	si	si
El personal utiliza el dosímetro de extremidades	no	no	no
El personal utiliza el dosímetro durante toda su jornada de trabajo	si	si	si
El dosímetro es entregado oportunamente al encargado de protección radiológica para su recambio.	si	si	si

Las mediciones de los dosímetros se encuentran por debajo de los siguientes límites:			
Dosis para la totalidad del organismo (mSv): 20	si	si	si
Dosis para manos, pies y piel (mSv): 500	no aplica		
Dosis para el cristalino (mSv): 150	no aplica		
Las áreas de trabajo donde se realicen prácticas con material radiactivo son zonas controladas.	si	si	si
Tanto las zonas controladas como las supervisadas están demarcadas y señalizadas con el símbolo internacional de presencia de radiactividad	si	si	si
El servicio posee símbolos gráficos con las instrucciones apropiadas en los puntos de acceso y otros lugares adecuados que se estiman necesarios y suficientes para informar de la existencia de material radiactivo en la instalación.	si	si	si
Se mantiene un historial dosimétrico durante la vida laboral del trabajador.	si	si	si
El historial dosimétrico del personal expuesto cuenta con:			
a) Nombre del trabajador expuesto	si	si	si
b) Nombre de la institución o instalación en la que trabaja.	si	si	si
c) Número del dosímetro.	si	si	si
d) Dosis acumulada.	si	si	si
El Comité Local de Seguridad Radiológica emite informes anuales sobre mejoras efectivas alcanzadas mediante el Programa de Aseguramiento de la calidad.	no	no	no
El Comité Local de Seguridad Radiológica realiza acciones para el mejoramiento del Sistema de Seguridad Radiológica Local, y la promoción y fortalecimiento de la cultura de seguridad.	si	si	si
El Titular de la licencia de la instalación:			
a. Con base a los resultados de la valoración médica de cualquier trabajador ocupacionalmente expuesto toma medidas a efecto de garantizar la integridad física, mental, y moral del trabajador específico.	si	si	si

Señalización	Calderón	México	San Juan
Las áreas donde se realicen prácticas con material radiactivo son zonas controladas y se encuentran demarcadas y señalizadas.	si	si	si
Las zonas supervisadas están demarcadas y señalizadas con el símbolo internacional de presencia de radiactividad.	si	si	si
En los puntos de acceso de las áreas (cuarto caliente, estudios, cuarto de inyección) hay símbolos gráficos con instrucciones para informar de la existencia de material radiactivo en la instalación.	si	si	si
Desechos			
Seguridad en el manejo	Calderón	México	San Juan
La menor cantidad de personas se exponen a los desechos radiactivos.	no	no	si
Sólo el personal capacitado y autorizado es el que lleva a cabo la manipulación de los desechos.	no	si	si
La autoridad competente ha autorizado las eliminaciones, los procedimientos y límites derivados de eliminación de desechos radiactivos al medio ambiente o de aquellos elementos que puedan ser considerados como tales.	si	si	si
Segregación: el desecho es identificado y clasificado según	Calderón	México	San Juan
Actividad del desecho	si	si	si
Radionucleido presente.	si	si	si
Vida media del radionucleido (periodo de semidesintegración)	si	si	si
Forma física y química del desecho.	no	no	no
Riesgos y peligros que representan.	si	si	si
Documentación (Bitácora): incluye información de:	Calderón	México	San Juan
Todos los materiales considerados radiactivos que se desechen del servicio	no	si	no
Identificación del desecho (tipo de desecho; agujas, vasos, etc.)	si	si	no
Código de identificación del paquete.	si	si	si
Tipo de radionucleido	si	si	si

Actividad del desecho en el momento de descarte	no	si	no
Actividad del desecho cuando se descarta de la bodega de almacenamiento 1	si	n/a	no
Fecha de los monitoreos	si	si	no
Fecha de generación (Cuando es considerado como desecho)	no	si	no
Fecha tentativa de descarte final			
Generadores, Yodo, Galio	si	si	no
Otros desechos	no	no	no
Firma del responsable.	si	si	no
Acondicionamiento: poner de forma tal que se le pueda dar un apropiado manejo, almacenamiento y eliminación.	Calderón	México	San Juan
Los desechos son confinados en recipientes especialmente diseñados	no	si	si
Recipientes son autorizados por la autoridad competente para ese fin, donde se inmovilice el desecho.	si	si	si
Los desechos radiactivos infectocontagioso y punzo cortantes poseen doble envoltura o contenedores externos.	si	si	si
Cada paquete cuenta con una etiqueta duradera			
Generadores, Yodo, Galio	si	si	si
Otros desechos	no	si	no
La etiqueta incluye un número de identificación			
Generadores, Yodo, Galio	si	si	si
Otros desechos	no	si	no
Transporte interno			
Cuentan con carretillas propias del servicio	no	n/a	si
Carretillas son fáciles de descontaminar.	no	n/a	no
Los desechos son transportados con blindaje.	si	si	si
Los paquetes se encuentran señalizados	si	si	si
Las carretillas se encuentran señalizadas	no	n/a	no
La ruta hacia el almacenamiento temporal es corta y sencilla	no	si	si
La ruta se lleva a cabo en horas donde transiten pocas personas.	no	si	si

Almacenamiento temporal (1)	Calderón	México	San Juan
Existe un recinto especialmente diseñado para almacenar los desechos.	no	si	si
La estructura cuenta con protecciones de blocks de plomo o concreto	si	si	si
La estructura cuenta con una puerta blindada.	no	si	no
La capacidad de almacenamiento del área es adecuada para la cantidad de desechos generada.	no	si	si
Cuenta con la señalización de presencia de radiactividad.	si	si	si
Está separado de servicios y locaciones donde se almacenen otros productos riesgosos.	si	si	si
Permite fácil acceso, mantenimiento y control por el personal autorizado.	no	si	si
Contiene contenedores (gabinetes, bandejas, mesas de trabajo).	no	si	si
Electricidad para casos normales y de emergencia.	si	no	no
Sistemas de protección contra incendio.	si	no	no
Garantiza la protección de los trabajadores, el público y el ambiente.	no	si	si
Se minimiza al máximo la manipulación de los desechos.	no	si	si
Permite un fácil rastreo en cualquier momento del almacenamiento por medio del registro y las etiquetas.	no	si	no
Se verifica la integridad y estado de los paquetes además de sus cierres y la posibilidad de contaminación de la superficie.	no	no	no
El tiempo de decaimiento es mínimo de 10 vidas medias.	si	si	si
Se monitorea el área	si	si	si
Se realizan mediciones antes de retirarlo del área de almacenamiento temporal.	si	si	no
Los desechos se separan según el radionucleido que contienen	no	si	si
Los desechos se organizan según el tipo	si	si	si
Almacenamiento temporal (2)	Calderón	México	San Juan
Existe un recinto especialmente diseñado para almacenar los desechos.	si	si	si
La estructura cuenta con protecciones de blocks de plomo o concreto	si	si	si
La estructura cuenta con una puerta	si	si	si

La estructura se encuentra debidamente resguardada	si	si	si
La capacidad de almacenamiento del área es adecuada para la cantidad de desechos generada.	no	si	si
Cuenta con la señalización de presencia de radiactividad.	si	si	si
Está separado de servicios y locaciones donde se almacenen otros productos riesgosos.	no	si	no
Permite fácil acceso por el personal autorizado.	no	si	no
Permite fácil mantenimiento y control por el personal autorizado.	no	si	si
Posee la cantidad necesaria de gabinetes, bandejas y mesas de trabajo.	no	si	si
Electricidad para casos normales y de emergencia.	no	no	no
Sistemas de protección contra incendio.	no	no	no
Garantiza la protección radiológica de los trabajadores, el público y el ambiente.	si	si	si
Se minimiza al máximo la manipulación de los desechos.	no	si	no
Permite un fácil rastreo en cualquier momento del almacenamiento por medio del registro y las etiquetas.	no	si	si
Se verifica la integridad y estado de los paquetes además de sus cierres y la posibilidad de contaminación de la superficie.	si	si	si
El tiempo de decaimiento es mínimo de 10 vidas medias.	si	si	si
Monitorear el área	si	si	si
Se realizan mediciones antes de retirarlo del área de almacenamiento temporal.	si	si	si
Los desechos se organizan según el tipo que sea.	no	si	si
Cuando el desecho vence de acuerdo a la efectividad del aislamiento del material le son retiradas sus etiquetas y marcas de radiactividad, dado que ya no aplican al desecho.	no	si	si
Verificar que en el momento de descarte final actividad sea menor o igual al background	n/a	si	si

Apéndice 4. Cuestionarios

Cuestionario General de aplicación personal, dirigido a personal del Servicio de Radioterapia.

Se está realizando un estudio sobre el manejo de los desechos radiactivos en hospitales, con el propósito de optar por el Grado de Bachiller en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

Solicitamos su colaboración para contestar las siguientes preguntas. Sus respuestas serán confidenciales.

Instrucciones

Marque con una “X” la respuesta que considere más adecuada. Recuerde que debe marcar sólo una opción a no ser que se le solicite lo contrario.

Sus comentarios sobre redacción o claridad de las preguntas serán agradecidos.

Muchas gracias por su colaboración.

Datos Personales

1. Nombre: _____
2. Sexo: () Femenino () Masculino
3. Edad: _____

Datos Laborales

4. Hospital en el que labora:
() San Juan de Dios () México () Calderón Guardia
5. Cargo: _____
6. Tiempo de laborar en el servicio de radioterapia: _____
7. Tiempo de laborar en el hospital: _____

En caso de responder Si, especifique: _____

Prácticas de trabajo

8. Describa el manejo que se le da a las fuentes radiactivas decaídas en su servicio.

9. Existe algún protocolo escrito en el servicio acerca del manejo de las fuentes decaídas en el momento del recambio que vele por la seguridad radiológica de todo el personal del hospital, público y ambiente.

- Sí
 No
 No sabe

10. ¿Cuál es su labor específica durante el recambio de las fuentes?

Perspectiva y conocimiento del riesgo de exposición

11. ¿Conoce el resultado de su último reporte dosimétrico?

- Si No

12. ¿Cuál es su límite de dosis como trabajador ocupacionalmente expuesto?

13. Durante la realización de su trabajo:
(Puede marcar más de una opción)

- Le preocupa el efecto del trabajo en su salud
 Confía en las medidas de seguridad y protección radiológica
 Siente desconfianza de las medidas de seguridad y protección radiológica
 Conoce los procedimientos establecidos y los realiza como tal
 Otra: _____

14. ¿Cuáles actividades considera que aumentan su exposición a radiaciones ionizantes?

Explique: _____

15. Le ha ocurrido alguna situación no rutinaria que haya aumentado su exposición a radiaciones ionizantes?

Explique: _____

16. ¿Conoce medidas de seguridad y protección para reducir la exposición a radiación ionizante durante el recambio de la fuente?

Si No

17. ¿Qué medidas de seguridad y protección radiológicas incluye en sus labores?

18. Con el paso de los años su conocimiento en protección radiológica se ha caracterizado por:

Se ha actualizado periódicamente
 Se la delego a otros
 Me ha sido indiferente
 Otra: _____

19. ¿Cómo considera el actual manejo que se les brinda a las fuentes gastadas en este servicio?

Bueno
 Regular
 Malo

Explique: _____

20. ¿Ha recibido alguna capacitación proporcionada por el hospital referente al riesgo que implica la exposición a radiación ionizante?

Si No

21. ¿Conoce los efectos de la radiación ionizante en el cuerpo?

Si No

22. ¿Conoce a que se llaman efectos estocásticos?

Si No

23. ¿Considera necesario ampliar su conocimiento sobre radiación ionizante en su lugar de trabajo?

Si No

24. En caso de presentarse un accidente o incidente radiológico, conoce los procedimientos específicos que se deben llevar acabo?

Si No

25. ¿Se le ha capacitado sobre cómo proceder en una emergencia radiológica?

Si No

26. Alrededor de su lugar de trabajo hay presencia de otras fuentes emisoras de radiación ionizante?

Si No

27. ¿Qué condiciones propondría para mejorar el manejo de las fuentes decaídas en su servicio?

Cuestionario General de aplicación personal, dirigido a personal del Servicio de Medicina Nuclear.

Se está realizando un estudio sobre el manejo de los desechos radiactivos en hospitales de la CCSS, con el propósito de optar por el Grado de Bachiller en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

Solicitamos su colaboración para contestar las siguientes preguntas. Sus respuestas serán confidenciales.

Instrucciones

Marque con una "X" la respuesta que considere más adecuada. Recuerde que debe marcar sólo una opción a no ser que se le solicite lo contrario.

Sus comentarios sobre redacción o claridad de las preguntas serán agradecidos.

Muchas gracias por su colaboración.

Datos Personales

1. Nombre: _____

2. Sexo: () Femenino () Masculino

3. Edad: _____

Datos Laborales

4. Hospital en el que labora:

() San Juan de Dios () México () Calderón Guardia

5. Cargo: _____

6. Tiempo de laborar en el servicio de Medicina Nuclear: _____

7. Anteriormente realizó otros trabajos que implicaran el uso de materiales radiactivos:

() Si () No

En caso de responder Si, especifique:

Prácticas de trabajo

8. Describa, detalladamente, el manejo que se le da a los desechos radiactivos en su servicio.

9. Existe algún protocolo escrito en el servicio acerca del manejo de desechos radiactivos desde la segregación hasta la disposición final.

- () Sí
 () No
 () No sabe

10. ¿Durante su jornada laboral cuál de las siguientes etapas de la gestión de los desechos radiactivos realiza usted?

- () Segregación: identificación y clasificación en recipientes o contenedores específicos cuando se genera el desecho
 () Acondicionamiento: dar blindaje al desecho para que su manejo y almacenamiento sea seguro.
 () Transporte interno: traslado de los desechos desde su lugar de generación hasta el recinto de almacenamiento temporal.
 () Almacenamiento temporal: colocar los desechos en el recinto de almacenamiento
 () Recolección para la disposición final

11. ¿Podría dar un aproximado del tiempo que se requiere para realizar las actividades anteriores?

Segregación _____
 Acondicionamiento _____
 Transporte interno _____
 Almacenamiento temporal _____
 Recolección para la disposición final _____

12. ¿Cada cuánto realiza lo anterior?

Actividad	Todos los días	De 1 a 3 veces por semana	Más de 3 veces por semana	Cada 15 días	Otro
1.Segregación					
2.Acondicionamiento					
3.Transporte interno					
4.Almacenamiento temporal					
5.Recolección para la disposición final					

Perspectiva y conocimiento del riesgo de exposición

13. ¿Conoce el resultado de su último reporte dosimétrico?

Si No

En caso de responder si, especifique _____

14. ¿Cuál es su límite de dosis como trabajador ocupacionalmente expuesto?

15. Durante la realización de su trabajo:

(Puede marcar más de una opción)

- Le preocupa el efecto del trabajo en su salud
 Confía en las medidas de seguridad y protección radiológica
 Siente desconfianza de las medidas de seguridad y protección radiológica
 Conoce los procedimientos establecidos y los realiza como tal
 Otra: _____

16. ¿Cuáles actividades cotidianas considera que aumentan su exposición a radiaciones ionizantes?

Explique: _____

17. Le ha ocurrido alguna situación no rutinaria que haya aumentado su exposición a radiaciones ionizantes?

Explique: _____

18. ¿Conoce medidas de seguridad y protección para reducir la exposición a radiación ionizante?

Si No

19. ¿Considera importante que sus prácticas de trabajo incluyan seguridad y protección radiológica?

Si No

20. ¿Qué medidas de seguridad y protección radiológicas incluye en sus labores?

21. Con el paso de los años su conocimiento en protección radiológica se ha caracterizado por:

- Se ha actualizado periódicamente
- Se la delego a otros
- Me ha sido indiferente
- Otra: _____

22. ¿Conoce la actividad de los radionucleidos de los desechos del servicio?

- Si
- No

23. ¿Conoce los procedimientos específicos para desechar los radionucleidos, y los objetos contaminados?

- Si
- No

24. ¿Cómo considera el actual manejo de los desechos radiactivos en este servicio?

- Bueno
- Regular
- Malo

Explique: _____

25. ¿Ha recibido alguna capacitación proporcionada por el hospital referente al riesgo que implica la exposición a radiación ionizante?

- Si
- No

26. ¿Conoce los posibles efectos que podría ocasionarle la exposición laboral a radiación ionizante?

- Si
- No

27. ¿Considera que bajas dosis de radiación pueden producir efectos en su organismo?

- Si
- No
- No sabe

28. ¿Conoce a que se llaman efectos estocásticos?

- Si
- No

Explique: _____

29. ¿Considera necesario ampliar su conocimiento sobre radiación ionizante en su lugar de trabajo?

Si No

30. En caso de presentarse un accidente o incidente radiológico, conoce los procedimientos específicos que se deben llevar a cabo?

Si No

31. ¿Se le ha capacitado sobre cómo proceder en una emergencia radiológica?

Si No

32. ¿Qué condiciones propondría para mejorar el manejo de desechos radiactivos en su servicio?

Específica para el Hospital San Juan de Dios

33. Mencione las zonas donde considere **existen factores que pueden influir en su exposición a radiación presente en los desechos**. Brinde una breve explicación de lo que usted realiza en cada una.

Nota: Considere las áreas de preparación y aplicación de dosis.

Para el resto de los hospitales

33. A continuación se presenta un croquis de su área de trabajo.

1. Localice las zonas donde considere **existen factores que pueden influir en su exposición a radiación presente en los desechos**.

2. Señale estas zonas con números y brinde una breve explicación de lo que usted realiza en cada una.

3. En caso de no presentarse un área que considere riesgosa, agréguela.

Apéndice 5. Glosario

Análisis de peligros: Proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan para decidir cuáles son importantes con relación a la seguridad de la Gestión de los Desechos Radiactivos.

Control: Condición en la que se están observando procedimientos correctos y se están cumpliendo los criterios.

Etapas del Manejo de los desechos radiactivos

- **Segregación:** identificación y clasificación inicial del desecho según su estado físico.
- **Acondicionamiento:** consiste en las operaciones realizadas con el fin de dar a los desechos una forma adecuada para su manipulación, transporte, almacenamiento y evacuación. Estas actividades pueden comprender la inmovilización de los desechos radiactivos, su introducción en contenedores y el dotarlos de un embalaje suplementario.
- **Transporte Interno:** traslado de los desechos desde su lugar de generación hasta el recinto de almacenamiento temporal.
- **Almacenamiento Temporal:** colocar los desechos en un recinto de almacenamiento (repositorio) donde se aplican medidas de aislamiento, protección del medio ambiente y control humano para que el nivel de radiactividad del desecho decaiga a un nivel que pueda ser manipulado como desecho convencional

Factor Condicionante: todo aquel factor que ejerce alguna influencia sobre la exposición. Es un parámetro importante del que se puede derivarse un indicador de exposición.

Gestión de desechos radiactivos Todas las actividades administrativas y operacionales necesarias para la manipulación, el tratamiento previo, el tratamiento, el acondicionamiento, el almacenamiento y la evacuación de los desechos de una instalación nuclear. Se considera incluido el transporte.

Indicador de exposición: Variable de exposición personal con probabilidad de influir en la dosis de radiación ionizante recibida por los trabajadores que llevan a cabo en el manejo de los desechos.

Límite crítico: Criterio que separa lo aceptable de lo no aceptable, cuando se vigila un punto crítico de control.

Límites de Dosis permisibles:

Exposición ocupacional / límites anuales:

- Dosis efectiva de 20 mSv para la totalidad del organismo;
- Dosis al cristalino de 150 mSv;
- Dosis equivalente a las extremidades (manos y pies) o a la piel de 500 mSv.

Exposición a miembros del público / límites anuales:

- Dosis efectiva de 1 mSv para la totalidad del organismo;
- Dosis equivalente de 15 mSv para el cristalino;
- Dosis equivalente de 50 mSv para cualquier órgano individualmente.

Protección radiológica: Medidas relacionadas con la limitación de los efectos peligrosos de las radiaciones ionizantes para las personas, como la limitación de las exposiciones externas a las radiaciones, la limitación de la incorporación de radionucleidos, así como la limitación profiláctica de las lesiones debidas a alguna de estas causas.

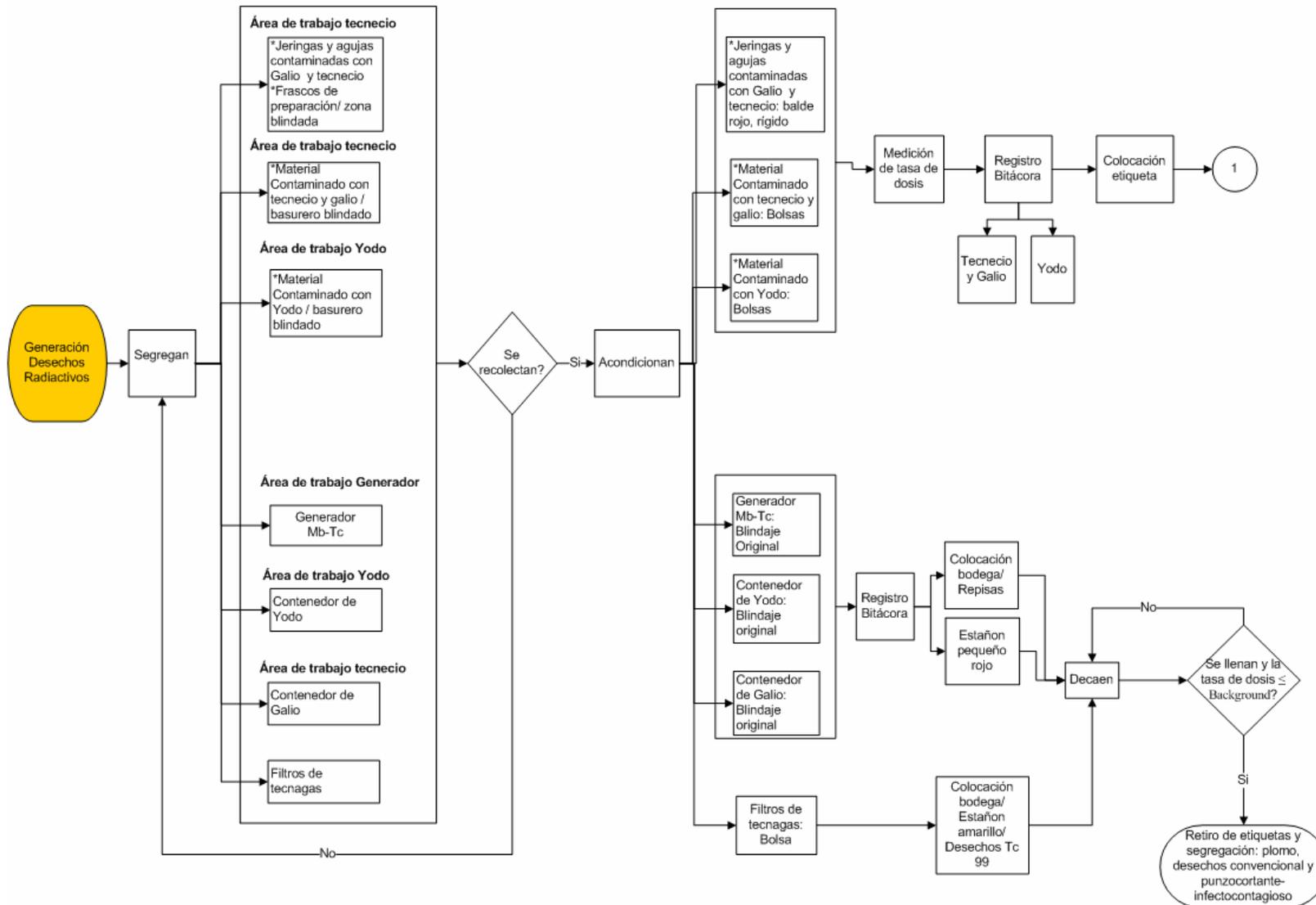
Punto crítico de control (PCC): Fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para asegurar de la calidad de la Gestión de desechos radiactivos.

Radionucleido: Núcleo (de un átomo) con propiedades de desintegración espontánea (radiactividad). Los núcleos se distinguen por su masa y número atómico.

Zonas controladas: zonas en las cuales se prescriban o pudieran prescribirse medidas protectoras o disposiciones de seguridad específicas para controlar las exposiciones normales o impedir la dispersión de la contaminación en condiciones normales de trabajo y prevenir las exposiciones potenciales o limitar su magnitud.

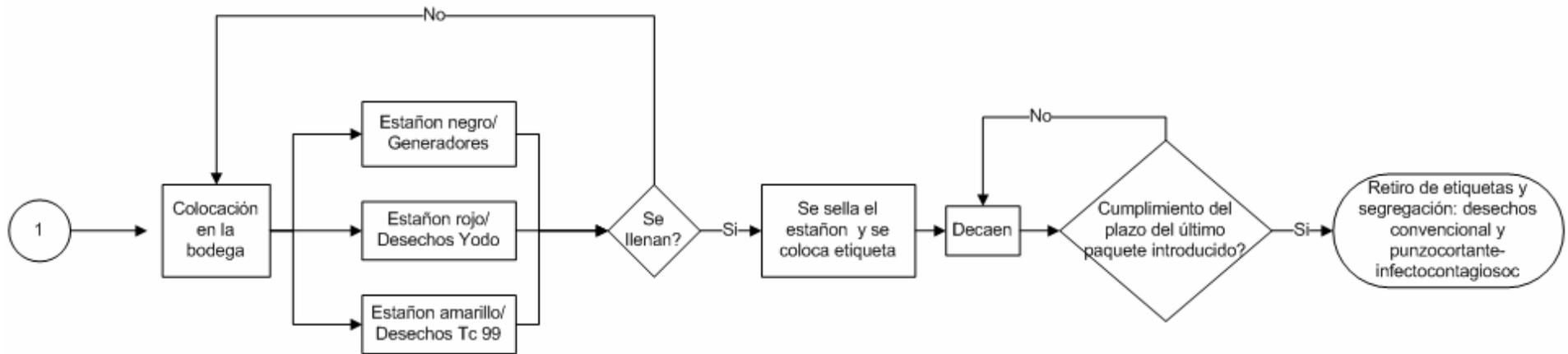
Zonas supervisadas: zonas en las cuales es preciso mantener bajo examen las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas de protección ni disposiciones de seguridad específicas.

Apéndice 6. Diagrama de flujo del manejo de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital México



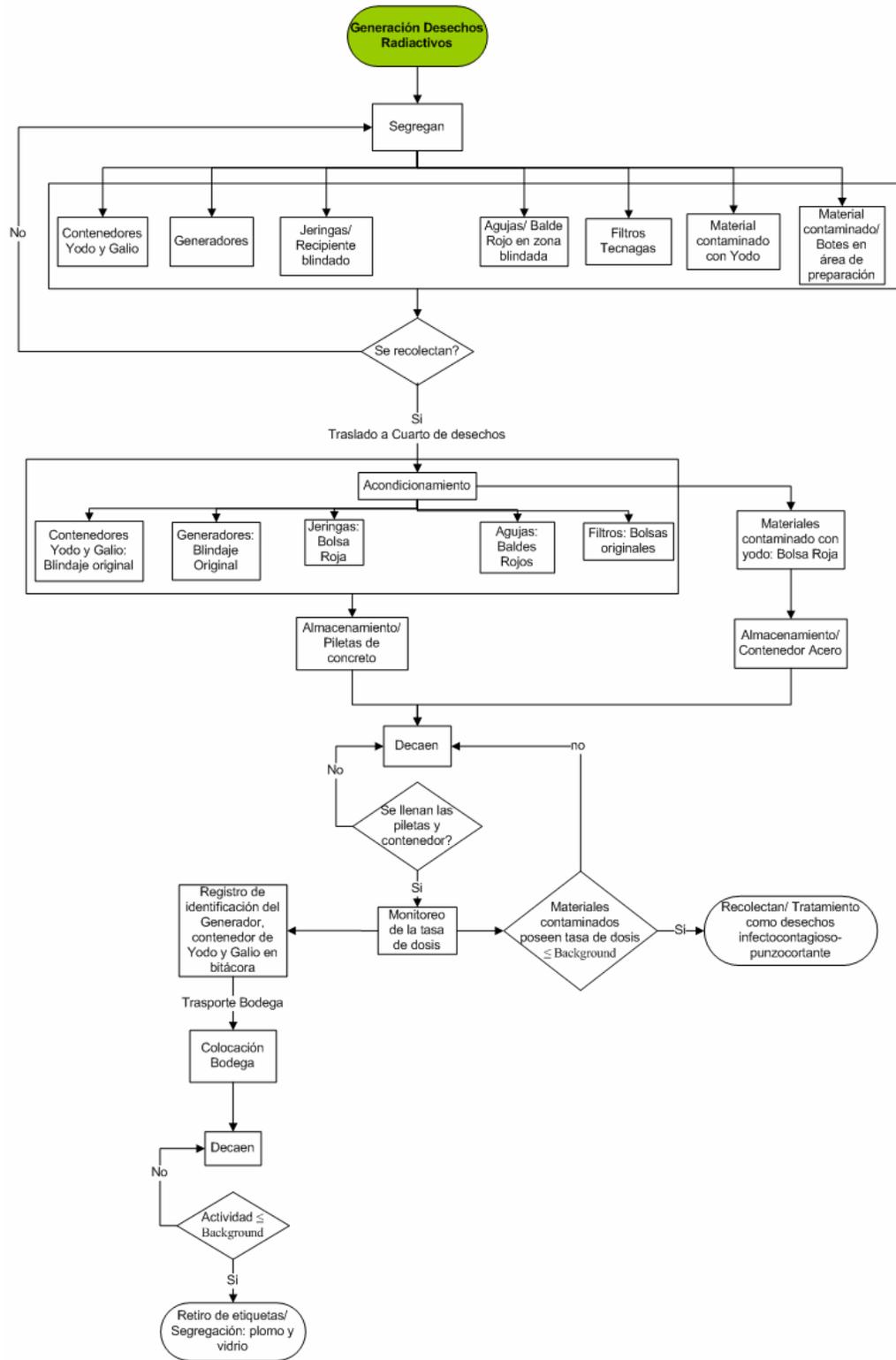
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Continuación diagrama de flujo del manejo de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital México



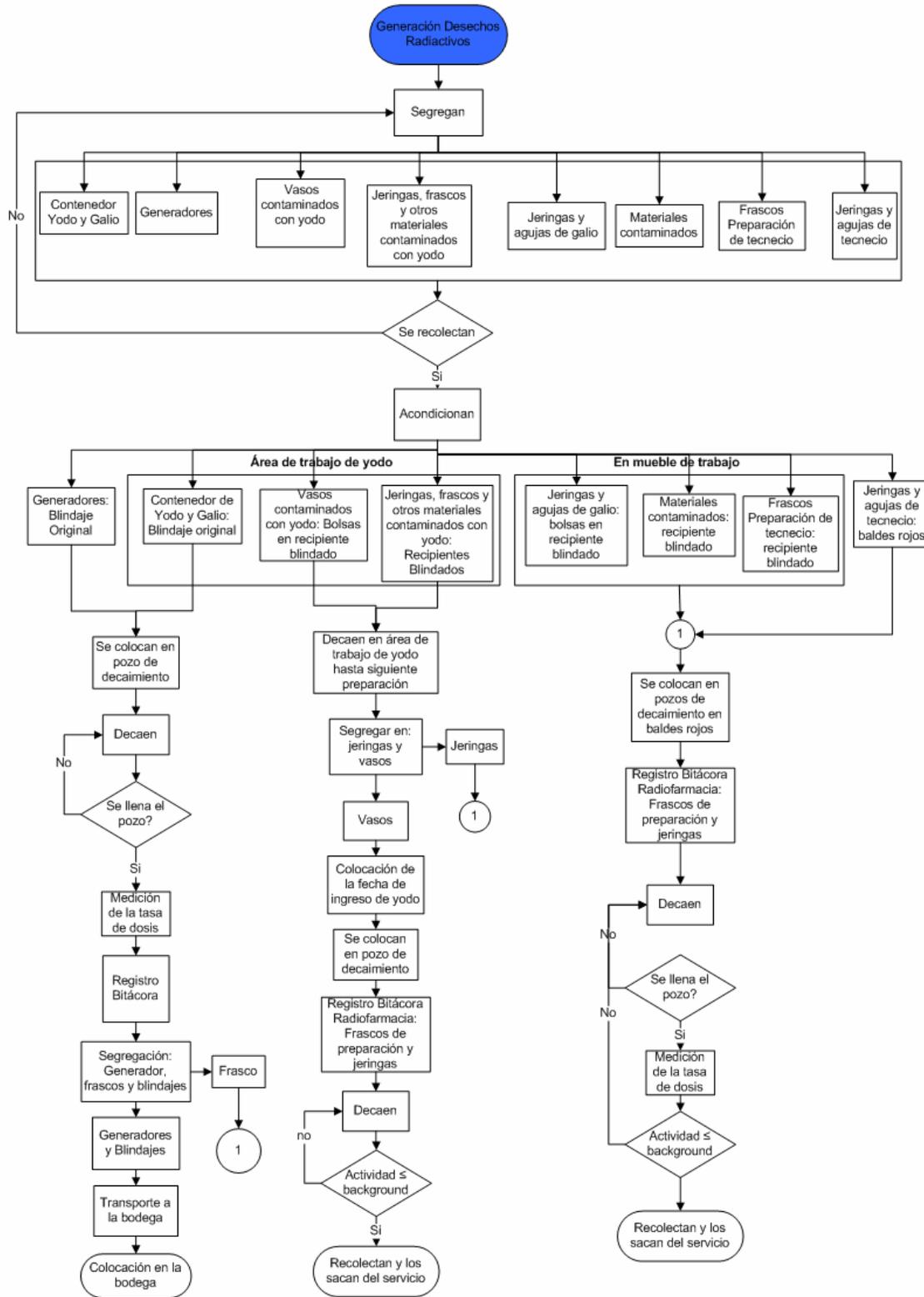
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 7. Diagrama de flujo del manejo de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios



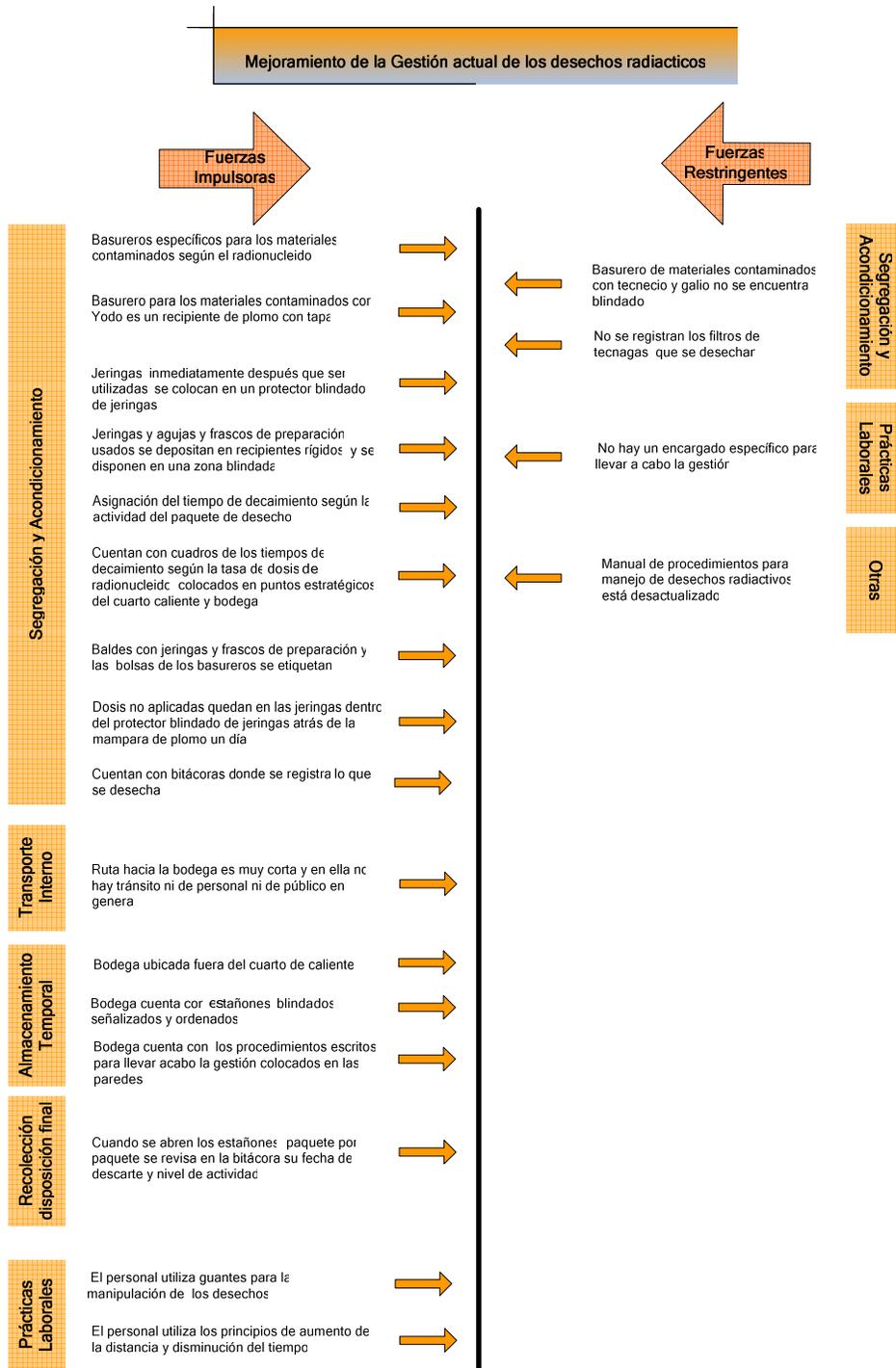
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 8. Diagrama de flujo del manejo de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón



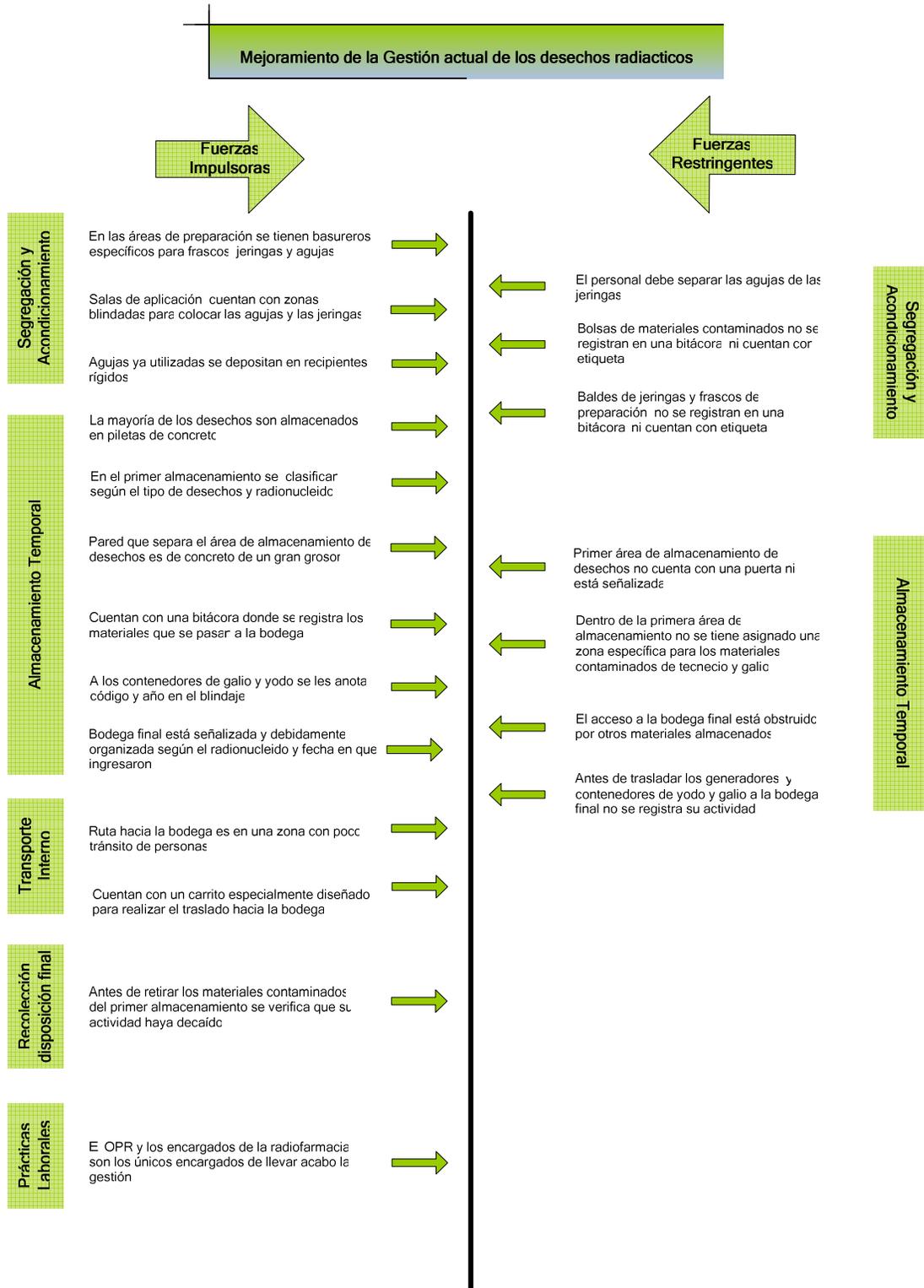
Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 9. Diagrama de Campo de fuerzas para el servicio de Medicina Nuclear del Hospital México



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 10. Diagrama de Campo de fuerzas para el servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 11. Diagrama de Campo de fuerzas para el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 12. Hoja de trabajo del estudio APPCC para el manejo de los desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital México

Fases de la gestión	Descripción del peligro	Posibles medidas de control	¿Fases de control?	Limites críticos	Medidas correctoras
1. Segregación	Radiación Ionizante	*Clasificar los desechos según tipo y radionucleido que contiene	PCC1	*Desechos en áreas y recipientes específicos según tipo y radionucleido	*Si no se encuentra en zona blindada, colocar de inmediato en área que corresponda. *Si se encuentra en zona blindada, pero su actual ubicación implicará un riesgo posterior (exposición, punzonazo, etc) colocar donde corresponde. Si no implica tal riesgo, no mover. *Siempre verificar la razón de la mala colocación.
2. Acondicionamiento		*Colocar los desechos en recipientes blindados y específicos según el tipo y radionucleido con respectivas etiquetas *Acondicionar un blindaje externo de un generador como basurero para materiales contaminados con galio y tecnecio	PCC2	*Jeringas con agujas: Recipiente rojo, rígido etiquetado, en zona blindada *Contenedores de yodo y galio: blindajes originales etiquetados *Frascos de preparación: Recipiente rojo, rígido etiquetado, en zona blindada *Material contaminados: en bolsas diferentes etiquetadas para cada radionucleido en área blindada *Generador: blindaje original etiquetado *Todas las identificaciones y actividades registradas en bitácora	*Si no posee blindaje el requerido, colocar de inmediato. *Si cuenta con blindaje pero la actual ubicación representará un riesgo posterior colocar donde corresponda, si no, dejarlo. *Siempre verificar la razón de la mala o no colocación del blindaje.
3. Recolección y Transporte interno		*Crear un protocolo escrito para el transporte manual de los desechos radiactivos	PCC3 FME	*Técnica correcta (Distancia- tiempo blindaje) *Blindaje en contenedores de galio y yodo.	*Capacitar al personal o llamar la atención según corresponda
4. Almacenamiento		*Colocar los desechos donde corresponda según el tipo y radionucleido	PCC3	*Puerta blindada y cerrada *Generadores: estañon negro *Desechos de tecnecio y galio: estañon amarillo *Desechos de yodo: estañon rojo *Desechos con actividad considerable: estañon rojo pequeño *Contenedores de yodo y galio: repisas *Todos con sus etiquetas	*Colocar las tapas y cerrar las puertas *Si no se encuentra donde corresponde pero no representa un riesgo posterior dejar así pero verificar la razón de la mala colocación, por lo contrario cambiar su ubicación hacia donde corresponda
5. Recolección disposición final		*Medir la actividad * Retirar de la bodega y segregar en : plomo y desechos infectocontagiosos	PCC4	*Tiempo \geq 10 PD *Actividad \leq Background *Desecho sin etiquetas	*Dejar en el actual almacenamiento *Remover etiquetas

Nota: PCC=Punto crítico de control, FME=Fase de mayor exposición

Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 13. Hoja de trabajo del estudio APPCC para el manejo de desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear del Hospital Calderón Guardia

Fases de la gestión	Descripción del peligro	Posibles medidas de control	¿Fases de control?	Limites críticos	Medidas correctoras
1. Segregación	Radiación Ionizante	*Clasificar los desechos según tipo y radionucleido que contiene	PCC1 FME	*Desechos en áreas y recipientes específicos según tipo y radionucleido	*Si no se encuentra en zona blindada, colocar de inmediato en área que corresponda. *Si se encuentra en zona blindada, pero su actual ubicación implicará un riesgo posterior (exposición, punzonazo, etc) colocar donde corresponde. Si no implica tal riesgo, no mover. *Siempre verificar la razón de la mala colocación.
2. Acondicionamiento		*Colocar los desechos en recipientes blindados y específicos según el tipo y radionucleido con respectivas etiquetas *Acondicionar un blindaje externo de un generador como basurero para materiales contaminados con yodo.	PCC2	*Jeringas con agujas: Recipiente rojo, rígido etiquetado, en zona blindada *Contenedores de yodo y galio: blindajes originales etiquetados * Frascos de preparación: Recipiente rojo, rígido etiquetado, en zona blindada *Material contaminados: en bolsas diferentes etiquetadas para cada radionucleido en área blindada *Generador: blindaje original etiquetado * Todas las identificaciones registradas en bitácora	*Si no posee blindaje el requerido, colocar de inmediato. *Si cuenta con blindaje pero la actual ubicación representará un riesgo posterior colocar donde corresponda, si no, dejarlo. * Siempre verificar la razón de la mala o no colocación del blindaje.
3. Almacenamiento 1		*Colocar los desechos donde corresponda según el tipo y radionucleido *Acondicionar el área de almacenamiento actual *Tratar el balde de jeringas cuando se selle como desechos con yodo *Adecuar una tapa para el balde de jeringas (similar a tapa de balde de frascos). *Dejar decaer las jeringas y frascos de preparación de yodo en blindajes dentro del área de trabajo del yodo posteriormente pasarlas al pozo de decaimiento. *Seccionar el pozo de generadores de forma que quede un espacio para los vasitos, otro para contenedores de galio y yodo y otro para los generadores. Además colocarles 2 láminas de plomo como tapas para el pozo, con agarraderas en el centro que permitan una fácil manipulación de ellas	PCC 3 FME	*Tapas de baldes colocados y puertas de pozos cerradas *Colocación en lugar específico según tipo y radionucleido que contiene, con su correspondiente etiqueta	*Cerrar las puertas y colocar las tapas *Si no se encuentra donde corresponde pero no representa un riesgo posterior dejar así pero verificar la razón de la mala colocación
4. Recolección disposición Final		*Realizarlo en el menor tiempo posible *Medir la actividad	PCC4 FME	*Tiempo ≥ 10 PD *Actividad \leq Background *Técnica correcta (Distancia-tiempo-blindaje) *Desecho sin etiquetas	*Dejar en el actual almacenamiento *Mala técnica: Capacitar al personal o llamar la atención según corresponda *Remover etiquetas
5. Recolección para la bodega		*Realizarlo en el menor tiempo posible *Medir la actividad	PCC5 FME	*Tiempo ≥ 10 PD *Registro de información en bitácora	*Dejar en el actual almacenamiento *Registrar en bitácora
6. Transporte hacia la bodega final		*Solicitar a mantenimiento se le construya una carretilla o perra propia del servicio * Asignar la labor de traslado a la bodega como una labor de realización inmediata *Realizarlo en horas donde haya la menor cantidad de personal y público. *Crear un protocolo escrito para el traslado de los desechos a la bodega	PCC6 FME	*Hora: Después de las 2:30p.m *Generador con blindaje original	Llevar a la bodega hasta el próximo día después de la 2:30 p.m.
7. Almacenamiento 2		*Colocar una mesa afuera de la bodega específica para realizar la segregación final *Dividir el área según el radionucleido y fecha de ingreso o descarte final.	PCC7	*Materiales blindados *Puerta blindada y cerrada *Colocación según fecha de descarte	*Colocar blindajes y cerrar la puerta *Ordenar según corresponda *Verificar la razón de la mala o no colocación del blindaje.
8. Recolección para Disposición final		*Medir la actividad *Retirar de la bodega y segregar en : plomo y desechos infectocontagiosos *Identificar los desechos con fechas de descarte \geq a un año y segregarlos como: plomo y basura convencional *Vender el plomo y gestionar el resto de materiales	PCC8	*Generadores con Actividad \leq Background fuera de la bodega *Recipientes sin etiquetas	*Retirar los generadores de la bodega para evitar su acumulación *Remover etiquetas

Nota: PCC=Punto crítico de control, FME=Fase de mayor exposición

Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 14. Hoja de trabajo del estudio APPCC para manejo de desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan

Fases de la Gestión	Descripción del peligro	Posible medidas de control	¿Fase de control?	Límites críticos	Medidas correctivas
1. Segregación	Radiación Ionizante	*Clasificar los desechos según tipo y radionucleido que contienen *Colocar la jeringa con aguja dentro del balde en zona blindada	PCC1 FME	*Desechos en áreas y recipientes específicos según tipo y radionucleido	*Si no se encuentra en zona blindada, colocar de inmediato en área que corresponda. *Si se encuentra en zona blindada, pero su actual ubicación implicará un riesgo posterior (exposición, punzonazo, etc) colocar donde corresponde. Si no implica tal riesgo, no mover. *Siempre verificar la razón de la mala colocación.
2. Acondicionamiento		*Colocar los desechos en recipientes blindados y específicos según el tipo y radionucleido con respectivas etiquetas	PCC2	*Jeringas con agujas: Recipiente rojo, rígido, en zona blindada *Contenedores de yodo y galio: blindajes originales * Frascos de preparación: Recipiente rojo, rígido, en zona blindada *Material contaminados: en bolsas diferentes para cada radionucleido en área blindada *Generador: blindaje original * Todas las identificaciones y actividades registradas en bitácora	*Si no posee blindaje el requerido, colocar de inmediato. *Si cuenta con blindaje pero la actual ubicación representará un riesgo posterior colocar donde corresponda, si no, dejarlo. * Siempre verificar la razón de la mala o no colocación del blindaje.
3.Recolección		*Realizar la tarea con rapidez y mantener la mayor distancia posible. *Utilizar una carretilla para recolectar los desechos	PCC3 FME	*Blindaje en contenedores de galio y yodo. *Uso de carretilla disponible *Técnica correcta (Distancia- tiempo blindaje)	*Contenedores de galio y yodo sin blindaje: colocarlo de inmediato *Sin la carretilla. solicitar a mantenimiento una disponible *Mala técnica: Capacitar al personal o llamar la atención según corresponda
4. Transporte Interno		*Crear un protocolo escrito para el traslado de los desechos a la bodega *Realizarlo en horas donde haya la menor cantidad de personal y público.	PCC4 FME	*Técnica correcta (distancia- tiempo blindaje) *Hora: en la tarde, después de horas pico de personas en el hospital	*Mala técnica: Capacitar al personal o llamar la atención según corresponda *Llevar a la bodega hasta el próximo día después de la 2:30 p.m.
5.Almacenamiento 1		*Colocar los desechos en área que corresponde, según el tipo de desecho y radionucleido que contiene. *Trasladar de ubicación los generadores y cerrar el acceso a este cuarto de desechos.	PPC5 FME	*Materiales colocados en áreas específicas y señalizadas dentro de las piletas y contenedores, con sus correspondientes etiquetas	*Si no se encuentra donde corresponde pero no representa un riesgo posterior dejar así, por lo contrario cambiar su ubicación hacia donde corresponda pero verificar la razón de la mala colocación
6.Recolección para disposición final		*Medir la actividad *Registrar en la bitácora	PCC6	*Actividad ≤ Background *Sin etiquetas	*Dejar decaer en bodega de almacenamiento. *Remover etiquetas
7.Recolección y transporte hacia bodega 2		*Medir la actividad *Registrar en la bitácora *Crear un protocolo escrito para el traslado de los desechos a la bodega	PCC7	*Tiempo ≥ 10 PD *Cada contenedor con blindaje	*Dejar decaer en bodega de almacenamiento. *Colocar blindaje a desechos.
8.Almacenamiento		*Cada desecho se debe colocar blindado, según fecha de descarte y tipo de radionucleido que contiene.	PCC8 FME	*Materiales blindados *Puerta blindada y cerrada *Colocación según fecha de descarte	*Si un material no posee blindaje colocar alguno que ya no se encuentre en uso. *En caso de falla en el cierre de la puerta. Solicitar al servicio de mantenimiento arreglo inmediato en la bodega. * Si hay paquete no identificado, anotar fecha de ese día en el paquete, medir y dejar 10 PD. *Ordenar según corresponda
9. Recolección para Disposición final		*Medir la actividad * Retirar de la bodega y segregar en : plomo y desechos infectocontagiosos	PCC9	*Actividad ≤ Background *Sin etiquetas	*Dejar decaer dentro de la bodega. * Retirar etiqueta

Nota: PCC=Punto crítico de control, FME=Fase de mayor exposición

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 15. Prácticas realizadas en las fases de segregación y acondicionamiento según el puesto

	Segregación y Acondicionamiento		
	San Juan	Calderón	México
Zonas		3-4-7-8	3-4-5-6
Radiofarmacéuta	Colocar materiales contaminados, jeringas y agujas en recipientes o bolsas en zonas blindadas	*Colocar materiales contaminados, vasos y jeringas con agujas en recipientes o bolsas en zonas blindadas *Colocar los generadores y los contenedores de galio y yodo, con los blindajes originales en el pozo de decaimiento	*Colocar materiales contaminados, jeringas con agujas en recipientes o bolsas en zonas blindadas. *Colocar generadores, y contenedores de galio y yodo, con blindajes originales, en la bodega
Zonas		6	1-3-4-5-6
Responsable Protección Radiológica	Separar la aguja de la jeringa y colocar cada una en recipientes con blindajes	*Colocar los vasos y jeringas con agujas, luego de aplicación a pacientes, en bolsas con blindajes en ventanilla	*Colocar las jeringas con agujas, luego de aplicación a pacientes, en blindajes en ventanilla *Colocar vasos en basurero para material contaminado con yodo *Colocar materiales contaminados, y jeringas con agujas en recipientes o bolsas en zonas blindadas *Colocar generadores, y contenedores de galio y yodo, con blindajes originales, en la bodega
Zonas		1	1-2-3-4-5-6
Técnicos e Imagenólogos	Separar la aguja de la jeringa y colocar cada una en recipientes con blindajes	Colocar los vasos y jeringas con agujas, luego de aplicación a pacientes, en bolsas con blindajes en ventanilla	*Colocar las jeringas con agujas, luego de aplicación a pacientes, en blindajes en ventanilla *Colocar vasos en basurero para material contaminado con yodo *Colocar materiales contaminados, y jeringas con agujas en recipientes o bolsas en zonas blindadas *Colocar generadores, y contenedores de galio y yodo, con blindajes originales, en la bodega

Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 16. Prácticas realizadas en las fases de recolección y transporte interno según el puesto

Recolección y Transporte Interno			
	San Juan	Calderón	México
Zonas		3-5-7-8	3-4-5-6
Radiofarmacenta	(no se logró determinar en detalle)	*Recolectar los materiales contaminados del recipiente blindado y del área de trabajo de yodo y colocarlos en los pozos de decaimiento según corresponda. A los vasos se les coloca fecha de ingreso de yodo. *Recolectar los generadores y los contenedores yodo y galio y trasladarlos al pozo de decaimiento	*Recolectar las bolsas de materiales contaminados de tecnecio, galio y yodo, los baldes de frascos y jeringas llenos, los registra en bitácora y los etiqueta. Traslado a la bodega *Registrar los generadores y contenedores de galio y yodo en bitácora y trasladarlos a la bodega
Zonas			3-4-5-6
Responsable Protección Radiológica	*Recolectar de cada salón de aplicación los baldes de agujas y de jeringas y los traslada a la bodega *Del cuarto caliente, recolecta las bolsas y baldes de materiales contaminados y los traslada a la bodega	-	*Recolectar las bolsas de materiales contaminados de tecnecio, galio y yodo, los baldes de frascos y jeringas llenos, los registra en bitácora y los etiqueta. Traslado a la bodega *Registrar los generadores y contenedores de galio y yodo en bitácora y trasladarlos a la bodega
Zonas		-	3-4-5-6
Técnicos e Imagenólogos	-	-	*Recolectar las bolsas de materiales contaminados de tecnecio, galio y yodo, los baldes de frascos y jeringas llenos, los registra en bitácora y los etiqueta. Traslado a la bodega *Registrar los generadores y contenedores de galio y yodo en bitácora y trasladarlos a la bodega

Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 17. Prácticas realizadas en la fase del almacenamiento 1 según el puesto

	Almacenamiento		
	San Juan	Calderón	México
Zonas		4 y 6	7
Radiofarmaceuta		<p>*Colocar los desechos según corresponda en los pozos ubicados dentro del cuarto caliente</p> <p>*Colocar los generadores y los contenedores yodo y galio en el pozo de decaimiento</p>	<p>*Colocar los desechos según corresponda en las estaciones fuera del cuarto caliente</p>
Zonas			7
Responsable Protección Radiológica	<p>*Colocar los desechos según corresponda en piletas y otros recipientes fuera del cuarto caliente</p>	-	<p>*Colocar los desechos según corresponda en las estaciones fuera del cuarto caliente</p>
Zonas		-	7
Técnicos e Imagenólogos	-	-	<p>*Colocar los desechos según corresponda en las estaciones fuera del cuarto caliente</p>

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 18. Prácticas realizadas en la fase de recolección para disposición final según el puesto

	Recolección para disposición final		
	San Juan	Calderón	México
Zonas		4 y 6	7 y 8
Radiofarmaceuta	-	*Entrega los baldes de jeringas y baldes de preparación al personal de aseo y registra en bitácora	-
Zonas		6	7 y 8
Responsable Protección Radiológica	*Recolectar los desechos infectocontagiosos y punzocortantes y se entregan al personal de aseo *Recolectar los generadores y los blindajes de yodo y galio, registra en bitácora y los traslada a la bodega de disposición final	*Recolecta los generadores y los blindajes de yodo y galio, registra en bitácora y los traslada a la bodega de disposición final	*Segrega en desechos infectocontagiosos, punzocortante, plomo y basura convencional. Registra la salida del material en las bitácoras
Zonas		-	7 y 8
Técnicos e Imagenólogos	-	-	*Segrega en desechos infectocontagiosos, punzocortante, plomo y basura convencional. Y Registra la salida del material en las bitácoras

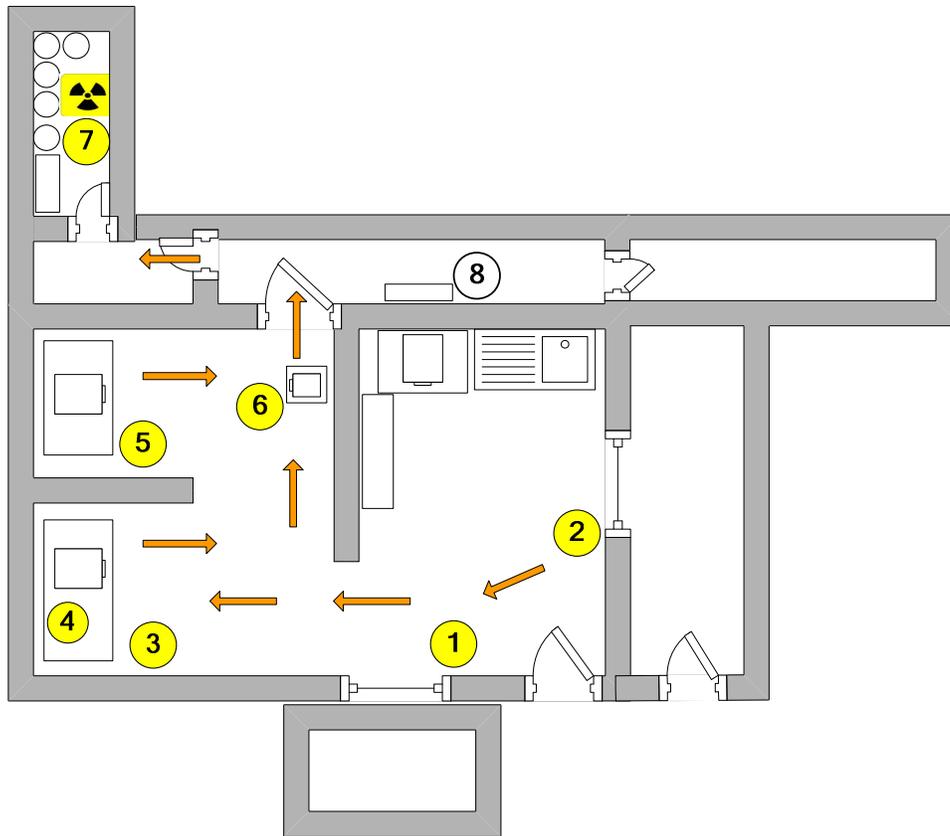
Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 19. Prácticas realizadas en la fase de almacenamiento 2 según el puesto

	Almacenamiento	
	San Juan	Calderón
Radiofarmacéuta	-	-
Zonas		9
Responsable Protección Radiológica	<p>*Colocar los generadores y los blindajes de yodo y galio en repisas según radionucleido y fecha de ingreso</p> <p>*Transcurrido un año, el generador se desarma, se retiran los blindajes de los contenedores. Se vende el plomo y el resto se trata como desecho hospitalario</p>	*Colocar los generadores y blindajes
Técnicos e Imagenólogos	-	-

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

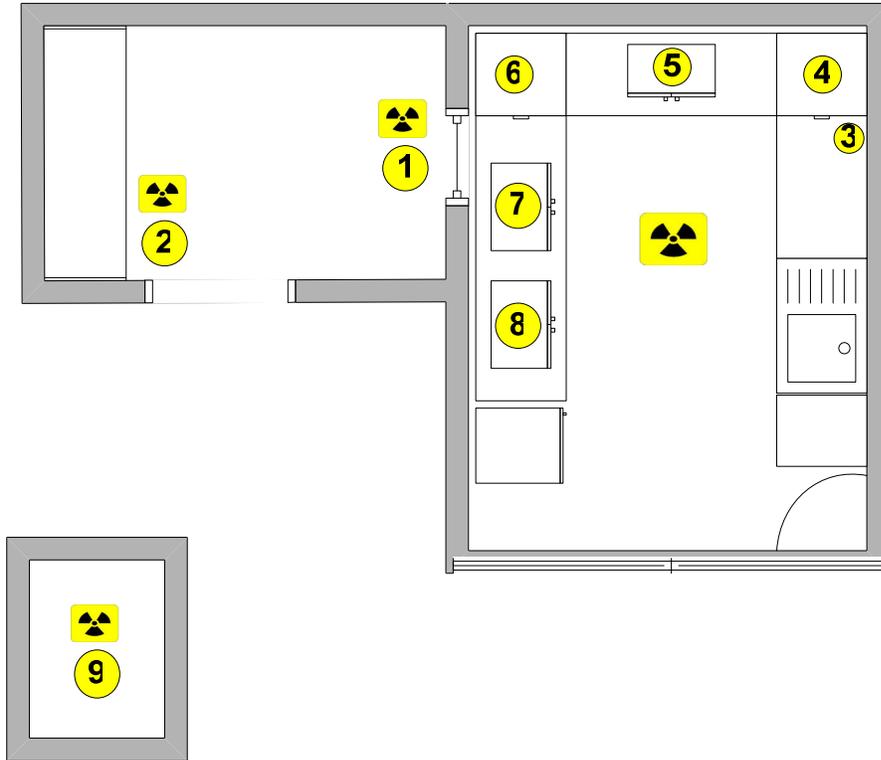
Apéndice 20. Zonas del servicio del Hospital México vinculadas al manejo de los desechos radiactivos



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

- ① Ventanilla a cuarto de aplicación de inyecciones
 - ② Ventanilla a cuarto de aplicación de Yodo
 - ③ Basurero sin blindar para materiales contaminados con Tecnecio y Galio
 - ④ Área blindada para frascos de preparación y jeringas de aplicación de Galio y Tecnecio
 - ⑤ Basurero blindado para materiales contaminados con Yodo
 - ⑥ Generador Molibdeno-Tecnecio
 - ⑦ Bodega de almacenamiento
 - ⑧ Mesa de trabajo fuera del cuarto caliente (no hay presencia de radiactividad)
- ← Indica ruta desde puntos de segregación de desechos radiactivos hasta área de almacenamiento temporal

Apéndice 21. Zonas del servicio del Calderón Guardia vinculadas al manejo de los desechos radiactivos



Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

- ① Cuarto de inyección de los pacientes
- ② Basurero con algodones de los pacientes inyectados.
- ③ Recipiente pequeño blindado
- ④ Pozo decaimiento jeringas
- ⑤ Generador de Tecnecio
- ⑥ Pozo decaimiento de Generadores
- ⑦ Mesa de trabajo
- ⑧ Mesa de trabajo de Yodo
- ⑨ Bodega de almacenamiento final fuera del servicio

Apéndice 22. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de los radiofarmaceutas de los servicios de MN de los Hospitales México y Calderón Guardia

	Calderón		México		Calderón		México	
Tiempo de realización	-	20 y 15 min respectivamente	-	5 min	-	5 min	-	5 min
Frecuencia	Todos los días	Más de 3 veces por semana	De 1 a 3 veces por semana	Más de 3 veces por semana	Todos los días	Más de 3 veces por semana	Todos los días	Más de 3 veces por semana
Distancias durante la gestión	0	0	*Recolección: 0 *Transporte: distancia de agarre normal	*Recolección: 0 *Transporte: distancia de brazo extendido	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal *Cerca estaciones de almacenamiento
Distancias del puesto de trabajo al desecho	0	*Mat. Cont.: aprox. 1 m *Jeringas: a la par del área de preparación *Generador y contenedores: Lejos, bodega fuera del área de trabajo	N/D: Implica traslado por cuarto caliente hasta pozo	N/D: Implica traslado por cuarto caliente hasta bodega	0 Se encuentra en el área de trabajo	Aprox. Lejos, bodega fuera del área de trabajo	0 Se encuentra en el área de trabajo	Aprox. Lejos, bodega fuera del área de trabajo
Protecciones	Utilización de guantes y gabacha	Utilización de guantes y gabacha	Utilización de guantes y gabacha	Utilización de guantes y gabacha. Técnicas de realización rápidas	Utilización de guantes y gabacha	Utilización de guantes y gabacha	Utilización de guantes y gabacha	Utilización de guantes y gabacha
Blindajes	*Blindajes de jeringas áreas de preparación *Balde rojos rígidos en zonas blindadas *Blindajes originales para generadores, contenedores de galio y yodo	*Blindajes de jeringas *Balde rojos rígidos en zonas blindadas *Basurero blindado con bolsa para materiales contaminados con yodo *Basurero sin blindar materiales contaminados con tecnecio y galio	*Blindajes originales para generadores, contenedores de galio y yodo *Bolsas de materiales contaminados sin blindajes	*Blindajes originales para generadores, contenedores de galio y yodo *Bolsas de materiales contaminados sin blindajes	Pozos con blindaje sólo en las paredes	*Estaciones blindadas: materiales contaminados y generadores *Contenedores de galio y yodo en blindajes originales	Pozos con blindaje sólo en las paredes	*Estaciones blindadas: materiales contaminados y generadores *Contenedores de galio y yodo en blindajes originales

Nota: En Distancia 0= contacto directo, N/D= no se puede determinar, Aprox= dato aproximado

Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 23. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de los técnicos de los servicios de MN de los Hospitales México y Calderón Guardia

			Recolección y Transporte Interno	Almacenamiento Temporal	Recolección Disp. Final
	Calderón	México	México		
Duración(min)		Entre 10 y 15 respectivamente	5	2	30
Frecuencia	Diario	1 a 3 veces por semana	1 a 3 veces por semana	1 a 3 veces por semana	otro
Distancia durante la gestión	0	0	*Recolección: 0 *Transporte: distancia de brazo extendido	*Distancia de agarre normal *Cerca estaciones de almacenamiento	*Distancia de agarre normal
Distancia del puesto de trabajo al desecho	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	N/D: Implica traslado por cuarto caliente hasta bodega	Aprox: Lejos, bodega fuera de áreas de trabajo	Aprox: Cerca estaciones de almacenamiento
Protecciones	*Guantes gabacha	*Guantes *Rapidez Disposición en: bolsas, recipientes para punzocortantes-infectocontagioso	*Guantes Rapidez	*Guantes Rapidez	*Guantes
Blindaje	Blindaje para agujas y vasos en ventana	*Blindajes de jeringas *Balde rojos rígidos en zonas blindadas *Basurero blindado con bolsa para materiales contaminados con yodo *Basurero sin blindar materiales contaminados con tecnecio y galio	*Blindajes originales para generadores, contenedores de galio y yodo *Bolsas de materiales contaminados sin blindajes	*Estaciones blindadas: materiales contaminados y generadores *Contenedores de galio y yodo en blindajes originales	no requiere blindajes

Nota: En Distancia 0= contacto directo, N/D= no se puede determinar, Aprox= dato aproximado

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

Apéndice 24. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de los imagenólogos y técnico del Hospital San Juan de Dios

	Segregación y Acondicionamiento			Recolección y Transporte Interno			Almacenamiento			Recolección para disposición final		
	San Juan técnico 1	San Juan Imagenólogo 1	San Juan Imagenólogo 2	San Juan técnico 1	San Juan Imagenólogo 1	San Juan Imagenólogo 2	San Juan técnico 1	San Juan Imagenólogo 1	San Juan Imagenólogo 2	San Juan	Calderón	México
Tiempo de realización	1 min	1min	Segreg:10 seg Acond: 2min	2 min	1min	5min	1min	2min	20 min	2min	2min	30 min
Frecuencia	todos los días	todos los días	todos los días	todos los días	todos los días	todos los días	todos los días	todos los días	todos los días	otro	todos los días	de 1 a 3 veces por semana
Distancias durante la gestión	0	0	0	*Recolección: 0 *Transporte: Distancia normal de agarre	*Recolección: 0 *Transporte: Distancia normal de agarre	*Recolección: 0 *Transporte: Distancia normal de agarre	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal
Distancias del puesto de trabajo al desecho	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	Implica traslado desde alguna área de segregación hasta bodega en cuarto caliente	Implica traslado desde alguna área de segregación hasta bodega en cuarto caliente	Implica traslado desde alguna área de segregación hasta bodega en cuarto caliente	Bodega dentro de cuarto caliente	Bodega dentro de cuarto caliente	Bodega dentro de cuarto caliente	Bodega dentro de cuarto caliente	Bodega dentro de cuarto caliente	Bodega dentro de cuarto caliente
Protecciones	Gabacha Guantes Rapidez	Gabacha Guantes Rapidez	Gabacha Guantes Rapidez	Gabacha Guantes	Gabacha Guantes	Gabacha Guantes	Gabacha Guantes	Gabacha Guantes	Gabacha Guantes	*Guantes	*Guantes	*Guantes
Blindajes	*Jeringas y vasos en área blindada *Balde rojos rígidos para agujas en zonas blindadas	*Jeringas y vasos en área blindada *Balde rojos rígidos para agujas en zonas blindadas	*Jeringas y vasos en área blindada *Balde rojos rígidos para agujas en zonas blindadas	*Jeringas y vasos en bolsa sin blindaje. *Balde rígidos para agujas.	*Jeringas y vasos en bolsa sin blindaje. *Balde rígidos para agujas.	*Jeringas y vasos en bolsa sin blindaje. *Balde rígidos para agujas.	*Jeringas y agujas en piletas de cemento. *Desechos con yodo en contenedor bajo piletas cemento	*Jeringas y agujas en piletas de cemento. *Desechos con yodo en contenedor bajo piletas cemento	*Jeringas y agujas en piletas de cemento. *Desechos con yodo en contenedor bajo piletas cemento	no requieren blindaje	no requieren blindaje	no requieren blindaje

Fuente: Carpio y Chavarria, 2007

Apéndice 25. Indicadores de exposición personal a radiación ionizante presentes en los desechos de OPR de los servicios de MN de los Hospitales México, San Juan de Dios y Calderón Guardia

	Segregación y Acondicionamiento			Recolección y Transporte Interno		Almacenamiento		Recolección para disposición final			Transporte y Almacenamiento final	
	San Juan	Calderón	México	San Juan	México	San Juan	México	San Juan	Calderón	México	San Juan	Calderón
Tiempo de realización	-	2 horas	Entre 10 y 15 respectivamente	-	5 min		2 min		-	30 min		2 horas
Frecuencia	todos los días	cada 15 días	1 a 3 veces por semana	1 a 3 veces por semana	1 a 3 veces por semana	1 a 3 veces por semana	1 a 3 veces por semana	otro	otro	otro	otro	otro
Distancias durante la gestión	0	0	0	*Recolección: 0 *Transporte: Distancia normal de agarre	*Recolección: 0 *Transporte: distancia de brazo extendido	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal *Cerca estaciones de almacenamiento	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	*Distancia de agarre normal	Aprox: 50 cm y Distancia de agarre normal respectivamente
Distancias del puesto de trabajo al desecho	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	*Inyección: a la par *Otras labores: Fuera del área de segregación	Implica traslado por todas las áreas de segregación hasta bodega en cuarto caliente	Implica traslado por cuarto caliente hasta bodega	Bodega dentro de cuarto caliente	Lejos, bodega fuera de áreas de trabajo	Bodega dentro de cuarto caliente	*En la zona de los pozos	Aprox: Cerca estaciones de almacenamiento	Aprox: Lejos, bodega fuera de áreas de trabajo	Aprox: Lejos, bodega fuera de áreas de trabajo
Protecciones	Gabacha Guantes Rapidez	Gabacha Guantes Rapidez	*Guantes Disposición en: bolsas, recipientes para punzocortantes-infectocontagioso	Gabacha Guantes	*Guantes Rapidez	Gabacha Guantes	*Guantes Rapidez	*Guantes	*Guantes	*Guantes	*Utilización de carretilla	*Utilización de carretilla
Blindajes	*Jeringas y vasos en área blindada *Balde rojos rígidos para agujas en zonas blindadas *Blindajes originales para generador y contenedores	*Blindaje para jeringas y vasos en ventanilla *Blindajes originales del generador y contenedores originales	*Blindajes de jeringas *Balde rojos rígidos en zonas blindadas *Basurero blindado con bolsa para materiales contaminados con yodo *Basurero sin blindar materiales contaminados con tecnecio y galio	*Jeringas baldes de galio y tecnecio sin blindaje. *Blindajes originales para generador y contenedores de fuentes abiertas	*Blindajes originales para generadores, contenedores de galio y yodo *Bolsas de materiales contaminados sin blindajes	*Jeringas y agujas c/u en balde dentro de piletta de cemento. *Desechos con yodo en contenedor bajo piletas cemento *Blindajes originales para generador y contenedores	*Estaciones blindados: materiales contaminados y generadores *Contenedores de galio y yodo en blindajes originales	*Blindajes originales del generador y contenedores originales de galio y yodo	*Blindajes originales del generador y contenedores originales de galio y yodo	no requiere blindajes	*Blindajes originales del generador y contenedores originales de galio y yodo	*Blindajes originales para el generador

Fuente: Carpio y Chavarría, 2007

IX. Anexos

Anexo 1. Política de Seguridad Radiología Institucional de la Caja Costarricense de Seguro Social

La Caja Costarricense de Seguro Social como Institución Pública proporciona servicios de salud en forma integral al individuo, la familia y la comunidad: otorga protección económica, social y de pensiones conforme a la legislación vigente, buscando mejorar el nivel y calidad de vida de la sociedad costarricense. La que –entre otras – considera las acciones que garantice la seguridad radiológica en las aplicaciones médicas con radiaciones ionizantes, para lo cual se compromete a:

Implementar y mantener un Sistema de Seguridad Radiológica como parte integral de los objetivos y estrategias institucionales, mediante la aplicación de conocimientos técnicos y científicos para la seguridad radiológica de la salud humana y el ambiente, y la prevención de la contaminación radiactiva en el planeamiento, diseño, dotación y operación de infraestructura, tecnologías, procesos, servicios, insumos y productos.

Introducir métodos y estilos de trabajo en el ámbito gerencial, profesional, técnico y operativo en todas las áreas vinculadas con el uso de radiaciones ionizantes que reflejen la implantación, consolidación e incremento de la cultura de seguridad.

Fomentar la investigación, la innovación y la cooperación técnica dirigida a la mejora continua de la calidad en las aplicaciones médicas que utilizan radiaciones ionizantes en nuestras unidades.

Cumplir con la normativa nacional e internacional vigente y aplicable a nuestras actividades de seguridad radiológica y que será parte de la formación y capacitación que recibirá nuestro personal.

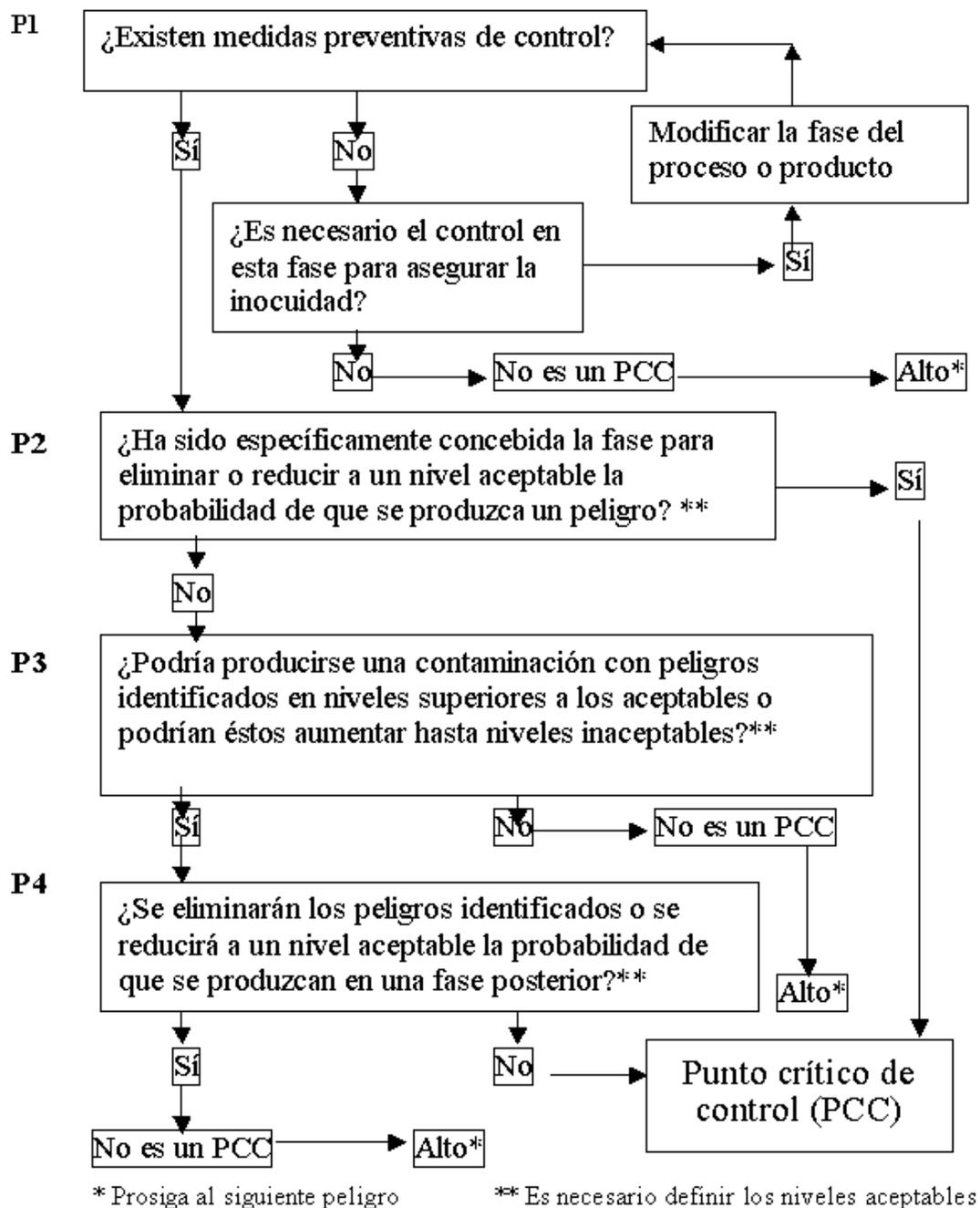
Usar racionalmente los recursos disponibles para las aplicaciones médicas con radiaciones ionizantes con el fin de que la afección del ambiente sea mínima por lo que se buscará el aprovechamiento máximo durante su vida útil, la minimización de los desechos y su disposición adecuada.

La Política de Seguridad Radiológica y los efectos reales de su operativización serán divulgados y comunicados en forma fluida y permanente a las autoridades, las comunidades y el público en general.

Mantener los controles necesarios para garantizar el cumplimiento de los objetivos del Sistema de Seguridad Radiológica y para evaluar su impacto.

Asignar los recursos, materiales y técnicos necesarios para garantizar el cumplimiento de la Política de Seguridad Radiológica.

Anexo 2. Árbol de decisiones para identificar los PCC.



Fuente: OIEA, FAO, 2003.

Anexo 3. Materiales almacenados en la bodega de desechos radiactivos del Servicio de Radioterapia del Hospital México

**SERVICIO DE ONCOLOGIA Y RADIOTERAPIA
HOSPITAL MEXICO**

Número de fuentes en el Servicio de Oncología y Radioterapia del Hospital México,

Total de fuentes: 261

Total de Fuentes en uso: 7

Total de fuentes en desuso: 254

FUENTES EN USO

Fuente	Simbolo	Cantidad
Cobalto 60	Co ⁶⁰	2
Estroncio 90	Sr ⁹⁰	3
Iridio 192	Ir ¹⁹²	1
Cesio 137	Cs ¹³⁷	1

FUENTES EN DESUSO (Almacenadas en la Bodega de Desechos)

Fuente	Simbolo	Forma	Cantidad	Hospital de Procedencia
Radio 226	Ra ²²⁶	Cápsulas	33	México
Radio 226	Ra ²²⁶	Tubos	30	México
Radio 226	Ra ²²⁶	Agujas	112	México
Radio 226	Ra ²²⁶	*	43	San Juan de Dios
Cesio 137	Cs ¹³⁷	*	35	San Juan de Dios
Desconocida	**	**	1	México

* No se tiene información con respecto a la forma de estas fuentes.

Fuente: Radioterapia, Hospital México