

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGIA MÉDICA  
LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES**



**INFORME FINAL DE SEMINARIO DE GRADO**

“PROCEDIMIENTOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DIFERENTES DESECHOS RADIATIVOS GENERADOS EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL MÉDICO QUIRÚRGICO Y ONCOLÓGICO DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL, EN EL PERIODO DE ENERO A MAYO DEL AÑO 2015”.

**INFORME FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN  
RADIOLOGIA E IMÁGENES.**

**ASESORA:**

LICDA. TERESA DE LOS ANGELES REYES PAREDES

**PRESENTADO POR:**

KRISIA VANESSA HERNANDEZ ROMERO	CARNET: HR08031
LINDA CRISTINA REYES FLORES	CARNET: RF08026
JAIME FABRICIO VALLADARES MEJIA	CARNET: VM08061

**CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2015**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

VICE- RECTORA ACADEMICA

Maestra Ana María Glower de Alvarado

VICE- RECTOR ADMINISTRATIVO

Maestro Oscar Noé Navarrete

SECRETARIA GENERAL

Dra. Ana Leticia de Amaya

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DECANO

Dr. José Arnulfo Herrera Torres

VICE-DECANO

Lic. Roberto Enrique Fong

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

Maestra Dálide Ramos de Linares

DIRECTORA DE LA CARRERA

Licda. Mabel Patricia Najarro Chávez

SAN SALVADOR

AGOSTO 2015

CENTROAMERICA

## AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios por habernos permitido culminar con nuestros estudios, por bendecirnos por diferentes medios en las ocasiones que más lo necesitábamos.....

**SIN EL NADA SOMOS.. Y NADA SEREMOS.**

Agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo, acompañamiento y comprensión durante todo el proceso académico y la realización de este documento, su apoyo incondicional nos motiva cada día a luchar por alcanzar nuestros sueños.

Un especial agradecimientos nuestra asesora de tesis Licenciada Teresa de los Ángeles Reyes Paredes por guiarnos de la mejor manera durante el desarrollo de esta investigación; a la Licenciada Angélica Reyes (Físico medico) por brindarnos su asesoría en el campo de investigación; al Licenciado Orlando Canjura por su aporte como Jurado, Docente y Amigo.

Un afectuoso agradecimiento a esas personas que estuvieron presentes ayudando y aportando antes y durante la formulación de este documento, Dios los bendiga y devuelva su ayuda en bendiciones.

A mis padres, por creer en mí, apoyarme siempre y darme ánimos en los momentos difíciles, por el sacrificio que cada uno de ellos ha hecho para que yo pueda salir adelante y por haberme inculcado buenos valores.

A mis hermanas, por su apoyo y paciencia que siempre me brindaron.

A mi cuñado Freddy Carranza, por ser un apoyo y darme ánimos para seguir adelante cuando lo necesite.

A nuestra asesora de seminario de grado Licda. Teresa de los Ángeles Reyes, por su apoyo, tiempo y orientación en las diferentes áreas técnicas de la investigación y sugerencias realizadas durante el desarrollo de la misma.

A mis amigos y amigas, por brindarme su amistad y apoyo en los momentos difíciles.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	vii
CAPITULO I .....	1
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	6
VIABILIDAD. ....	7
OBJETIVOS.....	8
CAPITULO II .....	9
DEFINICIONES.....	10
GENERALIDADES DE LA MEDICINA NUCLEAR.....	17
ORGANIZACIÓN DE LA MEDICINA NUCLEAR.....	26
PROCEDIMIENTO PARA RECIBIR CON SEGURIDAD PAQUETES QUE CONTIENEN MATERIAL RADIOACTIVO.....	32
RECOMENDACIONES EN EL LABORATORIO.....	34
GUIA PARA EL MANEJO DE FUENTES ABIERTAS EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR.....	35
DERRAMAMIENTO, ACCIDENTES Y SITUACIONES ESPECIALES.....	40
DOSIMETRIA.....	46
DESECHOS RADIOACTIVOS EN MEDICINA NUCLEAR.....	48
FORMAS DE ALMACENAMIENTO.....	51
REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS DESECHOS RADIOACTIVOS.....	57
CLASIFICACIÓN, SEGREGACION DE DESECHOS RADIOACTIVOS.....	59
CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS.....	61
CAPITULO III.....	67
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	68
CAPITULO IV.....	74
DISEÑO METODOLÓGICO.....	75
TIPO DE ESTUDIO.....	75

ÁREA DE ESTUDIO.....	75
UNIVERSO Y MUESTRA.....	75
METODO, TECNICA E INSTRUMENTO.....	75-76
PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	76
PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	76
CAPITULO V.....	77
PRESENTACION DE RESULTADOS.....	78
CAPITULO VI .....	103
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES.....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	110
ANEXO.....	113

## INTRODUCCIÓN

La radiología diagnóstica por imágenes ha experimentado enormes avances tecnológicos y aplicaciones clínicas, cada vez más amplias desde que Roentgen descubrió los Rayos X, en 1895, el crecimiento en el diagnóstico ha sido novedoso en el desarrollo de modalidades tales como lo es la medicina nuclear y su tecnología en los equipos para adquisición de imágenes, las radiaciones ionizantes son un tipo de energía electromagnética la cual con el paso de la historia nos han demostrado que deben ser controlada y supervisada para evitar dosis de exposición altas así como innecesarias, no solo desde fuentes directas que generan o emiten este tipo de energía sino también de los artefactos que han estado en contacto con ellas.

El presente documento es una iniciativa de parte de los estudiantes egresados de la facultad de medicina de la Universidad de El Salvador para optar al grado de licenciatura en Radiología e Imágenes, tener un documento sobre los procedimientos para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de medicina nuclear será la base para estudios posteriores relacionados al tema.

Para nosotros es muy importante este manuscrito ya que conocer sobre el correcto y adecuado procedimiento para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos nos ayuda a prevenir exposiciones innecesarias en medicina nuclear, la protección radiológica es muy importante para los trabajadores y pacientes que se encuentran en este servicio.

Para una mejor comprensión de la investigación el documento está estructurado con seis capítulos distribuido en la siguiente manera:

**El capítulo I** incluye el planteamiento del problema, los antecedentes de problema, la situación problemática y formulación de problema, donde se describe el problema, como está afectando a la población, muestra la justificación que refleja las razones, propósito,



motivaciones e importancia de realizar dicha investigación, presenta los objetivos que se pretenden lograr y servirán de guía para la investigación.

**El Capítulo II** muestra el marco teórico, las bases teóricas que permiten describir, comprender, explicar e interpretar el problema que se investigara.

**El capítulo III** las variables de la investigación, así como su conceptualización teórica y operacional y la operacionalización de variables que permitirán explorar los indicadores, que se traducirán a preguntas de los instrumentos de recolección de datos.

**El capítulo IV** explica el diseño metodológico, describiendo: tipo de estudio, el área de estudio, universo, población y muestra, métodos, técnicas e instrumentos y el proceso para la recolección de la información, el plan de tabulación y análisis de resultados.

**El capítulo V** muestra la presentación y análisis de resultados.

**El capítulo VI** describe las conclusiones y recomendaciones de los investigadores.

Al final del documento se incluye componentes complementarios, como: la bibliografía de fuentes científicas, teóricas, informes y otras consultadas para la investigación. Los anexos que incluyen protocolos que se utilizan en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Medico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, el instrumento de recolección de información, croquis y fotografías necesarias para que ayuden a una mejor comprensión del documento.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

## ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Históricamente, el campo de la Medicina Nuclear (MN), empezó en 1946 cuando se administró yodo radiactivo como «cóctel atómico» para tratar el cáncer tiroideo. Desde entonces, la medicina nuclear ha progresado y fue reconocida como especialidad médica por la American Medical Association en 1971.

La MN, es actualmente una especialidad de diagnóstico por imágenes Utiliza las radiaciones ionizantes procedentes de los radioisótopos o radio-nucleídos para la realización de estudios morfológicos y funcionales de numerosos órganos, así como para las determinaciones radio-analíticas de numerosas sustancias contenidas en el organismo. Para la ejecución de los estudios en pacientes es necesaria la introducción en el organismo, de una pequeña cantidad de sustancia radiactiva denominada radiofármaco, por diferentes vías, generalmente la intravenosa, así también, digestiva, etc.

Estas sustancias, por su especial afinidad, se fijan en el órgano que se desea estudiar, emitiendo radiación gamma la cual es, detectada por un equipo denominado gamma cámara, cuyo detector se sitúa sobre el órgano a explorar, recibiendo los fotones procedentes del radiofármaco.

Estas señales son transformadas en impulsos eléctricos que son modulados, amplificados y procesados por medio de un ordenador adjunto al equipo, lo que permite la representación espacial del órgano, denominada gammagrafía, sobre una pantalla. Actualmente se cuenta con cámaras que permiten la obtención de cortes del órgano según las tres direcciones del espacio (plano x, y, z), lo que mejora la calidad de los estudios y la sensibilidad diagnóstica. Como consecuencia de la utilización y manipulación de isótopos no encapsulados en Medicina Nuclear para el diagnóstico y tratamiento de pacientes, se produce una pequeña cantidad de residuos radiactivos de período corto y de baja concentración, que no obstante, deben gestionarse siguiendo todos los criterios y normas legales previstas. Los residuos procedentes de las dosis administradas y que son eliminados

por los pacientes ingresados son sustancias contaminadas con un radioisótopo. Dada su vida media corta, en general, tras un período de espera en depósitos protegidos pierden gran parte de su actividad, pudiendo ser vertidos en la red de desagüe de previa dilución, utilizándose sistemas de vertidos lentos y controlados. Los residuos sólidos provienen de fuentes de calibración gastadas, jeringas contaminadas, tubos y viales utilizados en técnicas analíticas, así como productos contaminados por los pacientes ingresados, como ropas de cama, pijamas y otros objetos cuya contaminación será previamente comprobada. Deben ser generalmente almacenados hasta perder su actividad en recipientes con los blindajes apropiados.

En los servicios de medicina nuclear, considerados por la legislación como instalaciones radiactivas de segunda categoría, deben seguir normas de protección radiológica, para evitar riesgos como irradiación externa y contaminación tanto en los pacientes como en el personal que trabaja en el servicio. Así mismo deberán efectuarse una serie de controles dosimétricos de contaminación de superficies, lugares y personas con la periodicidad conveniente y tener previstas una serie de actuaciones en caso de emergencia o accidente.

El objetivo del correcto tratamiento de los desechos radiactivos es asegurar que estos se gestionen en una manera tal, que se garantice la protección de individuos, la sociedad y el medio ambiente ahora y en futuro, sin imponer cargas indebidas a las generaciones futuras. Esto se alcanza poniendo en práctica métodos para la gestión de desechos radiactivos que cumplen con los requisitos internacionales, que han sido establecidos para garantizar la seguridad, incluyendo la protección radiológica.

## **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

La Medicina Nuclear (MN), es actualmente una especialidad de diagnóstico por imágenes utiliza las radiaciones ionizantes para la realización de estudios tipo funcional-molecular, morfológicos y en menor grado terapéutica, de numerosos órganos, así como para las determinaciones radio analíticas de numerosas sustancias contenidas en el organismo. Se emplea para tales fines, una pequeña cantidad de sustancia denominada radiofármacos y diferentes tipos de radioisótopos en forma de fuentes abiertas, estos son aplicados dentro del organismo de los pacientes, por diferentes vías, generalmente la intravenosa, así también digestiva, por lo general las exploraciones de medicina nuclear no son invasivas y carecen de efectos adversos.

Actualmente la cantidad de personas que necesitan atención en este servicio va en aumento siendo así, el Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, un centro asistencial de vital importancia en cuanto al tratamiento de las diferentes patologías y estudios que en esta área se realizan, por este motivo es necesario, que pueda contar con diferentes recursos y utensilios tales como fármacos, isotopos, equipo quirúrgico entre otros para los diferentes procedimientos médicos.

Una herramienta importante para el diagnóstico de diversas patologías, es la obtención de imágenes por medio de los radio fármacos, ya que a través de ellos se puede brindar información sobre la condición de salud de los pacientes, por lo que se considera de suma importancia contar con materiales idóneos para la obtención, preparación y aplicación de estas sustancias. Así también es vital tener las instrucciones precisas sobre la manipulación de los desechos radiactivos que se descartan al momento de finalizar los estudios realizados y con las medidas adecuadas para el correcto proceso después de haber sido suministrado al paciente, recordando que los isotopos que se utilizan para la creación del radio fármaco son átomos en calidad inestables, los cuales emanan una cantidad diferente de radiaciones ionizantes. Así mismo se debe haber un amplio espacio destinado para su propio almacenamiento temporal dentro del área.

El personal ocupacionalmente expuesto, debe estar consciente que diariamente trabajan con radioisótopos y el hecho de no aplicar el manejo adecuado después de su utilización ocasiona una mayor exposición a la radiación, no solo al paciente sino a los profesionales en radiología ya que los radioisótopos después de su aplicación existe una dosis residual, ya que se utilizan desechos de alto riesgo para el paciente y para el personal ocupacionalmente expuesto en el servicio de medicina nuclear.

El problema de no aplicar una adecuada manipulación de los diferentes instrumentos sobrantes después de estar en contacto con las sustancias radiactivas, puede repercutir negativamente en la salud del personal que labora en el servicio y no solo a ellos sino también a los pacientes que diariamente se someten a los estudios de medicina nuclear quienes pasan durante varias horas dentro de las instalaciones. El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos. Cuando las dosis de radiación superan determinados niveles pueden tener efectos agudos en la salud, los posibles efectos de las radiaciones que han sido estudiados por los órganos internacionales (por ejemplo, la Comisión Internacional de Protección Radiológica, el Organismo Internacional de Energía Atómica) son:

- A. Efectos de corto plazo tales como quemaduras de la piel y cataratas de los ojos.
- B. Efectos de largo plazo tales como un aumento de la disposición a la leucemia y a los cánceres sólidos; y
- C. Efectos hereditarios tales como el síndrome Down.

Por ejemplo, la dosis liminar para el síndrome de irradiación aguda es de aproximadamente 1 Sv (1000 mSv).

Por lo expuesto anteriormente, el equipo investigador se formula la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los procedimientos para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico Y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el período de Enero a Mayo del año 2015?

## JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad, determinar los diferentes procedimientos para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

En esta área se realizan estudios imagenológicos, los cuales permiten al médico brindar un diagnóstico y tratamiento necesario para salvaguardar la vida de los pacientes, pero para obtener dicho estudio es necesario suministrar sustancias radiactivas en el organismo, por lo que también se generan diferentes tipos de desechos como materiales quirúrgicos que son acumulados en un área exclusivamente destinada para éstos, dichos instrumentos deben ser manipulados cuidadosamente, porque a pesar de ser solo un conjunto de objetos desechables, aún poseen una carga radiactiva vigente dependiendo del tipo de isótopo radiactivo con el que se haya utilizado, convirtiéndose así en un peligro, debido que en dicha área donde son almacenados se concentra una cierta cantidad de radiación por lo que es trascendental conocer sobre el uso y manipulación idónea para proteger la salud del personal que labora en este servicio, y los diferentes usuarios que a diario visitan estas instalaciones tomando en cuenta que las dosis en los instrumentos afecta el entorno ambiental, y humano. Debido a esto, es necesario determinar los procedimientos para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear. Tener conocimiento acerca de la disposición final de estos remanentes beneficia a los diferentes pacientes que se someten a estudios con radioisótopos, si existe un correcto procedimiento de las dosis que se les brinda a los usuarios está será solo la necesaria para llevar a cabo su procedimiento evitando así exposiciones innecesarias por una mala manipulación de desechos, de igual forma beneficiara al personal de radiología que a diario se encuentran laborando previniendo así cualquier tipo de contaminación y excesiva dosis radiactiva; por lo que se reconoce la necesidad de realizar esta investigación.

## **VIABILIDAD.**

Esta investigación fue viable debido a que el grupo investigador obtuvo el permiso de la jefatura del servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social para ejecutarla, así como con los recursos humanos necesarios incluyendo la colaboración del personal que laboran en dicha área, además, se contó con el tiempo y los recursos económicos necesarios para llevar a cabo este estudio.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar los procedimientos para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de Medicina Nuclear, en el Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo de Enero a Mayo del año 2015.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar los tipos de desechos radiactivos que se almacenan en el servicio de medicina nuclear.
- Describir las formas en las que se almacenan los desechos radiactivos.
- Conocer las formas de eliminación de los diferentes tipos de desechos radiactivos.
- Identificar al personal responsable que se encarga de la manipulación de desechos radiactivos.
- Describir la protección radiológica que se aplica para la manipulación de desechos radiactivos.
- Conocer la normativa bajo la cual se rige el servicio de medicina nuclear para gestionar los desechos radiactivos para la disposición final

# **CAPITULO II**

**MARCO  
TEORICO Y CONCEPTUAL.**

## DEFINICIONES

Para efectos exclusivos de la interpretación y aplicación se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

**Acondicionar:** conjunto de operaciones realizadas sobre los desechos para darle una forma más segura para su transferencia, transporte, almacenamiento y eliminación.

**Almacenamiento:** se entiende la conservación de desechos radiactivos en una instalación o lugar con intención de recuperarlos.

**Almacenamiento temporal:** localización segura de los desechos radiactivos en una instalación donde se aplican medidas de aislamiento, protección del medioambiente y control humano, con el propósito de recuperarlos.

**Autoridad reguladora:** entidad a la que de conformidad con la legislación vigente le compete la reglamentación en materia de protección y seguridad radiológica.

**Bulto:** embalaje con su contenido radiactivo tal como se presenta para el transporte.

**Calibrador de actividades (Activímetro):** equipo destinado a medir las actividades de los radionúclidos que se administrarán a los pacientes, con fines diagnósticos o terapéuticos.

**Caracterización de desechos:** determinación de las propiedades físicas, químicas y radiológicas de los desechos, con objeto de determinar la necesidad de ajustes, tratamiento o acondicionamiento adicionales, o su adecuación para la manipulación, el procesamiento o el almacenamiento posteriores, o para la disposición final.

**Contaminación:** presencia de sustancias radiactivas sobre superficies, o dentro de sólidos, líquidos o gases (incluido el cuerpo humano), donde tal presencia no es ni intencionada ni deseable, o proceso que provoca la presencia de sustancias radiactivas en dichos lugares.

**Contención:** métodos o estructuras físicas diseñados para evitar o controlar la emisión y la aspersión de sustancias radiactivas.

**Contenedor de desechos:** vasija en la que se coloca el cuerpo del desecho para su manipulación, transporte, almacenamiento y/o posible disposición final.

**Descarga:** emisión planificada y controlada de material radiactivo (normalmente gas o líquido) al medio ambiente.

**Desintegración:** es un proceso en el cual unas partículas se transforman en otras.

**Descontaminación:** eliminación total o parcial de la contaminación mediante la aplicación deliberada de un proceso físico, químico o biológico.

**Desechos radiactivos:** material que contiene o está contaminado con radionúclidos, en concentraciones o actividades mayores que los niveles autorizados y que habiendo sido utilizado con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales, industriales u otros, sea desechado.

**Decaimiento radioactivo:** es un proceso en el que un núcleo inestable se transforma en uno más estable, emitiendo partículas y/o fotones y liberando energía durante el proceso.

**Desechos patogénicos:** un residuo patológico es aquel que posee características infecciosas.

**Desechos convencionales:** son objetos, materiales, sustancias o elementos sólidos que por su naturaleza, uso, consumo y/o contacto con otros elementos, objetos o productos no son peligrosos el generador abandona, rechaza o entrega siendo susceptibles de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

**Dispensa:** eliminación por la autoridad reguladora de todo control reglamentario interior respecto a materiales radiactivos o de objetos radiactivos utilizados en prácticas autorizadas.

**Disposición final:** colocación y almacenamiento definitivo de los desechos radiactivos ya tratados y acondicionados dentro de un repositorio.

**Entidad generadora de desechos:** entidad explotadora de una instalación o actividad que genera desechos.

**Encargado de protección radiológica:** es la persona que luego de cumplido los requisitos establecidos por la autoridad competente será el responsable de la Seguridad Radiológica de una determinada instalación y será la contraparte técnica ante la Dirección en materia de seguridad radiológica.

**Equipamiento de protección radiológica:** instrumental empleado en una instalación o práctica para la medición de radiación ambiental y de contaminación superficial.

**Especialista en física médica:** profesional universitario con formación y experiencia en física aplicada a la medicina nuclear.

**Embalaje:** dispositivo, autorizado por la Dirección, que permite confinar adecuadamente los distintos tipos de desechos, atendiendo su naturaleza física, química u otras características.

**Efluentes líquidos:** son residuos líquidos o residuos líquidos mezclados con sólidos.

**Filtro:** pantalla o cristal que refleja ciertos rayos de luz y deja pasar otros.

**Fuente de radiación:** aparato o material que emite o es capaz de emitir radiaciones ionizantes.

**Fuente radiactiva:** dispositivo, material o sustancia que emite radiaciones ionizantes.

**Fuentes radiactivas selladas:** están contenidas en equipos de irradiación diseñados para irradiar al paciente desde distancias predeterminadas mediante haces de radiación con aberturas angulares apropiadas (colimación), y según diferentes direcciones o en procedimientos rotativos.

**Fuentes abiertas con radioisótopos:** son corto tiempo de semidesintegración que se administran por inoculación u oralmente al paciente con fines de diagnóstico o tratamiento. En la protección de los trabajadores debe considerarse tanto situaciones de exposición externa como de incorporación de radionúclidos.

**Gestión de desechos radiactivos:** conjunto de prácticas o actividades administrativas y operacionales, relacionadas con el manejo, acondicionamiento, tratamiento, transferencia, transporte, almacenamiento, eliminación y disposición final de los desechos, en condiciones de seguridad radiológica, de modo que el impacto al medio ambiente y a la población en general sea mínimo.

**Instalaciones radiactivas:** recinto o dependencia habilitada para producir, tratar, investigar, manipular, almacenar o utilizar sustancias radiactivas u operar equipos generadores de radiaciones ionizantes.

**ICRP:** Comisión Internacional de Protección Radiológica

**Licencia:** autorización concedida por la autoridad competente con base en una evaluación de la seguridad y el lleno de unos requisitos y condiciones específicos, en virtud de la cual su titular adquiere una serie de derechos y deberes reconocidos en lo que respecta a la práctica o fuente respecto de la cual se otorga, especialmente en lo que atañe a la protección y seguridad.

**Ley del cuadrado inverso de la distancia:** establece que la cantidad de radiación recibida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente.

**Isótopos:** se denomina isótopos (del griego isos = mismo y topos = lugar) a los átomos de un mismo elemento, cuyos núcleos tienen una cantidad diferente de neutrones, y por lo tanto, difieren en masa, es decir, tienen igual número atómico ( $Z$ ) pero distinto número másico ( $A$ ).

**Medicina nuclear:** especialidad médica en la que se emplean fuentes radiactivas no selladas en seres humanos, con fines de diagnóstico o tratamiento.

**Niveles de dispensa:** conjunto de valores establecidos por la autoridad Reguladora, expresado en términos de concentraciones de actividad y/o actividades totales, por debajo de los cuales los materiales radiactivos pueden ser liberados del control regulador.

**PET:** tomografía por emisión de positrones. Se emplea sobre todo para el diagnóstico y seguimiento del cáncer.

**Período de semidesintegración:** intervalo de tiempo necesario para que el número de núcleos, de un radionúclido dado, presente en un determinado momento, se reduzca a la mitad por desintegración radiactiva.

**Procesamiento:** cualquier operación que modifique las características de los desechos, incluidos el tratamiento previo, el tratamiento y el acondicionamiento.

**Protección radiológica en medicina nuclear:** medidas de bioseguridad del personal ocupacionalmente expuesto de los licenciados en el manejo de los desechos radiactivos en el servicio de medicina nuclear y los diferentes dispositivos de protección radiológica.

**Radiaciones ionizantes:** propagación de energía de naturaleza corpuscular o electromagnética, que en la interacción con la materia produce ionización, directa o indirectamente.

**Radiofármaco:** toda sustancia que, por su forma farmacéutica, cantidad y calidad de radiación emitida puede usarse en el diagnóstico o tratamiento de las enfermedades de los seres vivos, cualquiera sea la vía de administración empleada.

**Radionúclidos:** son elementos químicos con configuración inestable que experimentan una desintegración radiactiva que se manifiesta en la emisión de radiación en forma de partículas alfa o beta y rayos X o gama.

**Radioisótopos (radionúclidos):** elementos naturales o artificiales, que emiten radiaciones ionizantes, caracterizados por la cantidad de protones y neutrones que conforman su núcleo, así como su estado energético nuclear.

**Segregación:** proceso mediante el cual el usuario clasifica los desechos, de acuerdo con lo dispuesto en la reglamentación, y los identifica adecuadamente para su posterior almacenamiento.

**Seguridad radiológica:** conjunto de normas, condiciones y prácticas que tienen por objeto proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente, limitando los riesgos radiológicos derivados del uso de las radiaciones ionizantes.



**Seguridad física:** medidas encaminadas a prevenir el acceso no autorizado o el daño a fuentes radiactivas, y la pérdida, robo o traslado no autorizado de esas fuentes.

**SPECT:** Tomografía Computarizada de Emisión Monofónica

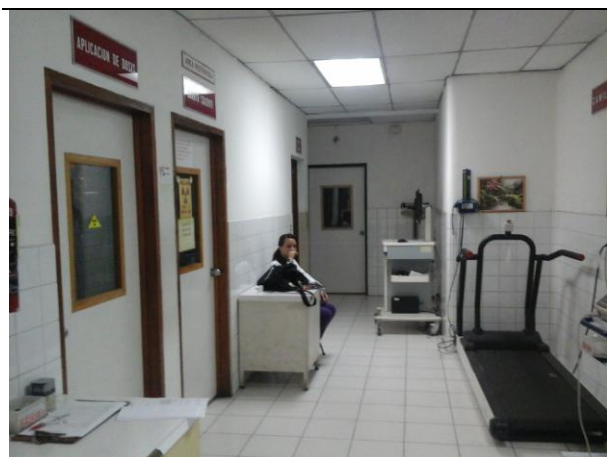
**Tratamiento:** operaciones destinadas a mejorar la seguridad tecnológica y/o los aspectos económicos modificando las características de los desechos.

## GENERALIDADES DE LA MEDICINA NUCLEAR

Históricamente, el campo de la Medicina Nuclear (MN), empezó en 1946 cuando se administró yodo radiactivo como «cóctel atómico» para tratar el cáncer tiroideo. En 1971, la Asociación Médica Americana había reconocido oficialmente medicina nuclear como una especialidad médica.

En el año de 1978 en El Salvador, surge la propuesta por parte del Dr. Canelo a las autoridades del ISSS, en Octubre de 1978, se instaló el primer equipo para Medicina Nuclear, siendo un GAMMAGRAFO 500D, marca Picker.

Se inicia el servicio de Medicina Nuclear en el Hospital General, en el sexto nivel. El personal con que contaba el servicio era poco, solo había un Médico Nuclear, el Dr. Canelo, un Técnico, el señor Pablo Rivas, una secretaria y un auxiliar de servicio que llegaba por momentos



**EL 12 DE OCTUBRE DE 1995, EL SERVICIO SE TRASLADA AL HOSPITAL DE ONCOLOGÍA, REUNIENDO CONDICIONES NECESARIAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y ESPACIO FÍSICO AJUSTADO A LAS NECESIDADES DE ESE ENTONCES, CONTANDO CON UN ÁREA CALIENTE Y UNA FRÍA.**

El 12 de Octubre de 1995, el Servicio se traslada al Hospital de Oncología, reuniendo condiciones necesarias de

protección radiológica y espacio físico ajustado a las necesidades de ese entonces, contando con un área caliente y una fría.

En Septiembre de 2000, se adquiere otra cámara gamma E-CAM, marca SIEMMENS, con una tecnología más avanzada y realizándose estudios de SPECT. La banda sin fin se usa para la prueba de esfuerzo con Talio – 201 y MIBI – Tc – 99m, hay dos desfibriladores que se ponen a funcionar cuando se realiza las perfusiones miocárdicas para ser utilizados en cualquier emergencia que se presente.

La MN, es actualmente una especialidad de diagnóstico por imágenes utiliza las radiaciones ionizantes para la realización de estudios tipo funcional-molecular, morfológicos es decir, muestran como están funcionando los órganos y tejidos explorados o revelan alteraciones de los mismos a un nivel molecular, y en menor grado terapéutica en numerosos órganos, así como para las determinaciones radio-analíticas de numerosas sustancias contenidas en el organismo.

Se emplea para tales fines, una pequeña cantidad de sustancia denominada fármaco combinada con diferentes tipos de radioisótopos en forma de fuentes abiertas. Los radioisótopos que se usan para diagnóstico por la imagen emiten un rayo gamma (g).

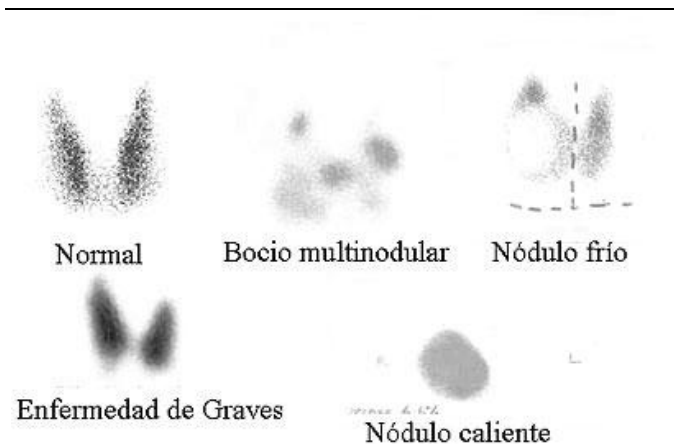
1. TEC99m
2. Yodo-123

Los utilizados para tratamiento emiten una partícula beta (b) son:  
Yodo 131

Cada radioisótopo tiene un periodo de desintegración o semivida características. La energía puede ser

liberada, principalmente, en forma de rayos alfa (núcleos de helio), beta (electrones o positrones) o gamma (energía electromagnética).

Los rayos gamma tienen una energía más alta para pasar por el cuerpo y pueden detectarse con una cámara de detección, mientras que las partículas beta recorren sólo distancias cortas y emiten su dosis de radiación al órgano diana. Por ejemplo, el tecnecio-99m o el yodo-123 pueden usarse para detectar una enfermedad tiroidea, pero algunas enfermedades tiroideas o un cáncer de tiroides, hipertiroidismo pueden tratarse únicamente o en parte con



**CENTELLEOGRAMA TIROIDEO**  
EXPLORACIÓN MÉDICA QUE CONSISTE EN LA INTRODUCCIÓN EN EL PACIENTE DE ISÓTOPOS RADIATIVOS (YODO I-131 Ó TECNICIO 99M), QUE SON ABSORBIDOS POR LA TIROIDES, PARA OBTENER UNA IMAGEN MORFOLÓGICA Y FUNCIONA

yodo-131. La diferencia en el agente utilizado depende del tipo y de los niveles de energía de la partícula de radiación que emite el radioisótopo.

**Los diferentes tipos de isótopos se clasifican como:**

1. **Naturales:** son los que se encuentran en la naturaleza de manera natural. Ejemplos: el hidrógeno tiene tres isótopos naturales (el protón que no tiene neutrones, el deuterio con un neutrón, y el tritio que contiene dos neutrones). Otro elemento que contiene isótopos muy importantes es el carbono, en el cual está el carbono 12, que es la base referencial del peso atómico de cualquier elemento, el carbono 13 que es el único carbono con propiedades magnéticas y el carbono 14 radioactivo.
2. **Artificiales:** son fabricados en laboratorios nucleares con bombardeo de partículas subatómicas, estos isótopos suelen tener una corta vida, en su mayoría por la inestabilidad y radioactividad que presentan. Ejemplos: Iridio 192 que se usa para verificar que las soldaduras de tubos estén selladas herméticamente, sobre todo en tubos de transporte de crudo pesado y combustibles, algunos isótopos del Uranio también son usados para labores de tipo nuclear como generación eléctrica.

Los Radioisótopo son isótopos radiactivos ya que tienen un núcleo atómico inestable (por el balance entre neutrones y protones) y emiten energía y partículas cuando cambia de esta forma a una más estable. La energía liberada al cambiar de forma puede detectarse con un contador Geiger o con una película fotográfica, varios isótopos radiactivos inestables y artificiales tienen usos en medicina. Por ejemplo, un isótopo del tecnecio ( $^{99m}\text{Tc}$ ) puede usarse para identificar vasos sanguíneos bloqueados. Varios isótopos radiactivos naturales se usan para determinar cronologías, por ejemplo, arqueológicas ( $^{14}\text{C}$ )

Los radiofármacos, por su especial afinidad, se fijan en el órgano que se desea estudiar, estos son aplicados dentro del organismo de los pacientes, por diferentes vías (generalmente la intravenosa, así también digestiva). Están formados por un fármaco transportador como: P y P, ECD, MAA, DTPA, SESTAMIBI, MDP, SULFATO COLOIDAL. Unidos a un isótopo radiactivo (Yodo 131; TEC99m, TALIO 201, INDIO

111, GALIO 67). El método de administración depende del tipo de examen y del órgano o proceso orgánico que se debe examinar.

**ESTUDIOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR. DEL ISSS**

<b>ESTUDIOS</b>	<b>RADIOFARMACO</b>	<b>DOSIS</b>
<b>CENTELLOGRAMA ÓSEO</b>	TC99M + MDP	15-20 MCI
<b>CENTELLOGRAMA TIROIDEO DUAL</b>	TC99M	7 – 10 MCI
<b>CENTELLOGRAMA TIROIDEO CON YODO 131 O CAPTACIÓN TIROIDEA</b>	YODO 131	MENORES A 30 MCI
<b>GAMMAGRAFÍA HEPATOESPLENICA</b>	TC99M + SULFURO COLOIDAL	5 – 7 MCI
<b>CENTELLOGRAMA RENAL</b>	TC99M + DTPA	3-5 MCI
<b>CENTELLOGRAMA RENAL BASAL</b>	TC99M + DTPA	3-5 MCI
<b>PERFUSIÓN MIOCÁRDICA</b>	TC 99M + MIBI	10 MCI 4 HORAS DESPUÉS 30 MCI
<b>DOSIS ABLATIVA DE YODO 131</b>	YODO 131	EVALUACIÓN DEL MEDICO
<b>RASTREO CORPORAL CON YODO 131</b>	YODO 131	EVALUACIÓN DEL MEDICO
<b>CENTELLORAMA PULMONAR POR PERFUSIÓN</b>	TC 99M + MAA	3 – 5 MCI
<b>CENTELLORAMA PULMONAR</b>	TC 99M +DTPA	15 – 20 MCI

Los radiofármacos deben carecer de acción farmacológica intrínseca y su función es la de actuar como un auténtico marcado radiactivo, que es detectado por sensores especiales. Esto genera unas señales que son interpretadas por un ordenador, el cual produce un mapa de actividad (un mapa visual de la actividad del

<b>FÁRMACOS MÁS UTILIZADOS EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR. DEL ISSS</b>	
<b>PYP</b>	<b>PIROFOSFATO</b>
<b>DTPA</b>	ACIDO DIETILEN TRIAMINO PENTACETICO
<b>MDP</b>	ACIDO METILEN DIFOSFONICO
<b>ECD</b>	ETIL CISTEINATO DIMERO
<b>MIBI</b>	2 METOXI-ISOBUTIL-ISONITRILO
<b>MAA</b>	MACRO AGREGADO DE ALBUMINA
<b>SULFATO COLOIDAL</b>	

radionúclido en el cuerpo), que es mostrado en un monitor o en una película fotográfica. Es obvio que los radiofármacos constituyen elementos esenciales en esta técnica diagnóstica. La mayor parte de ellos son preparados de forma extemporánea, debido a que los radionúclidos empleados tienen una vida media corta.

Por definición, todos estos radiofármacos emiten radiación. Esta radiación emitida se detecta y se obtienen imágenes por medio de:

1. Gammacámaras (también conocida como cámara Anger por ser este su inventor en 1958), ha sido y es el detector más ampliamente utilizado en medicina nuclear.
2. Tomografía por emisión de positrones (PET)
3. Tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT).

La radiación en algunas pruebas puede medirse en zonas del cuerpo mediante el uso de sondas o pueden obtenerse muestras de los pacientes y medirse en contadores. Estas señales son transformadas en impulsos eléctricos que son modulados, amplificados y procesados por medio de un ordenador adjunto al equipo, lo que permite la

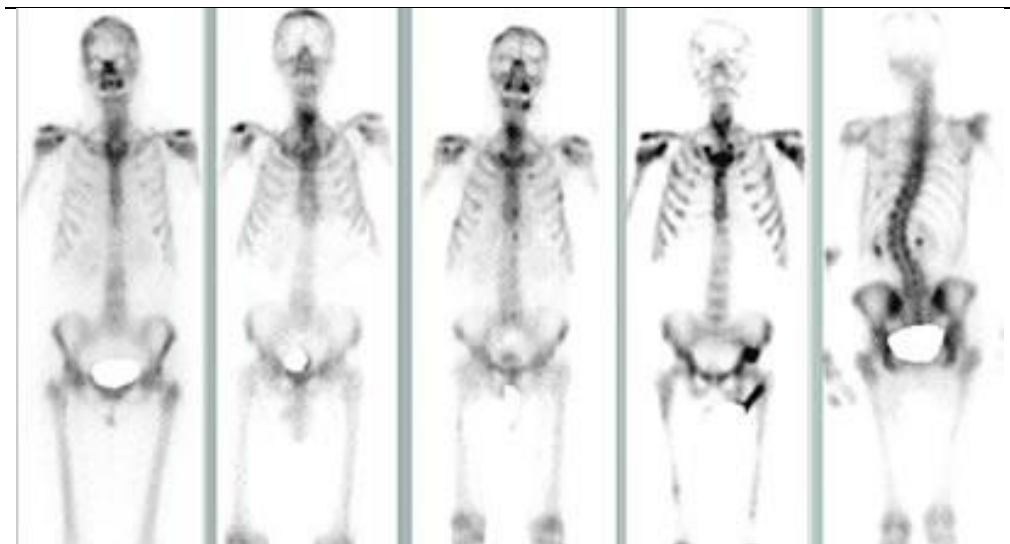


**LA GAMMACÁMARA TAMBIÉN CONOCIDA COMO CÁMARA ANGER POR SER ESTE SU INVENTOR EN 1958, MODELO E – SOFT, INSTALADA EN SEPTIEMBRE DEL 2000**

representación espacial del órgano, sobre una pantalla. Actualmente se cuenta con cámaras que permiten la obtención de cortes del órgano según las tres direcciones del espacio (plano x, y, z), lo que mejora la calidad de los estudios y la sensibilidad diagnóstica.

El principio de la medicina nuclear incluye la biología funcional, por lo que pueden hacerse no sólo pruebas para obtener imágenes de un proceso patológico, sino que también puede utilizarse para tratar enfermedades. Los radionúclidos o partículas radiactivas usados en medicina nuclear con frecuencia están químicamente ligados a un complejo llamado marcador de forma que, cuando se administra, actúa de una manera característica en el cuerpo. La forma en la que el cuerpo manipula este marcador varía en una enfermedad o proceso patológico y, por tanto, muestra imágenes diferentes entre estados normales y patológicos.

Por ejemplo, el marcador usado en la gammagrafía ósea es Acido Metilén Difosfónico (MDP). El MDP se une al tecnecio-99m para obtener gammagrafías óseas.



**IMAGEN DE CENTELLOGRAFÍA ÓSEA CON MDP 99 TC  
PARA VISUALIZAR EL TEJIDO ÓSEO Y LAS LESIONES QUE  
SE PUEDEN VER EN EL, POR PATOLOGÍA INFECCIOSA, TUMORES  
PRIMARIOS , ENFERMEDADES CRÓNICAS Y METÁSTASIS.**

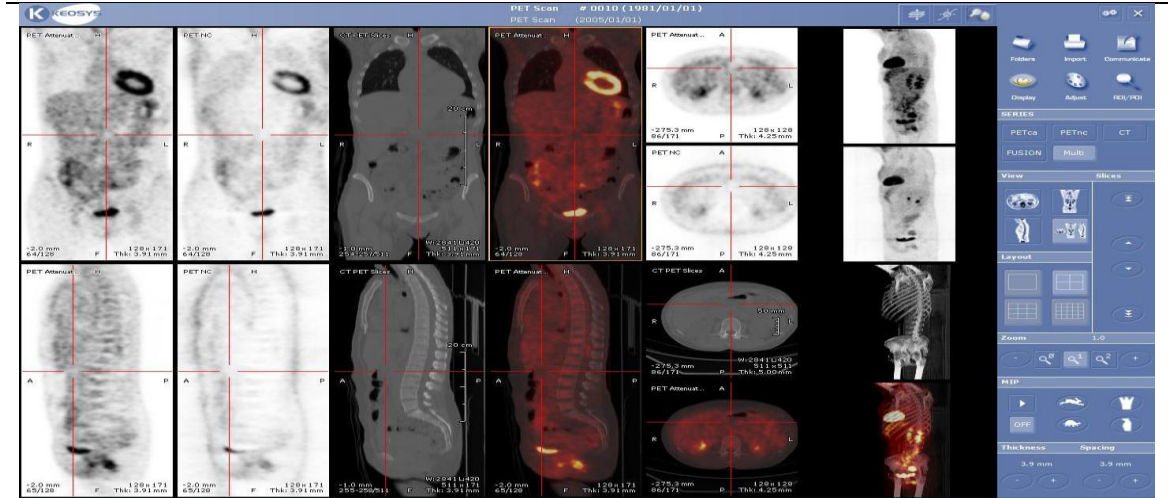
El MDP se une a la hidroxiapatita en el hueso. Si hay un cambio fisiológico en el hueso por una fractura, metástasis óseas o un cambio artrósico, se observará un aumento de la actividad ósea y, por tanto, una mayor acumulación del marcador en esta región en comparación con el hueso normal. Esto producirá un «punto caliente» focal del radiofármaco en una gammagrafía ósea.

El tecnecio-99m es el principal radioisótopo en medicina nuclear. Se obtiene de forma sumamente fácil a partir de un generador de Mo99-Tc99, a través de un proceso denominado elución. Tiene una semivida corta (5.02 horas), lo que facilita la obtención de imágenes y su eliminación. Sus propiedades farmacológicas permiten que se una fácilmente a varios marcadores y emite rayos gamma de energía adecuada para las técnicas de imagen, se usa para la formación de imágenes de cerebro, tiroides, hígado, riñón, pulmón y sistema cardiovascular. Además del tecnecio-99m, los radionúclidos intravenosos más comunes usados en medicina nuclear son yodo-131, talio-201 el tecnecio-99m etc.

Las imágenes obtenidas en una gammagrafía pueden ser en forma de una o múltiples. Los grupos de imágenes pueden representarse en secuencia temporal (p. ej., cine) como método dinámico o en secuencias cardíacas, o en secuencia espacial, en las que la gamma cámara se desplaza en relación con el paciente, como en la SPECT. Las imágenes en secuencia espacial permiten presentar las imágenes como un montón de cortes de imágenes, tal y como se visualizan las imágenes de TC o RM. En algunos casos, esta información fisiológica puede fusionarse con imágenes más anatómicas de TC o RM, combinando, las ventajas de la anatomía y la función para su diagnóstico, por lo general las exploraciones de medicina nuclear no son invasivas y carecen de efectos adversos.

Las imágenes en secuencia temporal y espacial ofrecen una perspectiva excepcional e información de los procesos fisiológicos del cuerpo. Una PET es un tipo especializado de técnica de medicina nuclear que mide funciones importantes del cuerpo, como el flujo sanguíneo, el uso de oxígeno y el metabolismo del azúcar (glucosa) para evaluar la función de órganos y tejidos.





## IMAGEN DE PET-TAC.

La Medicina Nuclear, es una alternativa excelente para tratamiento de hipertiroidismo y también, diagnósticos de prácticamente todos los órganos. Ha sido, durante mucho tiempo, desconocida tanto para pacientes como para enfermeras; sin embargo, se está incorporando de manera creciente a los hospitales.

Los pacientes que acuden a esos servicios requieren cuidados de enfermería, derivados tanto de la diversidad de exploraciones con características particulares, como de patologías susceptibles de ser estudiadas y/o tratadas con estos procedimientos.

### **Ventajas de la medicina nuclear:**

1. Posibilidad de realizar estudios de cuerpo entero en un solo examen.
2. Dosis de radiación baja, en general similar o menor que un examen de Radiología.
3. Son estudios poco invasivos, requiriendo en la mayoría de los casos sólo de inyección endovenosa.
4. Los exámenes de medicina nuclear proporcionan información sobre la función y la estructura anatómica del cuerpo que generalmente son imposibles de lograr mediante otros procedimientos de diagnóstico por imágenes.

5. La medicina nuclear es menos costosa y puede rendir información más precisa que la cirugía exploratoria.
6. La medicina nuclear ofrece la posibilidad de identificar enfermedades en sus estadios tempranos, en general antes de que aparezcan los síntomas o de que las anomalías puedan ser detectadas con otros métodos de diagnóstico.
7. Debido a que pueden detectar con cierta precisión si una lesión es benigna o maligna las exploraciones por PET pueden eliminar la necesidad de una biopsia quirúrgica, o pueden identificar el mejor sitio para una biopsia.
8. Las exploraciones podrían proveer información adicional que se utiliza para el planeamiento de la radioterapia.
9. En el caso de los procedimientos terapéuticos de medicina nuclear, los riesgos del tratamiento siempre son evaluados contra los posibles beneficios. Se le informará sobre todos los riesgos significativos antes del tratamiento y tendrá la oportunidad de hacer preguntas.

#### **Desventajas de la medicina nuclear**

1. Pueden presentarse reacciones alérgicas a los radiofármacos pero con muy poca frecuencia y normalmente son suaves. Sin embargo, se debe informar al personal de medicina nuclear sobre cualquier alergia que pueda tener u otros problemas que pueden haber ocurrido durante un examen anterior de medicina nuclear.
2. La inyección de la radiosonda podría provocar un leve dolor y enrojecimiento que han de resolverse con rapidez.
3. Las mujeres siempre deben comunicar a su médico o licenciado (a) si existe alguna posibilidad de que se encuentren de embarazo o lactancia.

#### **Precauciones para hacer un estudio de medicina nuclear**

1. Asegurar la protección radiológica global del paciente
2. Asegurarse de que la exposición de los pacientes sea la mínima necesaria para alcanzar el objetivo.

3. Establecer protocolos optimizados para los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, asesorado por el físico médico
4. Proporcionar criterios para administrar la exploración de mujeres embarazadas.
5. Identificar al paciente
6. Informar al paciente

Proporcionar información a los acompañantes y al personal de enfermería que tengan contacto con un paciente después de un examen o terapia con medicina nuclear; verificar que la paciente no esté embarazada; asegurarse de que las madres lactantes reciban la correspondiente información acerca de la interrupción de la lactancia; calcular la actividad a administrar a los pacientes pediátricos de acuerdo con las normas locales; verificar el radiofármaco a administrar y su actividad; realizar regularmente controles de calidad del medidor de actividad y de la gamma cámara; informar al médico especialista en medicina nuclear y al oficial de protección radiológica (RPO) en caso de accidente o incidente.

## **ORGANIZACIÓN DE LA MEDICINA NUCLEAR**

El servicio de medicina nuclear está formado por un médico jefe especialista en medicina nuclear, cuatro licenciados y una licenciada en Radiología e Imágenes, una secretaria y una auxiliar de servicio. Trabaja en el servicio un cardiólogo nuclear que esta nombrado en el servicio de Cardiología.

### **Funciones del personal**

#### **1. Jefe del servicio**

- a) Administrar el servicio.
- b) Supervisa y apoya el trabajo de los técnicos
- c) Interpreta exámenes.
- d) Asiste a reuniones con colegas y autoridades de la institución
- e) Da tratamientos con I – 131 a pacientes con hipertiroidismo y cáncer de tiroides.

## **2. Licenciados y licenciada en Radiología e Imágenes**

- a) Recibe los materiales radiactivos que llega cada semana y chequea sus características.
- b) Coloca los materiales radiactivos en el lugar adecuado.
- c) Hacen las eluciones del generador de Tc – 99m y fracciona según los exámenes a realizar. Y prepara dosis de I – 131 vía oral.
- d) Realiza con el Tc – 99m las preparaciones necesarias para los diferentes exámenes midiendo su radiactividad.
- e) Inyecta los preparados para los diferentes exámenes, vía endovenosa y oral cuando se requiere.
- f) En los exámenes de perfusión miocárdica, prepara los pacientes para poner los electrodos precordiales, auxilia al cardiólogo en la verificación de las pruebas de esfuerzo, controla constantemente la tensión arterial del paciente y luego coloca al paciente en la gamma cámara el cual debe de ser monitorizado nuevamente con el objeto de hacer una adquisición engatillada, chequear constantemente su frecuencia cardiaca y trazo de EKG para, mediante el sistema SPECT, adquirir las imágenes de esfuerzo.
- g) Prepara e inyecta el trazador radiactivo a los pacientes de perfusión Miocárdica, cuatro horas después, para luego adquirir en la gamma cámara las imágenes de reposo.
- h) Pasa las imágenes en la computadora adosada a la gamma cámara y luego en el caso de Perfusión Miocárdica las envía pre-procesadas a la computadora central para su interpretación.
- i) Hace los controles de calidad de las gamma cámaras, las calibraciones diarias, tomando en cuenta el isótopo con el que se realizan los exámenes.
- j) Da las dosis con yodo radiactivo (I – 131) a los pacientes con hipertiroidismo y para los rastreos de cuerpo entero en pacientes con cáncer de tories.
- k) Colabora con el Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del ISSS a la toma de radiografías portátiles urgente en pacientes hospitalizados.

- l) Separa la basura radiactiva en los depósitos respectivos (para Tc – 99m, Tl – 201, I – 131).
- m) En la gestión de desechos radiactivos separa la basura según el isotopo utilizado, y semanalmente se saca con su debida identificación para ser llevado al cuarto de desechos radiactivos.
- n) Realiza los pedidos de material a utilizar mensualmente en al área técnica.
- o) Colabora con la atención del derecho – habiente siempre que es necesario.
- p) Realiza la limpieza de la procesadora y efectúa la elaboración de los químicos.
- q) Cuando presentan problemas las diferentes gamma cámaras se comunican con las personas idóneas para la orientación en la solución del problema dado.
- r) Cuando el caso lo amerita, y, la institución lo requiere o surgen emergencias en días u horas no laborales se presentan a solventar dicha emergencia.
- s) Explica a los pacientes sobre el examen que se va a realizar y da indicaciones de las medidas preventivas de protección que posteriormente tendrá que llevar a cabo.

### **3. Secretaria.**

- a) Atiende a los pacientes que llegan a pedir citas para los exámenes y al público en general.
- b) Atiende el teléfono y mantiene contacto telefónico con pacientes, proveedores de los materiales radiactivos, la UACI y compañía SIMENS. S.A. que da mantenimiento a los equipos.
- c) Lleva en agenda las citas de los pacientes.
- d) Elabora a máquina memorándums, notas, cartas, requisiciones, ordenes de trabajo, boletines para los diferentes archivos de los exámenes.
- e) Elabora a máquina los reportes de los exámenes.
- f) Lleva un archivo de la correspondencia enviada y recibida y documentos de los materiales.
- g) Lleva un archivo de los estudios realizados en el servicio.
- h) Pide pacientes hospitalizados citados cuando lo amerita.
- i) Entrega reporte a los pacientes.

#### **4. Auxiliar de servicio.**

- a) Realiza el aseo del servicio
- b) Auxilia a la secretaria para llevar y traer correspondencia.
- c) Lleva a cambio la ropa del servicio.
- d) Auxilia a los pacientes cuando es necesario.
- e) Auxilia al médico en el ingreso para la dosis de I – 131 a los pacientes con cáncer de tiroides.

#### **5. Cardiólogo nuclear**

- a) Verificar y controlar las pruebas de esfuerzo en los pacientes de perfusión miocárdica.
- b) Interpretar las imágenes de los pacientes de perfusión miocárdica. (**VER ANEXO IV**)

### **ÁREAS DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR.**

- 1. Área gris:** administrativo, recepción, jefatura.
- 2. Área blanca:** se encuentran las secciones donde se manipulan los instrumentos.
- 3. Área caliente:** existe riesgo de contaminación.

En los servicios de medicina nuclear, los desechos radiactivos son de clase 2 (desechos de muy corta vida), deben seguir normas de protección radiológica, para evitar riesgos como irradiación externa y contaminación tanto en los pacientes como en el personal que trabaja en el servicio.

Como consecuencia de la utilización y manipulación de isótopos no encapsulados en M. N. para el diagnóstico y tratamiento de pacientes, se produce una pequeña cantidad de residuos radiactivos de período corto y de baja concentración, que no obstante, deben gestionarse siguiendo todos los criterios y normas legales previstas. Durante el proceso de preparación

y administración de radiofármacos se pueden generar los desechos radiactivos que se detallan en la Tabla 1.

**TABLA 1. DESECHOS GENERADOS DURANTE LA PREPARACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RADIOFÁRMACOS**

DESCRIPCIÓN	RESIDUOS
<b>PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	VIALES, JERINGAS Y AGUJAS
	VIAL DE ELUCIÓN
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	JERINGA Y AGUJA PAPEL DE FILTRO
	JERINGA Y AGUJA PAPEL DE FILTRO
<b>INYECCIÓN AL PACIENTE ADMINISTRACIÓN ORAL CÁPSULA O LÍQUIDA</b>	JERINGA Y AGUJA PAPEL DE FILTRO
	ALGODÓN
	VASOS
	CONTENEDOR CÁPSULA
	GUANTES
<b>OTROS RESIDUOS GENERADOS</b>	PAPEL ABSORBENTE
	JERINGAS CON DOSIS PREPARADAS Y NO USADAS
	BANDEJAS GENERADORES

Los residuos procedentes de las dosis administradas y que son eliminados por los pacientes ingresados son sustancias radiactivas líquidas. Dada su vida media corta, en general, tras un período de espera en depósitos protegidos pierden gran parte de su actividad, pudiendo ser vertidos en la red de desagüe de previa dilución. Los residuos sólidos provienen de fuentes

de calibración gastadas, jeringas contaminadas, tubos y viales utilizados en técnicas analíticas, así como productos contaminados por los pacientes ingresados, como ropas de cama, pijamas y otros objetos cuya contaminación será previamente comprobada. Deben ser generalmente almacenados hasta perder su actividad en recipientes con los blindajes apropiados.

Algunos ejemplos de los distintos tipos de desechos generados en un hospital

**Desechos líquidos:** contienen radionúclidos de corta vida factibles de ser almacenados para su decaimiento (radiofármacos) pero en una mínima cantidad más que todo son residuos que quedan en jeringas y frascos de radionúclidos. Algunos pueden ser liberados al medio ambiente si se ha garantizado una dispensa para esa sustancia radiactiva o si el vertido está dentro de los límites autorizados por la Autoridad Reguladora.



**LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROVIENEN DE FUENTES DE CALIBRACIÓN GASTADAS, JERINGAS CONTAMINADAS, TUBOS Y VIALES UTILIZADOS EN TÉCNICAS ANALÍTICAS, ASÍ COMO PRODUCTOS CONTAMINADOS POR LOS PACIENTES INGRESADOS**

**Desechos sólidos:** contienen radionúclidos de corta vida factibles de ser almacenados para su decaimiento (artículos contaminados). Así como también desechos que después de un tratamiento y acondicionamiento apropiado pueden ser manejados en el sistema público de tratamiento de desechos (muestras biológicas, marcadores anatómicos).

La mayoría de desechos sólidos que se almacenan en el área de Medicina Nuclear son los siguientes:

1. Contenedores
2. Generadores de radionúclidos (tecnecio 99m)
3. Catéteres



4. Agujas
5. Jeringas
6. Guantes
7. Vasos desechables
8. Ropa de ingreso

Los contenedores de yodo y candelas de molibdeno se almacenan en una bodega dentro del hospital debido a que contienen plomo y no se pueden catalogar como basura normal ya que sería una contaminación para el medio ambiente y la población en general, por lo que se colocan en dicha bodega y se espera a encontrar cualquier empresa que necesite dicho material y se los lleve.

### **PROCEDIMIENTO PARA RECIBIR CON SEGURIDAD PAQUETES QUE CONTIENEN MATERIAL RADIATIVO.**

**RECEPCIÓN DE MATERIAL RADIATIVO:** Art. 18.- Al efectuarse la recepción de material radiactivo debe verificarse la integridad del bulto y del contenido y la ausencia de contaminación superficial arrastrarle. **(VER ANEXO V)**

El operador / Los licenciados tendrán en cuenta que:

1. Los paquetes de actividad alta y media requerirán normas adicionales.
2. Todo paquete debe ser recibido complementando el formulario de RECEPCION DE MATERIAL RADIATIVO.
3. El material radiactivo será recibido solamente por un técnico de medicina nuclear
4. Antes de recibir el paquete póngase guantes de plástico
5. La entrada del material radiactivo será por la puerta norponiente del área caliente y será llevado directamente al cuarto de isotopos
6. El paquete será inspeccionado visualmente para determinar si existe algún daño. Si se determina daño en el paquete no lo habrá y llame al oficial de protección radiológica de la institución.

7. Si no existe signo de daño en el paquete, determine el valor de la exposición a 1.0 m del paquete y anótelos en el formulario si el nivel es mayor que 10 mR/h detenga el procedimiento y notifique al oficial de protección radiológica de la institución.
8. Mida y apunte el nivel de radiación en la superficie del paquete. Si el nivel es mayor a 200 mR/h detenga el procedimiento y notifique al oficial de protección radiológica de la institución.
9. Proceda a la apertura del bulto:
  - a) Abra el paquete exterior y verifique el contenido contra lo esperado, en isótopo y actividad
  - b) Inspeccione por daño, humedad. Con un algodón frote la parte externa de la línea de cierre de la tapadera del contenedor de plomo que protege a fuente, mida con su detector de radiación niveles de dosis del algodón si este marca actividad detenga el procedimiento lleve el contenedor al cuarto de desechos radiactivos, verifique por contaminación las superficies donde estaba colocado el bulto y llame y notifique oficial de protección radiológica de la institución.
10. Si no detecta contaminación en la superficie del contenedor de plomo ábralo y repita el procedimiento de frotis con el algodón sobre el frasco de la misma manera que el numeral 9.
11. Monitoree por contaminación el material de empaque del frasco antes de descartarlo
12. Complete el registro correspondiente y manténgalo en archivo. (**VER ANEXO IV**)

### **LABORATORIO DE RADIOISÓTOPOS (ÁREA CALIENTE).**

Esta es la zona donde se manipula o almacena material radiactivo, cuando se comienza a planificar un laboratorio de radioisótopos hay que considerar 2 grandes áreas: la protección del público en general y la protección del personal que trabaja en las áreas.

## RECOMENDACIONES EN EL LABORATORIO

1. Las zonas donde se manipula o almacena material radiactivo tienen que estar debidamente señalizadas a la vez que requieren una autorización administrativa previa a su funcionamiento.
2. Sólo podrá trabajar con material radiactivo el personal que haya recibido una formación previa
3. El material radiactivo tiene que estar siempre señalizado.
4. El material radiactivo presenta básicamente dos tipos de riesgo:
  - a) **De contaminación:** cuando se tiene acceso directo al material radiactivo, sin material interpuesto.
  - b) **De irradiación:** cuando se interpone entre el material radiactivo y el receptor algún medio inactivo como es el aire o la cápsula donde va cerrada la fuente.
5. Para evitar la contaminación externa se tiene que utilizar el vestuario de protección adecuado (guantes como mínimo), mientras que para evitar la interna está prohibido beber, comer y fumar dentro de la instalación.
6. Para evitar la irradiación, las fuentes sólo pueden ser retiradas de su contenedor o blindaje por personal cualificado. Ante el riesgo de irradiación hay que tener presentes tres variables básicas:
  - a) **DISTANCIA:** constituye uno de los mejores METODO de radio protección y es unos de los más utilizados en la rutina diaria: no solamente es un procedimiento efectivo de protección si no que es también el más barato. Cuando un individuo se aleja de la fuente radiactiva es natural esperar recibir



menos radiación, y podría pensarse que si se duplica la distancia se recibirá la mitad de la radiación; sin embargo en realidad la persona recibirá un cuarto de radiación. Esto se conoce como la **ley del cuadrado inverso de la distancia**.

- b) **TIEMPO:** el principio del tiempo es también un método práctico de radioprotección. Cuanto más tiempo se exponga un individuo a un campo de radiación, mayor será la exposición total.
- c) **BLINDAJE:** Es también un método práctico de radioprotección. El uso de materiales blindantes como las láminas o ladrillos de plomo no es nada bueno para los trabajadores de medicina nuclear. El blindaje es simplemente un objeto usado para prevenir o reducir el pasaje de radiación. (**VER ANEXO III**)

## **GUIA PARA EL MANEJO DE FUENTES ABIERTAS EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR**

En el manejo de fuentes abiertas de material radiactivo existen cuatro riesgos:

1. Contaminación de la piel
2. La incorporación interna de isótopos radiactivos. Esta puede ser por inhalación, ingestión, tópica o penetración por una abertura en la piel.
3. Propagación de la contaminación.
4. Exposición de radiación beta y gamma.

Los riesgos pueden manifestarse de manera independiente o combinados. Para disminuir los anteriores riesgos se deben de observar estrictamente las siguientes reglas:

1. Bata de laboratorio
  - a) Debe de ser llevada siempre en el área caliente completamente abrochada, manga larga y su longitud debe de cubrir hasta la rodilla, de ser posible con puño cerrado con elástico.
  - b) De ser posible se debe colocar un delantal de plástico sobre ella, este debe de ser dejado a la salida del cuarto de preparación de fuentes.

- c) Al salir del área caliente se debe dejar en el vestidor la bata y colocarse si se desea otra exclusiva solo para el uso en el área donde no hay isótopos o área fría.
  - d) Al lavarse se debe de hacerlo de manera aislada de la otra ropa.
2. En el área caliente, las uñas deben de ser llevadas cortas y limpias. Es estrictamente prohibido, fumar, ingresar, mantener, ingerir, según se aplique: alimento, bebidas, cigarros, cualquier tipo de cosméticos. En términos generales ningún objeto debe ser llevado a la boca.
  3. Durante el manejo (preparación y/o administración) de isotopos no se deben de llevar ningún tipo de adorno como anillo, reloj en la muñeca, brazaletes, etc. Ya que ellos constituyen una fuente de contaminación. Los ojos deben de ser cubiertos utilizando el protector respectivo. Se usan anteojos el protector debe de ser colocado sobre estos ya que los anteojos graduados no presentan una protección. El cabello debe de estar recogido y los zapatos deben de ser cerrados.
  4. Si el técnico tiene una cortadura, golpe en la piel que haya producido desgarre de esta, piel resquebrajada o cualquier situación que pueda provocar una penetración de un isótopo radiactivo a través de la piel, esta se debe de cubrir con una tela o un medio impermeable.
  5. Para evitar que ocurran situaciones de cortadura durante el manejo de material radiactivo se debe ser extremadamente cuidadoso en los movimientos efectuados durante el proceso y evitar utilizar materiales en mal estado que puedan producir cortaduras, tales como vasos rajados, etc.
  6. El dosímetro debe de ser colocado dentro de la bata y guardado fuera del área caliente en un lugar libre de los rayos del sol y de la humedad.
  7. Uso de los guantes. En Medicina Nuclear uno de los buenos hábitos que se deben de adquirir ya que representan una barrera entre la fuente radiactiva y las manos.  
**NUNCA MANEJE FUENTES ABIERTAS SIN GUANTES NI GABACHA.**
    - a) deben de ser llevados siempre que se estén manejando isotopos radiactivos.
    - b) antes de colocárselos se debe de lavar muy bien las manos con agua y jabón, secarse con papel desechable.

- c) deben de ser del tamaño adecuado a la mano y se deben de colocar con la orilla haciendo un dobléz hacia la muñeca, sobre el mismo guante, de tal manera que al quitárselo, pueda tomarse la orilla sin tocar la piel así disminuir el riesgo de contaminación.
- d) al colocárselos se deben de ajustar cuidadosamente a la mano y a cada dedo en su espacio respectivo, teniendo cuidado de no rasgarlo. Con los guantes de látex este cuidado debe ser extremado ya que puede sufrir rasgaduras imperceptibles al ojo que no garantizan la protección de la mano.
- e) si durante el procedimiento existe una salpicadura del isotopo en los guantes, se debe de proceder de inmediato a lavarse cuidadosamente para no rasgarlos y luego proceder a descartarlos en el contenedor apropiado, disponible para ello y colocarse otros nuevos.
- f) con guantes colocados nunca se deben de manejar o tocar ningún objeto, ni llenar formularios, etc. Los guantes pueden estar contaminados y la contaminación se propaga. Si es necesario tomar algún objeto se debe de quitar los guantes, proceder a su descarte y después de terminada la acción se debe de colocar otro par de guantes nuevos.
- g) al terminar el procedimiento y antes de quitarse los guantes se debe de proceder de inmediato a lavarse cuidadosamente para no rasgarlos y luego proceder a descartarlos en el contenedor apropiado, disponible para ello.
- h) para quitarse los guantes se debe de tener cuidado que la manga de la gabacha no sea tocada por el guante de la otra mano. El guante a quitar debe de ser tomado por el dobléz sin tocar la piel.
- i) al terminar el procedimiento se debe de proceder a lavarse las manos cuidadosamente y otro técnico utilizando el detector de radiación le debe de monitorear las manos y la gabacha en busca de contaminación.
- j) si existe contaminación proceda de la siguiente forma: lávese nuevamente las manos y con un cepillo de dientes individual pasarlo por las uñas muy suavemente para remover cualquier contaminación que pueda existir en ellas, pero sin lastimar la piel.

8. Al terminar la jornada, lave sus manos cuidadosamente con agua y jabón séquelas con papel y que su compañero utilizando el monitor de radiación monitoree las manos y la ropa en busca de contaminación. Si se encuentra contaminación proceda de acuerdo al procedimiento de emergencia.
9. Cada zona fría y caliente debe tener sus propios materiales de limpieza, aquellos que ingresen del área fría a la caliente, ya no se pueden volver a regresar y tienen que permanecer en el área caliente. **(VER ANEXO IV)**

## **PROCEDIMIENTOS DE OPERACION**

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN** Art. 31.-El personal de la instalación de medicina nuclear debe contar con los elementos de protección personal adecuados para cada tarea **(VER ANEXO V)**

### **Equipos de protección personal**

Las medidas de protección personal que se deben tomar en cuenta son las siguientes: Usar gabachas, mascarilla, guantes, bolsas de protección en zapatos. Esto es por cualquier derrame. Se utiliza un aparato llamado Geiger que es un dispositivo que mide la cantidad de radiación y el uso de dosímetros en forma de anillos.

A continuación se indican distintos elementos de protección personal:

1. Bata de laboratorio.
2. Guantes desechables.
3. Blindajes.
4. Delantal plomado.



**LA PROBABILIDAD DE QUE EL PÚBLICO EN GENERAL SE VEA EXPUESTO A UNA EXPOSICIÓN INNECESARIA DE RADIACIÓN PROVENIENTE DE MATERIALES RADIACTIVOS SE VERÁ REDUCIDA SI SE INCORPORAN AL DISEÑO DE LOS LABORATORIOS**

## Protección de los trabajadores en el área caliente

1. Los laboratorios de radioisótopos deben contar con la suficiente superficie posible y bancos de trabajo para albergar a todo el personal y que éste trabaje de modo seguro.
2. El blindaje debe proporcionar la suficiente seguridad como para que los trabajadores no se vean expuestos a niveles de radiación que excedan los 25  $\mu\text{Sv/h}$ .
3. Todas las superficies del laboratorio deben ser de materiales que permitan su rápida descontaminación.
4. Debido al tipo de trabajo que se va a llevar a cabo dentro de la vitrina de gases, lo más apropiado es que los controles de los servicios de la vitrina, como el agua y el gas, se encuentren fuera de la vitrina de gases.
5. El modelo del flujo del aire debe ser tal que no se presenten flujos en contracorriente mientras la extracción esté en funcionamiento. La vitrina debe ser probada para el flujo proporcional y para la ausencia de contracorrientes antes de comenzar a ser utilizada con material radioactivo.
6. La vitrina de gases no debe estar colocada cerca de ninguna entrada al laboratorio. Ya que incluso el tráfico de personas cerca de la vitrina de gases puede producir contracorrientes, las vitrinas para trabajos con materiales radioactivos deben estar localizadas en las áreas menos transitadas del laboratorio
7. Debe disponer de un medidor de flujo visible en el exterior de la vitrina, así como un sistema de alarma, visual y/o acústica, para indicar cualquier reducción del flujo del aire.
8. Es recomendable la existencia de una conexión a un generador de emergencia para que si existe algún corte de luz la vitrina siga funcionando de modo normal.



LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE DESECHOS RADIOACTIVOS ACOGEN FUENTES DE RADIACIÓN (ABIERTAS O ENCERRADAS) DE ENERGÍA RELATIVAMENTE PEQUEÑAS, Y POR LO TANTO EXISTEN RELATIVAMENTE POCOS MECANISMOS CREÍBLES DE LIBERACIÓN REPENTINA DE MATERIAL RADIOACTIVO.



### **Protección del público en general.**

La probabilidad de que el público en general se vea expuesto a una exposición innecesaria de radiación proveniente de materiales radiactivos se verá reducida si se incorporan al diseño de los laboratorios las siguientes características y recomendaciones de seguridad:

1. El movimiento y/o traslado de materiales radioactivos debe ser el mínimo posible. Esto puede conseguirse colocando las áreas en las que se deba manipular el material radioactivo dentro de la misma zona, para minimizar los recorridos.
2. Las áreas en las que se vaya a utilizar o a almacenar material radioactivo deberán estar blindadas. Para proceder a este blindaje se han de tener en cuenta las cantidades de radioisótopos que se van a manipular y/o almacenar y la naturaleza de los mismos, así como de la radiación que emiten
3. Las áreas en las que se vaya a utilizar o a almacenar material radioactivo deberán ser de acceso restringido. No se debe permitir el acceso del público.
4. La manipulación de los residuos contaminados con materiales radioactivos debe realizarse la manera más apropiada, no permitiendo su acceso hasta ellos y/o manipulación a personal no autorizado.

### **DERRAMAMIENTO, ACCIDENTES Y SITUACIONES ESPECIALES.**

**ELEMENTOS DE DESCONTAMINACIÓN** Art. 32.-La instalación de medicina nuclear debe contar con los elementos de descontaminación adecuados al tipo de radionucleidos que se empleen, su actividad, su forma física y química. Las previsiones para la gestión de los residuos radiactivos resultantes de la eventual descontaminación, deben estar incluidas en el procedimiento mencionado en el Art. 17 de la presente norma. **(VER ANEXO V)**

Derramamiento de material radiactivo. La emergencia por radiación que ocurre más frecuentemente en un servicio de medicina nuclear involucra un derramamiento de material radioactivo. En las áreas donde se trabaja con fuentes no selladas, deben existir instrucciones sobre las medidas a tomar en caso de un accidente ir al incluyendo a quien se debe notificar al respecto.

En resumen las medidas apropiadas deben incluir lo siguiente:

1. Desalojar – notificar a todas las personas presentes que evacuen el área.
2. Notificar o reportar el incidente a un superior.
3. Prevenir la diseminación – cubrir el derramamiento con material absorbente, evitar el movimiento del personal potencialmente contaminado.
4. Solicitar ayuda (si es derramamiento mayor) – asegurar el área requerir instrucciones al responsable de radio protección.
5. Descontaminar el personal – despojar las ropas contaminadas y depositarlas en una bolsa plástica, descontaminar el personal – utilizando agua y detergente en las zonas afectadas. Se ha demostrado poca diferencia de efectividad entre el uso del agua y detergente y los descontaminantes comerciales. No se debe usar ninguna sustancia abrasiva o solventes orgánicos ya que la irritación de la piel puede aumentar la absorción del contaminante.
6. Descontaminar el área donde se produjo el derramamiento – comience la limpieza del área tan pronto como pueda, use guantes desechables y si es posible pinzas largas. Comience desde la periferia hacia el centro, reduciendo sistemáticamente el área contaminada. Coloque todo el material utilizado en un área bolsa plástica.
7. Monitorear el área con un detector – continuar la limpieza del área hasta que la actividad residual sea aceptable.

Es recomendable que existan blindaje con elementos de descontaminación y que la ubicación de la misma esta especificada en las instrucciones; se recomienda también que las instrucciones describan la localización de la ducha más cercana que pueda ser usada por el personal para descontaminación. **(VER ANEXO III)**

### **Control de contaminación:**

1. Los incidentes-accidentes más posibles que se pueden producir son:
  - a) Derrames de viales, de recipientes de residuos radiactivos o similares.  
El riesgo de estos incidentes es de contaminación de:
  - b) Superficie de trabajo y pavimentos.
  - c) Material de laboratorio.

- d) Ropa de trabajo.
  - e) Equipos de detección.
  - f) Aparatos distintos.
2. Inhalaciones o ingestiones de productos radiactivos, con riesgo de contaminación interna.
  3. Incendio con riesgo de contaminación ambiental.
  4. Robo de material radiactivo.

#### **Vigilancia de la contaminación:**

1. **Medidas de contaminación en zonas de trabajo:** nivel de contaminación superficial en una zona de trabajo puede ser: fija o desprendible y se vigila de forma
  - a) **Directa:** Utilizando un monitor de contaminación de superficies: monitor para emisores beta y gamma.
  - b) **Indirecta:** realizando frotis. Utilizar papel de filtro, frotando la superficie a medir. Contar el papel en el contador de Centelleo líquido (para emisores beta).
2. **Medidas de contaminación personal:** tiene como finalidad reducir la dosis equivalente que puede recibir el organismo, bien de forma directa por irradiación, o por incorporación de radioisótopos.
3. **Tipos de medida para reducir la contaminación**

#### **Precauciones general a tener en cuenta para reducir la contaminación:**

1. Emplear la mínima cantidad posible de radionúclido necesaria para el resultado que se quiera conseguir.
2. Utilizar sistemas de confinamiento y retención: bandejas o similares.
3. Utilizar siempre que sea necesario el detector
4. Emplear sistemas de descontaminación.
5. Cumplir las normas de trabajo.

### **Métodos de descontaminación:**

Todos los métodos para eliminar la contaminación externa van encaminados a evitar la entrada del radionúclido en el interior del organismo.

1. Localizar y señalar la zona contaminada
2. Utilizar agentes descontaminantes frotando solo la zona contaminada, tratando de evitar la dispersión de contaminante.
3. Monitorizar. Si persiste la contaminación, continuar limpiando.
4. Si la contaminación todavía persiste, dejar señalizada utilizando las etiquetas adecuadas, indicando fecha, radioisótopo y actividad.
5. Evacuar todo material utilizado en este proceso como residuo radiactivo.
6. Reflejar el suceso, indicando fecha, medidas iniciales y finales de contaminación, radioisótopo y procedimiento seguido para descontaminar, en el registro de material radiactivo correspondiente.
7. Comunicarlo al Servicio de Radiactividad.

### **Contaminación del local y/o equipo por derrame de isotopo radiactivo por paciente.**

- a. Llamar al Oficial Local de Protección Radiológica.
- b. Bajo la dirección del Oficial Local de Protección Radiológica o si este no está presente proceda a colocar dispositivos de protección radiológica: guantes, gabacha plástica sobre la gabacha de trabajo, cubre zapatos.
- c. Aislé el área no permitiendo personal ajeno al del servicio.
- d. Determinen si existen personas contaminadas y proceda con prioridad a la descontaminación de ellos de acuerdo al protocolo correspondiente.
- e. Determine los límites de la contaminación con el detector Geiger Müller y el isotopo contaminante.
- f. Proceda a limpiar el derrame de los bordes externos hacia el centro, con papel absorbente, en cantidad abundante, una vez agotada su capacidad absorbente colocarlas en bolsas plásticas, repetir este procedimiento hasta bajar la contaminación a niveles de 60 c.p.m.
- g. Si la contaminación es profunda utilice un líquido especial para ese fin.

- h. Especial precaución se debe de tomar para no pisar en los bordes de la contaminación, para pasar al centro de la contaminación, si esta no se encuentra descontaminada.
- i. Si no es posible bajar la contaminación a 60 c.p.m., evaluar la situación y cerrar el área por el tiempo necesario de acuerdo a la contaminación.
- j. Gestionar los desechos radiactivos de acuerdo al procedimiento establecido.
- k. Quitarse los dispositivos de protección radiológica, verificar que no estén contaminados, si lo están, proceda a su gestión de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- l. Medir el nivel de contaminación personal del personal responsable de la limpieza de contaminación radiactiva
- m. Comunicar a las autoridades respectivas esta situación. **(VER ANEXO I)**

**Contaminación del personal ocupacionalmente expuesto, público o del paciente.**

- 1. Llamar al Oficial Local de Protección Radiológica.
- 2. Bajo la dirección del Oficial Local de Protección Radiológica o si este no está presente proceda a colocarse dispositivos de protección radiológica: guantes, gabacha plástica sobre la gabacha de trabajo, cubre zapatos.
- 3. Determine si existe local o equipo contaminado y aisle el área.
- 4. Si existen varias personas contaminadas asegúrese de la confinación de ellos para que no extiendan la contaminación y proceda a descontaminar primero a la persona que demuestre bajo medición con el contador Geiger Müller.
- 5. Proceda a quitar la ropa de la persona contaminada y gestionarla correctamente.
- 6. Colocar bajo la ducha de presión al personal contaminado.
- 7. Que el propio personal contaminado se lave el área contaminada si está a su alcance de otra manera tiene que ser ayudado. El lavado del área contaminada debe ser con jabón suave y con un cepillo de cerdas finas y suaves, de tal manera que la acción mecánica no irrite o rompa la piel.
- 8. Repita esta acción utilizando una crema humectante entre lavado y lavado, revisando la piel que no se irrite, hasta tener un valor de 20 c.p.m.

9. Comunicar a las autoridades respectivas esta situación. (**VER ANEXO I**)

### **Descontaminar las distintas partes del cuerpo**

1. **Piel:** utilizar agua tibia, jabón y cepillo blando
2. **Pelo y cuero cabelludo.** Ocluir lo orificios nasales, y odios y realizar tres lavados con jabón neutro durante 3 o 5 minutos.
3. **Ojos.** Lavar con agua tibia o suero salino utilizando frascos lavaojos, durante un tiempo aproximado de 15 minutos.
4. **Mucosas y fosas nasales.** Enjuagar con agua con sal
5. **Boca.** Enjuagar con agua con sal, evitando la ingestión durante el proceso. Si la contaminación persiste utilizar jabón neutro muy diluido.
6. **Oídos.** Lavar con abundante agua, utilizando una jeringa.

### **Vías de contaminación interna:**

1. **Por absorción cutánea (heridas abiertas)**
  - a) Someter la herida aun chorro de agua a presión hasta que sangre
  - b) Monitorizar.
  - c) Lavar la herida con agua oxigenada, o suero fisiológico.
  - d) Aplicar antiséptico (mercurio-cromo) y pomada anti bactericida
  - e) Cubrirla, para evitar la infección y la posible dispersión de restos de contaminación.
2. **Por ingestión o inhalación**
  - a) Favorecer su eliminación provocando vomito o expectoración
  - b) Facilitar la ingesta de líquido, para facilitar la eliminación

Se recomienda acudir al servicio médico, previa comunicación al Servicio de radiactividad.

### **Antes de proceder a la descontaminación interna hay que conocer:**

1. Momento exacto del accidente.
2. Vía de entrada de radioisótopo. - Tipo de radioisótopo
3. Actividad incorporada.

## DOSIMETRIA

**VIGILANCIA RADIOLÓGICA INDIVIDUAL:** Art. 37.- El responsable de protección radiológica debe determinar la nómina de los trabajadores afectados al control dosimétrico individual. El personal que realiza tareas de elución, fraccionamiento, administración o cualquier otra tarea relacionada con la manipulación de radionucleidos, debe contar, además, con dosímetro de mano. Los dosímetros personales deben ser de uso exclusivo en cada instalación de medicina nuclear. **(VER ANEXO V)**

El personal involucrado en el uso de material radioactivo debe seguir siempre **medidas de protección radiológica**. No se conoce aún con total exactitud el efecto de las radiaciones, pero asumiendo que todas las radiaciones ionizantes son potencialmente dañinas, debemos estar constantemente en alerta respecto a los métodos de protección. **(VER ANEXO III)**



**MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICAS**

### **Dosímetro Personal Tipo Film**

**Monitores:** El dosímetro personal es un detector de radiaciones de tipo

ionizantes, tales como las provenientes de los equipos de radiodiagnóstico o fuentes radiactivas, cuyo principal objetivo es integrar las dosis de radiación recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto a dicho agente de riesgo, durante un determinado periodo. Los resultados provenientes del análisis de los dosímetros personales permiten evaluar cuantitativamente el grado de exposición ocupacional del personal que se desempeña en los distintos servicios. Esta información, es fundamental a la hora de determinar si las dosis de radiación recibidas por el personal, que están o no, dentro de los límites establecidos como razonablemente seguros en las legislaciones vigentes.

Los dosímetros digitales sirven de sensores electrónicos y procesamiento de señales y muestra la dosis de radiación recibida en una pantalla, mayoritariamente en  $\mu\text{Sv}$ . Estos

dispositivos se pueden configurar de forma que si se alcanza un nivel determinado se emita una señal (por ejemplo acústica).

### **Recomendaciones a la exposición**

Es imperante y necesario que todo el personal que trabaje en un servicio de medicina nuclear lleve un control o monitoreo de la radiación que recibe en su trabajo. La misma se realiza llevando un monitor de cuerpo y/o muñeca y/o dedo el cual acumula la radiación que se infiere podría corresponder al organismo de ese personal. Dicho monitor es llevado durante un mes, luego de lo cual la empresa autorizada por la Autoridad Regulatoria Nuclear que ha sido contratada por el servicio, retira los monitores y deja constancia de las dosis de exposición de cada personal que trabaja en el servicio de medicina nuclear.

### **LIMITES DE DOSIS**

La ICRP ha recomendado límites de dosis de exposición a la radiación para los trabajadores ocupacionalmente expuestos y para el público en general.

1. los límites para los trabajadores ocupacionalmente expuestos intentan prevenir la ocurrencia de efectos determinísticos, particularmente en la piel y el cristalino, y limitar la ocurrencia de efectos estocásticos tales como el cáncer y la enfermedad hereditaria a nivel de riesgo aceptable. Un concepto útil de la ICRP es la limitación de la dosis. El límite de dosis para la práctica de medicina nuclear y radiobiología es de **5 mSv/años**, pero se recomienda además una **dosis limite complementaria para los trabajadores embarazadas**, que intenta mantener la dosis al feto **por debajo de 1 mSv, similar a la del público**. Además se recomienda que las trabajadoras embarazadas no estén expuestas a un riesgo alto de exposición accidental.



2. **El límite de dosis para miembros del público en general** es de **1 mSv/año**; este límite se refiere a prácticas que aumentarían la exposición sobre los niveles naturales de fondo. Este límite de dosis para el público afecta la práctica de la medicina nuclear en muchos aspectos, por ejemplo, en el tiempo que debe permanecer internado en aislamiento un paciente al cual se le administró una dosis terapéutica o en cuanto distancia o blindaje se requiere entre una cama de terapia con radionúclidos y las áreas adyacentes, o el tiempo sugerido a una paciente que se debe esperar antes de quedar embarazada luego de una dosis de terapia. **(VER ANEXO III)**



**DESECHOS RADIATIVOS  
COLOCAN EN BOLSAS DE COLOR  
ROJO POR PROTOCOLO  
HOSPITALARIO, ROTULADOS CON  
LA FECHA DE ENTRADA AL  
CUARTO DE DESECHOS  
RADIATIVOS.**

## **DESECHOS RADIATIVOS EN MEDICINA NUCLEAR**

**GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS:** Art. 48.-El Titular del Permiso de Operación de una instalación de medicina nuclear debe prever, a satisfacción de la Autoridad Reguladora, las alternativas para la gestión de los desechos radiactivos que se generen como consecuencia de la práctica, antes del inicio de la operación. **(VER ANEXO V)**

## **REQUERIMIENTOS BASICOS Y MARCO LEGAL**

### **Principios Fundamentales**

1. Los desechos radiactivos deberán ser manejados de forma tal que se asegure un nivel aceptable de protección de la salud humana.

2. Los desechos radiactivos deberán ser manejados de forma tal que se provea un nivel aceptable de protección del medio ambiente.
3. Los desechos radiactivos deberán ser manejados dentro de un marco legal nacional apropiado, incluyendo asignaciones claras de responsabilidades y provisiones para funciones reguladoras independientes.
4. La generación de desechos radiactivos deberá ser reducida al mínimo posible.



COMO BASURA NORMAL: GUANTES, VASOS, PAPEL PERIÓDICO, ETC. BASURA BIOINFECCIOSA: CATÉTERES, AGUJAS, JERINGAS, ETC. TODO MATERIAL CORTO PUNZANTE.

## **PROTOCOLO PARA LA GESTION DE DESECHOS RADIATIVOS**

1. Los desechos provenientes de la práctica de medicina nuclear se separarán por isótopos al momento de su utilización y se colocan inmediatamente en una bolsa dentro del contenedor que corresponde.
2. Al final de la semana o con mayor frecuencia si es necesario, se colocan los desechos (viales y jeringas) en una caja, luego son almacenados en el cuarto especial para desechos que posee el servicio plenamente identificados con los siguientes datos:
  - 2.1 Fecha en que se inicia el almacenamiento.
  - 2.2 Isótopo que contiene.
  - 2.3 Fecha en que se prevé la liberación de esos desechos como basura corriente de hospital.
- 1.4 Persona que realizó el proceso de almacenamiento.



LOS DESECHOS RADIATIVOS SE COLOCAN EN BOLSAS DE COLOR ROJO POR PROTOCOLO HOSPITALARIO Y SE ROTULAN CON LA FECHA DE ENTRADA AL CUARTO DE DESECHOS RADIATIVOS EN EL CASO DE LA ROPA CONTAMINADA CADA BOLSA POSEE UN JUEGO DE ROPA DE INGRESO POR PACIENTE. OTRA FORMA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL ES EN CAJAS ROTULADAS.

3. Al final de la jornada laboral los desechos como: guantes, papel utilizado para descontaminar son almacenados y rotulados con fecha de inicio y tipo de material que contiene.

4. Como norma general de descarte de los desechos radiactivos será después de 15 vidas medias de la siguiente forma:

4.1. desechos contaminados con yodo 131, que su tiempo de vida media es de 8.0 días, su descarte será después de 120 días.

4.2. desechos contaminados con tecnecio  $99^m$  que su tiempo de vida es de 5.02 horas, su descarte será después de 4 días.

4.3. para la columna de molibdeno, que su tiempo de vida media es de 67 horas, su descarte será después de 45 días.

5. Antes de descartar cualquier desecho, este debe de ser medido con el contador Geiger-Müller para verificar niveles de exposición y evitar la ocurrencia de un error al desechar el isotopo. Niveles superiores a 0.05 mR / h a superficie serán nuevamente almacenados hasta una nueva fecha de verificación.

6. El descarte de los desechos radiactivos será de una vez por mes o cuando sea requerido, para ello debe estar presente el Oficial Local de Protección Radiológica.

7. En un formulario especial se anotará los datos relativos al descarte de los desechos radiactivos. **(VER ANEXO II)**



EL PERSONAL RESPONSABLE A CARGO DE DAR EL AVAL PARA QUE EL MATERIAL CONTAMINADO SEA DESECHADO ES LA LICDA. ANGÉLICA REYES.

Los responsables de la manipulación de estos desechos radiactivos solidos son:

**Licenciado(a) en Radiología e Imágenes:** es el responsable de transportar los generadores de radionúclidos hacia el cuarto de desechos radiactivos tanto como el traslado del almacenamiento primario hasta el almacenamiento intermedio.

**Auxiliar del servicio:** personal que está a cargo en el servicio de medicina nuclear. Es la encargada de la manipulación de la basura bioinfecciosa (jeringas, agujas, catéteres, etc.) contenedores y generadores de radionúclidos.

**Auxiliar privado:** personal de servicio que no está asignado o que es ajeno en el servicio de medicina nuclear. Solo se encarga de la ropa de ingreso y basura normal como guantes, vasos, etc.

**FILTROS:** Art. 55.-Los filtros de los sistemas de ventilación existentes en la instalación de medicina nuclear deben ser gestionados como desecho radiactivo cuando corresponda. **(VER ANEXO V)**

### **FORMAS DE ALMACENAMIENTO**

**ALMACENAMIENTO** Art. 49.-Cuando el período de semidesintegración y la actividad de los radionúclidos utilizados sea tal que no se prevean tiempos de almacenamiento superiores a un año, se podrán almacenar los desechos radiactivos transitoriamente para su decaimiento en la propia instalación. **(VER ANEXO V)**

El operador / Los licenciados tendrán en cuenta que:

La instalación de almacenamiento ha de proporcionar un nivel apropiado de protección de los desechos frente a las condiciones meteorológicas propia del lugar y las condiciones ambientales adversas, para evitar un deterioro que pudiera tener implicaciones para la seguridad durante el almacenamiento o en la recuperación.

#### **Blindaje.**

El grado de blindaje y la complejidad de su diseño, en el caso de que sea necesario, dependerán de los riesgos radiológicos asociados con los desechos almacenados. Los dispositivos de blindaje pueden ser desde simples contenedores o recipientes recubiertos de plomo y contenedores de fuentes en armarios y alacenas seguros hasta muros. Las formas de almacenamiento de los desechos radiactivos es TEMPORAL O PERMANENTE.

### **Almacenamiento Primario**

La eficacia de este procedimiento minimizará los riesgos a la salud del personal del hospital y al deterioro ambiental, así como facilitará los procedimientos de transporte, reciclaje y tratamiento. Es importante señalar que la participación activa de todo el personal de salud permitirá una buena segregación del residuo.

### **Requerimientos**

1. Servicios debidamente acondicionados para descartar los residuos sólidos.
2. Personal capacitado.

### **Procedimiento**

1. Identificar y clasificar el residuo para eliminarlo en el recipiente respectivo.
2. Desechar los residuos con un mínimo de manipulación, sobre todo para aquellos residuos biocontaminados y especiales.
3. Al segregar los residuos cualquiera sea el tipo verificar que no se exceda de las dos terceras partes de la capacidad del recipiente.
4. En el caso de jeringas descartar de acuerdo al tipo de recipiente rígido:
  - 4.1. si el recipiente tiene dispositivo para separar aguja de la jeringa, descartar sólo la aguja en dicho recipiente
  - 4.2. si el recipiente no cuenta con dispositivo de separación de aguja, eliminar el conjunto (aguja-jeringa) completo.
    - a) si la jeringa contiene residuos de medicamentos fármacos se depositará en el recipiente rígido junto con la aguja.
    - b) en caso de que las jeringas o material punzocortante, se encuentren contaminados con residuos radioactivos, se colocarán en recipientes rígidos, los cuales deben estar rotulados con el símbolo de peligro radioactivo.
5. No separar la aguja de la jeringa con la mano a fin de evitar accidentes.
6. Nunca reencapsular la aguja.
7. Para otro tipo de residuos punzocortantes (vidrios rotos)se deberá colocar en envases o cajas rígidas sellando adecuadamente para evitar cortes u otras lesiones.

Serán eliminados siguiendo el manejo de residuo biocontaminado y deben ser rotuladas indicando el material que contiene.

8. Los residuos procedentes de fuentes radioactivas no encapsuladas, tales como: agujas, algodón, vasos descartables, viales, papel, que hayan tenido contacto con algún radioisótopo líquido, se almacenarán temporalmente en un recipiente especial plomado, herméticamente cerrado.

**TABLA 3. DESECHOS GENERADOS DURANTE LA PREPARACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RADIOFÁRMACOS Y MÉTODOS PARA DETERMINAR SU ACTIVIDAD.**

DESCRIPCIÓN	RESIDUOS	TÉCNICA DE MEDICIÓN PROBABLE
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD	VIALES, JERINGAS Y AGUJAS	ACTIVÍMETRO/ ESTIMAR (CALCULAR) LA ACTIVIDAD
CONTROL DE CALIDAD	VIAL DE ELUCIÓN JERINGA Y AGUJA PAPEL DE FILTRO	ACTIVÍMETRO
INYECCIÓN AL PACIENTE	JERINGA Y AGUJA PAPEL DE FILTRO	ACTIVÍMETRO/ DETECTOR DE CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL
ADMINISTRACIÓN ORAL	ALGODÓN	
CÁPSULA O LÍQUIDA	VASO CONTENEDOR CÁPSULA	
CONTROL DEL PACIENTE TERAPIA METABÓLICA	PAÑALES, RESIDUOS BIOLÓGICOS, SERVILLETAS DE PAPEL, PLATOS Y CUBIERTOS DESECHABLES, ROPA DE CAMA	DETECTOR DE CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL / DETECTOR DE RADIACIÓN
OTROS RESIDUOS GENERADOS	GUANTES	ACTIVÍMETRO
	PAPEL ABSORBENTE	DETECTOR DE CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL
	JERINGAS CON DOSIS PREPARADAS Y NO USADAS	ACTIVÍMETRO
	BANDEJAS	DETECTOR DE CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL

### **Almacenamiento Intermedio**

Este almacenamiento se implementará de acuerdo al volumen de residuos generados en el establecimiento de salud. Estos desechos se colocan en bolsas de color rojo por protocolo hospitalario y se rotulan con la fecha de entrada al cuarto de desechos radiactivos en el caso de la ropa contaminada cada bolsa posee un juego de ropa de ingreso por paciente. Otra forma de almacenamiento temporal es en cajas rotuladas.

### **Requerimientos**

1. Ambiente apropiado de acuerdo a las especificaciones técnicas del presente manual.
2. Ambiente debidamente acondicionado, con buena ventilación e iluminación (recipientes, bolsas, estantes, etc.).

### **Procedimiento**

1. Depositar los residuos embolsados provenientes de los diferentes servicios, en los recipientes acondicionados, según la clase de residuo. (Todos los residuos sólidos deberán eliminarse en sus respectivas bolsas).
2. No comprimir las bolsas con los residuos a fin de evitar que se rompan y se generen derrames.
3. Mantener los recipientes debidamente tapados.
4. Mantener la puerta del almacenamiento intermedio siempre cerrada con la señalización correspondiente
5. Verificar que los residuos del almacén intermedio hayan sido retirados de acuerdo al cronograma establecido.
6. Mantener el área de almacenamiento limpia y desinfectada para evitar la contaminación y proliferación de microorganismos patógenos y vectores.

### **Transporte Interno**

Consiste en trasladar los residuos del lugar de generación al almacenamiento intermedio o final, según sea el caso, considerando la frecuencia de recojo de los residuos establecidos para cada servicio.

## Requerimientos

1. Coches de transporte o recipientes con ruedas, de uso exclusivo y de acuerdo a especificaciones técnicas.
2. Ruta de transporte establecida de acuerdo a:
  - a) las rutas serán definidas de manera tal que, en un menor recorrido posible se transporte los residuos de un almacenamiento a otro.
  - b) evitar el cruce con las rutas de alimentos, ropa limpia, traslado de pacientes y en caso contrario asegurar que los recipientes de los residuos sólidos estén cerrados.
  - c) en ningún caso usar ductos.
3. Horarios de transporte establecidos, en función de aquellas horas de menor afluencia de personas, asimismo en horas en las cuales no se transporten alimentos.



Horarios de transporte establecidos, en función de aquellas horas de menor afluencia de personas, asimismo en horas en las cuales no se transporten alimento.

## Procedimiento

El personal de limpieza contando con el equipo de protección personal realizará el recojo de residuos dentro de los ambientes de acuerdo a la frecuencia del servicio o cuando el recipiente esté lleno hasta las  $2/3$  partes de su capacidad, en caso del almacenamiento primario y cuando esté totalmente lleno en el caso del almacenamiento intermedio.

1. Para el recojo de los residuos se debe cerrar la bolsa torciendo la abertura y amarrándola, no se debe vaciar los residuos de una bolsa a otra.
2. Al cerrar la bolsa se deberá eliminar el exceso de aire, teniendo cuidado de no inhalarlo o exponerse a ese flujo de aire.
3. Para el traslado de los recipientes rígidos de material punzocortante, asegurarse de cerrarlos y sellarlos correctamente.



4. Transportar los recipientes de residuos utilizando transporte de ruedas (coches u otros) con los recipientes cerrados. No se debe compactar los residuos en los recipientes.
5. Las bolsas se deben sujetar por la parte superior y mantener alejadas del cuerpo durante su traslado, evitando arrastrarlas por el suelo.
6. Los residuos de alimentos se trasladan directamente al almacenamiento final según las rutas y el horario establecidos.
7. En caso de contar con ascensores, el uso de estos será exclusivo durante el traslado de los residuos de acuerdo al horario establecido (preferiblemente en horas de menor afluencia de personas) y se procederá a su limpieza y desinfección inmediata para su normal funcionamiento.
8. El personal de limpieza debe asegurar que el recipiente se encuentre limpio luego del traslado y acondicionado con la bolsa respectiva para su uso posterior.



LAS CANDELAS DE MOLIBDENO SE PESAN Y SE ANOTA LA CANTIDAD EN KILOGRAMOS. LOS CONTENEDORES SE DESMONTAN Y SE REGISTRA LA FECHA DE INGRESO Y EGRESO DE CADA UNO DE ESTOS MATERIALES.

**PROTOCOLO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA AL MOMENTO DE REALIZAR ALMACENAMIENTO Y DESCARTE DE LOS DESECHOS RADIATIVOS PARA EVITA UNA EXPOSICIÓN INTERNA POR INGESTIÓN INHALACIÓN O ABSORCIÓN DÉRMICA.**

1. Vestir túnica o delantal que proteja la ropa en toda área en que se manejen fuentes radioactivas abiertas y traslado de desechos radioactivos. Esas prendas protectoras deben ser retiradas antes de abandonar el área apropiada para su uso.
2. Utilizar guantes en todos momentos que se manipule material radiactivo. Ya sea en la preparación y el descarte de desechos radioactivos.

3. Utilizar gafas protectoras al momento de manipular material radiactivo. Ya sea en la preparación y descarte de desechos radiactivos.
4. Utilización de mascarilla para gases tóxicos. Ya sea en la preparación y el descarte de desechos radiactivos.
5. No utilizar la boca con ningún tipo de instrumento tales como pipetas fraccionar o medir material radioactivo.
6. Coloque todo el material utilizado en una bolsa plástica o depósito señalado para cada desecho radiactivo y sea algodones, esparadrapo, jeringas, agujas y frascos utilizados.
7. Las áreas en las que se utiliza o almacena material radiactivo debe estar señalizadas para indicar a los individuos que entran en un área de potencial peligro y para demostrar preocupación por la protección radiológica y control del área. (**VER ANEXO II**)

### **REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS DESECHOS RADIATIVOS**

**DESCARGAS:** Art. 50.-Los desechos radiactivos que se almacenen transitoriamente en la instalación de medicina nuclear para decaimiento, deben retenerse por un tiempo igual o superior a diez períodos de semidesintegración y cumplan con la actividad específica de descarga al cabo del cual serán gestionados como desechos convencionales o como desechos patogénicos, según corresponda, retirando previamente su identificación como material radiactivo. (**VER ANEXO V**)

El operador / Los licenciados tendrán en cuenta que:

Para llevar un control de la cantidad de material desechado se deben llenar formularios de censo de entrada y salida de estos. Se deben registrar de acuerdo a la cantidad de bolsas en el caso de la ropa contaminada, basura normal y basura corto punzante.

En el caso de las candelas de molibdeno se pesan y se anota la cantidad en kilogramos. Los contenedores se desmontan y se registra la fecha de ingreso y egreso de cada uno de estos materiales.

## GENERADOR DE TC - ALMACENADO PARA EL DECAIMIENTO Y DESMONTADO

Suponga que hay un generador con 20 GBq Mo-99 en un tiempo dado. El período de semidesintegración del Mo-99 es 2.75 d y la actividad de exención es 1 MBq (BSS). Entonces el tiempo para el almacenamiento provisional debería ser 40d. La tasa de dosis a 1 m de la columna no blindada será 0.04  $\mu$ Sv/h. Por lo tanto, la exposición externa será muy pequeña al desmontar el generador.

La columna desmontada es desecho exento y se debería quitar la señal previa de radiactividad. Ahora la columna puede ser vertida junto con desechos similares del hospital.



1. Controlar por radiación



2. Remover la cubierta plástica



3. Controlar por radiación



4. Remover la columna

**Desmontando un generador de Tc-99m**



**5. Remover el revestimiento de plomo**



**6. Separar los distintos materiales**



**7. Controlar si la columna puede ser clasificada como desecho exento**

## **DESMONTAR UN GENERADOR DE TC-99M**

En cuanto a la forma de eliminación de la ropa contaminada con los diferentes tipos de desechos radiactivos una vez cumplan con la dosis mínima de radiación (abajo de 0.05 mR/h) se pasa a lavandería como ropa sucia normal.

### **CLASIFICACIÓN, SEGREGACION DE DESECHOS RADIATIVOS**

**CLASIFICACIÓN Y SEGREGACIÓN:** Art. 53.-Los desechos radiactivos deben ser minimizados reduciendo volúmenes y racionalizando operaciones, clasificados, segregados e identificados por radionúclidos, actividad, fecha de generación y período de almacenamiento requerido. Además deben ser acondicionados adecuadamente para permitir su almacenamiento o transporte para su disposición final. **(VER ANEXO V)**

El operador / Los licenciados deberán:

Velar porque se reduzcan al mínimo posible la actividad y el volumen de todo desecho radiactivo resultante de las fuentes de que esos titulares sean responsables, y porque el desecho se someta a gestión, es decir, se recoja, manipule, trate, acondicione, transporte, almacene y evacúe con arreglo a los requisitos prescritos por las normas y por cualquier otra norma aplicable, y segregar, y tratar por separado si procede, los distintos tipos de desechos radiactivos si así lo aconseja la diversidad de factores tales como el contenido de radionúclidos, período de semidesintegración, concentración, volumen y propiedades físicas y químicas, teniendo en cuenta las opciones existentes para la evacuación de desechos.

La segregación de los desechos radiactivos debería realizarse teniendo en cuenta principalmente los siguientes factores:

1. **Actividad y radionúclidos presentes.** El operador debe conocer la cantidad y tipo de material radiactivo utilizado al inicio del proceso y en cada una de las etapas de su desarrollo.
2. **Periodo de semidesintegración de los radionúclidos presentes.** El operador debe considerar la segregación de desechos radiactivos por su periodo de semidesintegración como una forma de optimizar el tiempo de almacenamiento de dichos desechos.
3. **Forma física y química de los desechos.**
  - a) **Sólidos contaminados:** Son materiales sólidos que al haber sido usados en la práctica con material radiactivo, han resultado contaminados o son materiales sólidos a los cuales intencionalmente se les han incorporado pequeñas cantidades de material radiactivo. Estos residuos pueden dividirse en dos grupos:

- **Inorgánicos:** son aquellos que se generan en la preparación y uso del material radiactivo, como lo son: papeles, algodones, ropa de protección, agujas, viales, etc.
- **Orgánicos:** Son aquellos materiales orgánicos, biológicos y otros que han resultado contaminados en los procesos de diagnóstico o terapia metabólica.

b) **Riesgos no radiológicos** (de naturaleza patógena, infecciosa, biológica, farmacológica o características mixtas).

Los contenedores utilizados para la recogida y la segregación de los desechos radiactivos deben ser física y químicamente compatibles con la naturaleza de los desechos, asegurar la adecuada contención del material y ofrecer protección a los trabajadores frente a los riesgos químicos, biológicos, físicos o de otra naturaleza (tales como lesiones por objetos incisivos contaminados).

El operador debe tener en cuenta que cada uno de los elementos de desecho depositados en los distintos contenedores puede poseer radiactividad diferente. Dicha actividad debe ser determinada y sumada con el fin de establecer la actividad total presente en cada contenedor, con el fin de calcular el tiempo de almacenamiento necesario para el decaimiento y liberación del control de los desechos almacenados en el contenedor.

## **CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS**

**DESECHOS SÓLIDOS:** Art. 54.-Los desechos sólidos tales como jeringas, agujas y material de vidrio conteniendo material radiactivo deben ser acondicionados de manera adecuada para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.  
**(VER ANEXO V)**

El operador / Los licenciados tendrán en cuenta que:

La clasificación de los residuos sólidos generados en los establecimientos de salud, se basa principalmente en su naturaleza y en sus riesgos asociados, así como en los criterios establecidos por el Ministerio de Salud. Cualquier material del establecimiento de salud tiene que considerarse residuo desde el momento en que se rechaza, porque su utilidad o su manejo clínico se consideran acabados y sólo entonces puede empezar a hablarse de residuo que tiene un riesgo asociado.

Los residuos sólidos hospitalarios se clasifican en tres categorías:

1. Clase A: Residuo Biocontaminado
2. Clase B: Residuo Especial
3. Clase C: Residuo Común.

#### **CLASE A: RESIDUOS BIOCONTAMINADOS**

- a) **Atención al Paciente:** Residuos sólidos contaminados con secreciones, excreciones y demás líquidos orgánicos provenientes de la atención de pacientes, incluye restos de alimentos.
- b) **Material Biológico:** Cultivos, inóculos, mezcla de microorganismos y medio de cultivo inoculado proveniente del laboratorio clínico o de investigación, vacuna vencida o inutilizada, filtro de gases aspiradores de áreas contaminadas por agentes infecciosos y cualquier residuo contaminado por estos materiales.
- c) **Bolsas conteniendo sangre humana y hemoderivados:** Constituye este grupo las bolsas conteniendo sangre humana de pacientes, bolsas de sangre vacías; bolsas de sangre con plazo de utilización vencida o serología vencida; (muestras de sangre para análisis; suero, plasma y; otros subproductos). Bolsas conteniendo cualquier otro hemoderivado.
- d) **Residuos Quirúrgicos y Anatómico Patológicos:** Compuesto por tejidos, órganos, piezas anatómicas, y residuos sólidos contaminados con sangre y otros líquidos orgánicos resultantes de cirugía.

- e) **Punzo cortantes:** Compuestos por elementos punzo cortantes que estuvieron en contacto con agentes infecciosos, incluyen agujas hipodérmicas, pipetas, bisturís, placas de cultivo, agujas de sutura, catéteres con aguja, pipetas rotas y otros objetos de vidrio y corto punzantes desechados.
- f) **Animales contaminados:** Se incluyen aquí los cadáveres o partes de animales inoculados, expuesto a microorganismos patógenos, así como sus lechos o material utilizado, provenientes de los laboratorios de investigación médica o veterinaria.

#### **CLASE B: RESIDUOS ESPECIALES**

- a) **Residuos Químicos Peligrosos:** Recipientes o materiales contaminados por sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivos, reactivas, genotóxicos o mutagénicos, tales como quimioterapéuticos; productos químicos no utilizados; plaguicidas fuera de especificación; solventes; ácido crómico (usado en limpieza de vidrios de laboratorio); mercurio de termómetros; soluciones para revelado de radiografías; aceites lubricantes usados, etc.
- b) **Residuos Farmacéuticos:** Compuesto por medicamentos vencidos; contaminados, desactualizados; no utilizados, etc.
- c) **Residuos radioactivos:** Compuesto por materiales radioactivos o contaminados con radionúclidos con baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biología; de laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear. Estos materiales son normalmente sólidos o pueden ser materiales contaminados por líquidos radioactivos (jeringas, papel absorbente, frascos líquidos derramados, orina, heces, etc.)

#### **CLASE C: RESIDUO COMÚN**

- a) Compuesto por todos los residuos que no se encuentren en ninguna de las categorías anteriores y que, por su semejanza con los residuos domésticos, pueden ser considerados como tales. En esta categoría se incluyen, por ejemplo, residuos generados en administración, proveniente de la limpieza de jardines y patios,



cocina, entre otros, caracterizado por papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de preparación de alimentos, etc.

El tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios consiste en transformar las características físicas, químicas y biológicas de un residuo peligroso en un residuo no peligroso o bien menos peligroso a efectos de hacer más seguras las condiciones de almacenamiento, transporte o disposición final.

El método de tratamiento a aplicar será sin perjuicio a la población hospitalaria y al medio ambiente.

Los métodos de tratamiento recomendados son:

1. Enterramiento Controlado
2. Esterilización por Autoclave
3. Incineración
4. Desinfección por Microondas

## **TIPOS DE INSTALACIONES DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS RADIATIVOS**

El objetivo del correcto tratamiento de los desechos radiactivos es asegurar que estos se gestionen en una manera tal, que se garantice la protección de individuos, la sociedad y el medio ambiente ahora y en futuro, sin imponer cargas indebidas a las generaciones futuras. Esto se alcanza poniendo en práctica métodos para la gestión de desechos radiactivos que cumplen con los requisitos internacionales, que han sido establecidos para garantizar la seguridad, incluyendo la protección radiológica.

**Disposición final específica en vertederos:** disposición final en una instalación similar a una instalación convencional de vertedero para residuos industriales que puede incorporar medidas para depositar desechos radiactivos. Una instalación de estas características puede

ser designada como instalación de disposición final de desechos radiactivos de actividad muy baja con bajas concentraciones o cantidades de contenido radiactivo

**Disposición final cerca de la superficie:** disposición final en una instalación compuesta de zanjas artificiales o cámaras construidas en la superficie del terreno o, como máximo, a algunas decenas de metros bajo tierra. Una instalación de este tipo puede ser designada como instalación de disposición final de desechos radiactivos de actividad baja.

**Disposición final de desechos de actividad intermedia:** según sus características, los desechos radiactivos de actividad intermedia se pueden someter a disposición final en distintos tipos de instalaciones. La disposición final podría efectuarse mediante la colocación de esos desechos en instalaciones construidas en cavernas, cámaras o silos algunas decenas de metros bajo tierra como mínimo y a algunos cientos de metros bajo tierra como máximo. Podría incluir instalaciones construidas para ese fin e instalaciones construidas en minas nuevas o a partir de minas ya existentes.

#### **Disposición a través del sistema público de tratamiento de Desechos sólidos**

Los desechos sólidos deberían ser acondicionados para producir una forma de desecho apropiada para el almacenamiento y transporte determinada por las propiedades del desecho, las reglas de transporte y los requerimientos de aprobación de la disposición de desechos específicos.

1. Máximo 10 ALI<sub>min</sub> /mes y máximo 1 ALI<sub>min</sub> por paquete.
2. La tasa de dosis en la superficie de cada paquete debería ser <5 µGy/h.
3. El paquete no debería contener ninguna fuente no sellada con actividad >50 kBq.
4. Cada paquete debería ser etiquetado apropiadamente con un cartel de advertencia que contenga información de los radionúclidos y la actividad. También se debería indicar el origen del desecho en el paquete.

#### **Disposición de desechos líquidos**

1. Los desechos líquidos pueden ser transformados a desechos sólidos por algunos procesos de tratamiento tal como la evaporación.

2. Los desechos líquidos pueden ser liberados al medio ambiente si se ha garantizado una dispensa para esa sustancia radiactiva o si el vertido está dentro de los límites autorizados por la Autoridad Reguladora

# **CAPITULO III**

## **OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.**

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALORES
<p>1. Identificar los tipos de desechos radiactivos que se almacenan en el servicio de medicina nuclear.</p>	<p>Tipos de desechos radiactivos</p>	<p>Son residuos que contienen elementos químicos radiactivos que no tienen un propósito práctico.</p>	<p>Diferentes residuos radiactivos que se generan en el servicio de medicina nuclear los cuales pueden causar efectos adversos.</p>	<p>Pregunta dirigida al personal</p>	<p><b>Desechos sólidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jeringas</li> <li>- Contenedores</li> <li>- Guantes</li> <li>- Viales vacíos</li> <li>- Generadores de Radionúclidos</li> <li>- Ropa de ingreso</li> <li>- Vasos</li> <li>- Catéteres</li> <li>- Agujas</li> <li>- Otros.</li> </ul> <p><b>Desechos líquidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos de radionúclidos.</li> </ul>

<b>OBJETIVO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>
2.Describir las formas en las que se almacenan los desechos radiactivos	Almacenamiento de desechos radiactivos.	Maneras en las que se almacenan los diferentes desechos radiactivos en el servicio de medicina nuclear.	Maneras en las que se almacenan los desechos radiactivos tomando en cuenta los protocolos establecidos por el servicio de medicina nuclear, los tiempos en los que debe hacerse, etc, para su disposición final.	Pregunta dirigida al personal encargado de los desechos radiactivos	-Protocolo de almacenamiento de desechos radiactivos.

<b>OBJETIVO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>
3. Conocer las formas de eliminación de los diferentes tipos de desechos radiactivos.	Eliminación de los diferentes tipos de desechos radiactivos.	Proceso por los cuales son eliminados los desechos radiactivos del servicio de medicina nuclear.	Diferentes medios por los cuales se descartan los residuos radiactivos como disposición final.	Pregunta dirigida al personal encargado de los desechos radiactivos.	-Protocolo de eliminación de desechos radiactivos

<b>OBJETIVO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>
4. Identificar al personal responsable que se encarga de la manipulación de desechos radiactivos	Personal que se encarga de la manipulación de los desechos radiactivos	Todas las personas que trabajen en una instalación radiactiva deben estar formadas y capacitadas para así tener una adecuada manipulación sobre los materiales radiactivos.	Persona capacitada en cuanto a conocimientos y adiestramiento para la manipulación de desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear.	Pregunta dirigida al personal del servicio de Medicina Nuclear	-licenciada en física. -Licenciados en radiología. -otros.



<b>OBJETIVO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>
5. Describir la protección radiológica que se aplica para la manipulación de desechos radiactivos.	protección radiológica	Disciplina que estudia los efectos de las dosis producidas por las radiaciones ionizantes y los procedimientos para proteger a los seres vivos de sus efectos nocivos, siendo su objetivo principal los seres humanos.	Conjunto de medidas encaminadas para proteger la salud de las personas ocupacionalmente expuestas a la radiación al momento de manipular los desechos radiactivos.	Pregunta dirigida al personal encargado de los desechos radiactivos.	-Medidas, métodos e instrumentos de protección radiológica.

<b>OBJETIVO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>
6. Conocer la normativa bajo la cual se rige el servicio de medicina nuclear para gestionar los desechos radiactivos para la disposición final	Normativa para la disposición final de los desechos radiactivos.	Son normas o documentación necesarias sobre el contenido, forma o funcionalidad que se utilizan para los desechos radiactivos en la acción de depósito permanente de los residuos sobre el suelo, en condiciones seguras, para evitar daños al ambiente y personal expuesto. .	Reglas que utilizan para el almacenamiento de los diferentes desechos radiactivos que se colocan en una instalación o lugar sin intención de recuperarlos.	Pregunta dirigida al personal responsable del manejo de los residuos radiactivos	- Normativa para la disposición final de los residuos radiactivos

# **CAPITULO IV**

## **DISEÑO METODOLÓGICO.**

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

### **TIPO DE ESTUDIO**

La investigación fue de tipo descriptiva, ya que fue destinada a determinar la situación de las variables en estudio las cuales fueron relacionadas sobre el procedimiento para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Según el período de tiempo de la investigación ésta fue de tipo transversal ya que se estudiaron las variables simultáneamente en determinado momento haciendo un corte en el tiempo.

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información el estudio fue de tipo prospectivo, ya que la investigación se realizó según fueron ocurriendo los fenómenos para el procedimiento de la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de Medicina Nuclear.

### **ÁREA DE ESTUDIO**

La investigación se realizó en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico Y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, ubicado en Alameda Juan Pablo II, entre 25 y 33 Avenida Norte, San Salvador, San Salvador

### **UNIVERSO Y MUESTRA**

Desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

### **METODO, TECNICA E INSTRUMENTO**

#### **Método:**

- Encuesta.

**Técnica:**

- Cuestionario

**Instrumento:**

- Cuestionario

**PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de los datos se realizó mediante un proceso ordenado teniendo los permisos necesarios de las autoridades del servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social. El grupo hizo una sola visita durante el turno de la mañana de 8:00 am a 12:00 pm y se presentó un cuestionario a los diferentes licenciados en Radiología e Imágenes que laboran en el área , así también a la licenciada en física, se explicó la dinámica de la recolección de datos y se procedió a proporcionar dicho instrumento, el grupo investigador permaneció toda la jornada junto al encuestado para aclarar cualquier duda que pudiera surgir, al finalizar dicho proceso descrito anteriormente se agradeció a las instancias pertinentes por la colaboración en el proceso de investigación.

**PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

La presentación de los resultados fue con tablas que tuvieron los siguientes criterios:

- La frecuencia absoluta.
- La frecuencia porcentual.

Los datos obtenidos se procesaron con la ayuda de un programa informático llamado Microsoft Excel, la representación de dichos datos se hizo utilizando gráficos de barra y de pastel, de acuerdo al tipo de variable, para obtener un mejor ordenamiento y comprensión de los mismos, facilitando su respectivo análisis e interpretación de los resultados y conclusiones de la investigación.

# **CAPITULO V**

## **PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.**

## PRESENTACION DE RESULTADOS

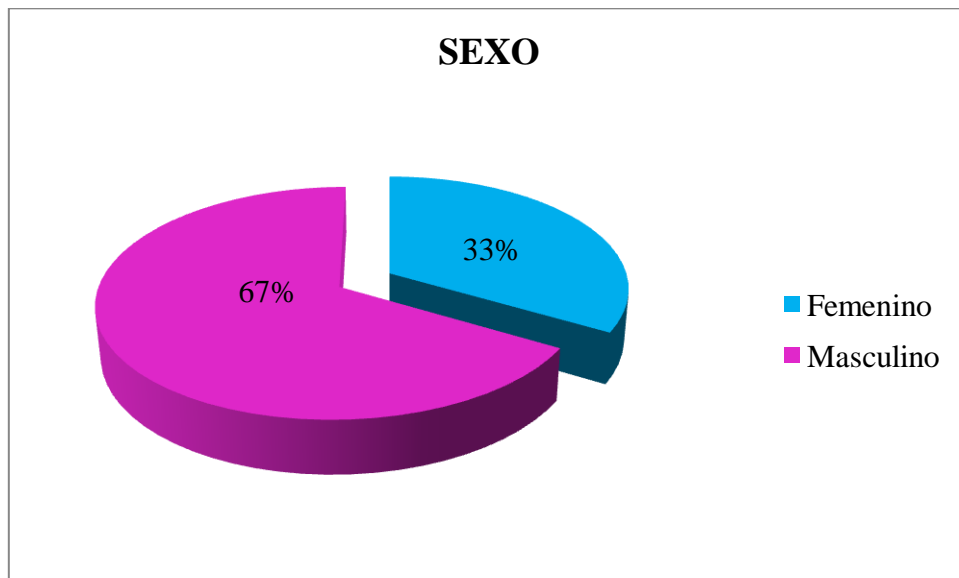
### DATOS GENERALES

**TABLA A.** Sexo

Opciones	frecuencia	f%
Femenino	2	33
Masculino	4	67
<b>TOTAL</b>	6	100

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla A, el 67% de los licenciados que laboran en el servicio de Medicina Nuclear son del sexo masculino y un 33% son del género femenino.

**GRAFICO A.**

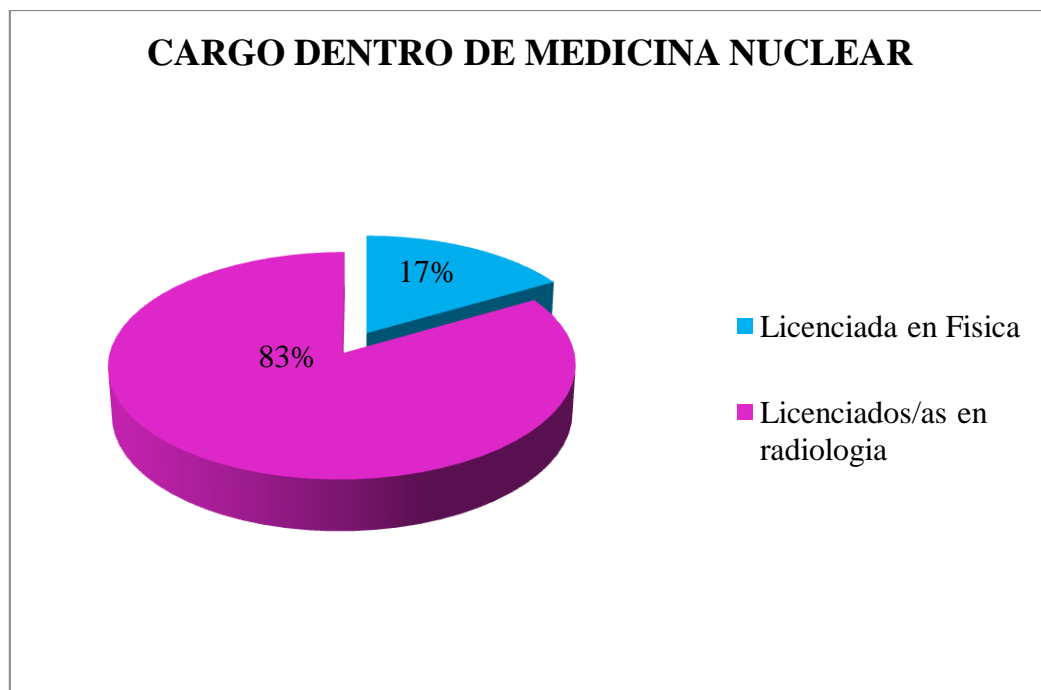


**TABLA B.** Cargo dentro del servicio de medicina nuclear.

Opciones	frecuencia	f%
Licenciada en Física	1	17
Licenciados/as en Radiología	5	83
<b>TOTAL</b>	6	100

Según la tabla B, el 83% de los encuestados son licenciados y licenciadas en Radiología. Mientras que el 17% ejerce el cargo de licenciada en Física dentro del servicio de medicina nuclear.

**GRAFICO B.**





**OBJETIVO 1. Identificar los tipos de desechos radiactivos que se almacenan en el servicio de medicina nuclear.**

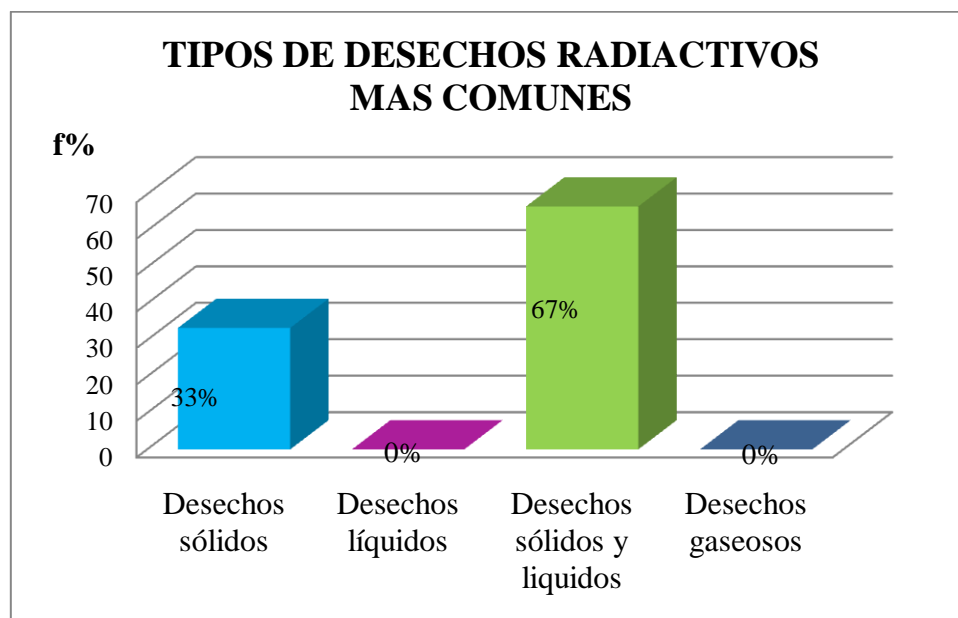
**PREGUNTA 1.** ¿Cuáles son los tipos de desechos radiactivos **más comunes** que se almacenan en el servicio de medicina nuclear?

**TABLA 1.**

Opciones	frecuencia	f%
Desechos sólidos	2	33
Desechos líquidos	0	0
Desechos sólidos y líquidos	4	67
Desechos gaseosos	0	0
<b>TOTAL</b>	6	100

La tabla 1, muestra los tipos de desechos radiactivos más comunes que se almacenan en el servicio de medicina nuclear, en la cual se observa que el 67% de los licenciados en radiología y licenciada en física afirman que son desechos radiactivos sólidos y líquidos y el 33% expresa que son desechos sólidos. Según los encuestados en medicina nuclear no se almacenan desechos gaseosos ya que no utilizan radioisótopos de este tipo en los estudios que se realizan a diario.

**GRAFICO 1.**



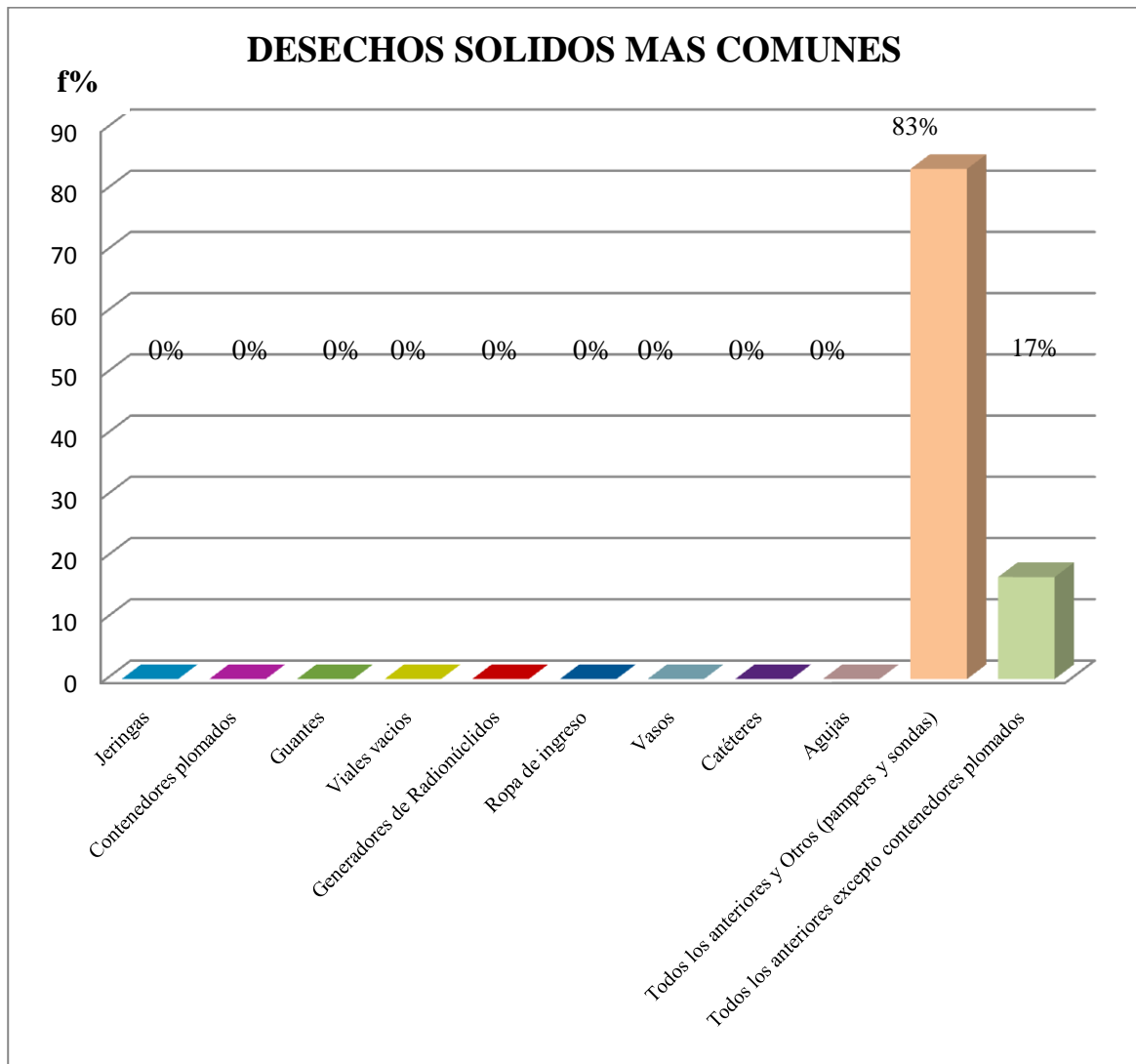
**PREGUNTA 2.** ¿Cuáles son los desechos sólidos **más comunes** almacenados en el servicio de medicina nuclear?

**TABLA 2.**

Opciones	frecuencia	f%
Jeringas	0	0
Contenedores plomados	0	0
Guantes	0	0
Viales vacíos	0	0
Generadores de Radionúclidos	0	0
Ropa de ingreso	0	0
Vasos	0	0
Catéteres	0	0
Agujas	0	0
Todos los anteriores y Otros (pampers y sondas)	5	83
Todos los anteriores excepto contenedores plomados	1	17
<b>TOTAL</b>	6	100

De acuerdo a los datos recolectados en la tabla 2, el 83% de los profesionales en radiología y en física del servicio de medicina nuclear mencionan que los desechos sólidos más comunes son los siguientes: jeringas, contenedores plomados, guantes, viales vacíos, generadores de radionúclidos, ropa de ingreso, vasos, catéteres, agujas, en otros, pampers y sondas. Mientras que el 17% afirma que se almacenan todos los desechos radiactivos antes mencionados excepto contenedores plomados.

**GRAFICO 2.**



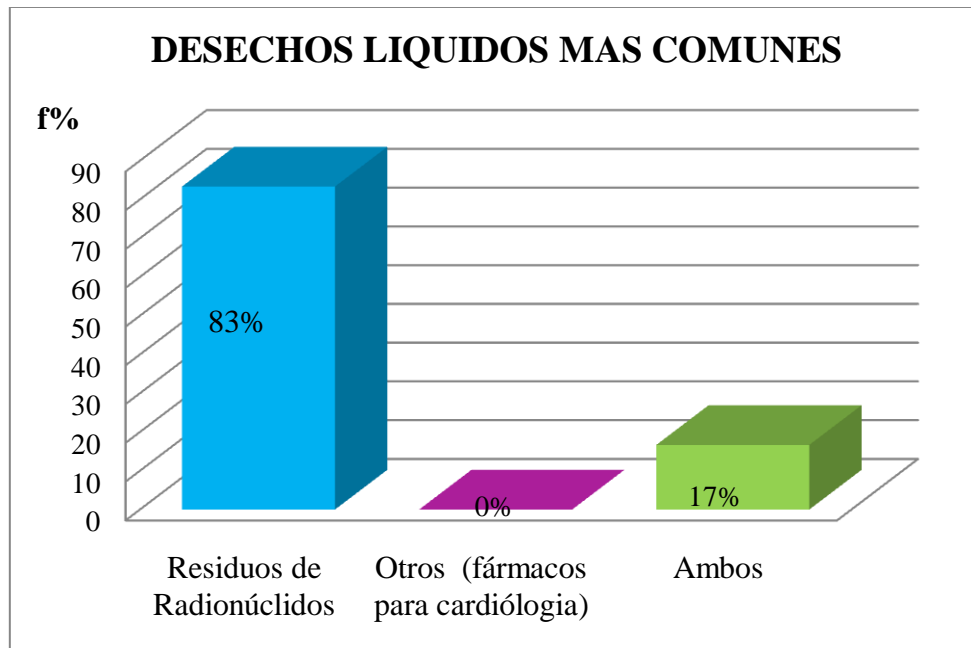
**PREGUNTA 3.** ¿Cuáles son los desechos líquidos **más comunes** almacenados en el servicio de medicina nuclear?

**TABLA 3.**

Opciones	frecuencia	f%
Residuos de Radionúclidos	5	83
Otros (fármacos para cardiología)	0	0
Ambos	1	17
<b>TOTAL</b>	6	100

La tabla 3, muestra los desechos líquidos más comunes dentro del servicio de medicina nuclear donde el 83% de los encuestados manifiestan que son residuos de radionúclidos, según el 17% expresa que además de residuos de radionúclidos existen otros como fármacos para cardiología.

**GRAFICO 3.**



**OBJETIVO 2. Describir las formas en las que se almacenan los desechos radiactivos.**

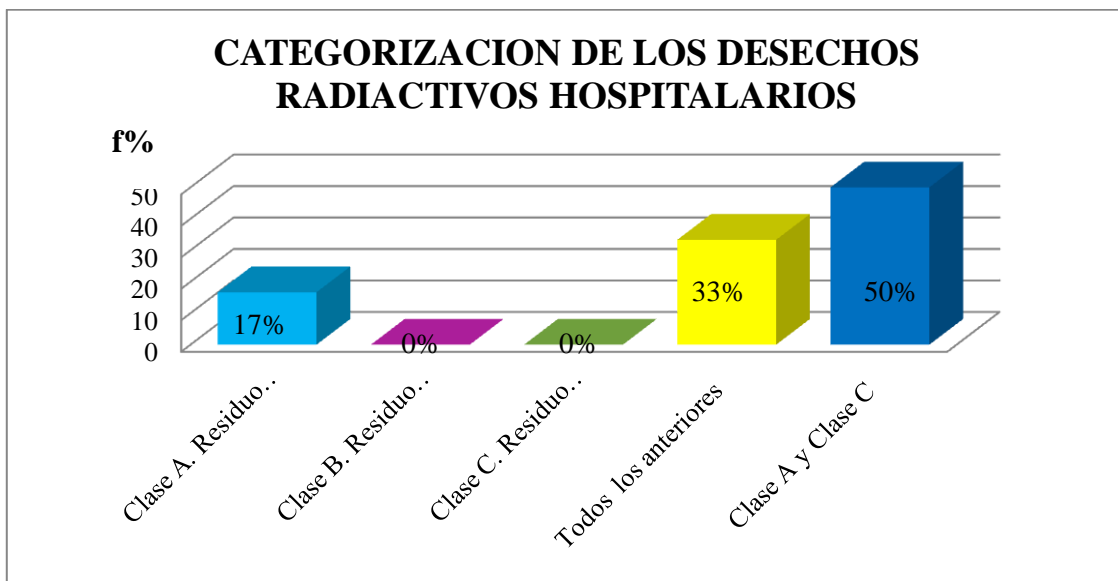
**PREGUNTA 4.** ¿Cómo se categorizan los desechos hospitalarios producidos en el servicio de medicina nuclear?

**TABLA 4.**

Opciones	frecuencia	f%
Clase A. Residuo Biocontaminado	1	17
Clase B. Residuo Especial	0	0
Clase C. Residuo Común	0	0
Todos los anteriores	2	33
Clase A y Clase C	3	50
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

La tabla 4, muestra los datos recolectados acerca de la categorización de los desechos radiactivos hospitalarios, donde el 50% afirma que se categorizan como Residuo biocontaminado y Residuo común, el 33% manifiesta que se clasifican de acuerdo a las tres clases A, B y C, mientras que el 17% que solamente como residuo biocontaminado. Dependiendo del tipo de desecho radiactivo que sea.

**GRAFICO 4.**



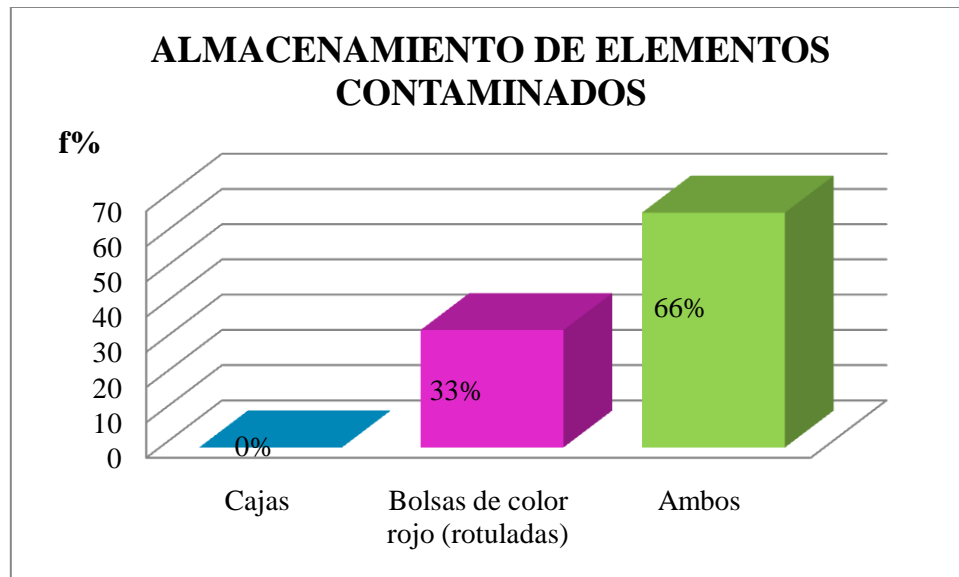
**PREGUNTA 5.** ¿Según el protocolo hospitalario como se deben almacenar los elementos contaminados dentro del servicio de medicina nuclear?

**TABLA 5.**

Opciones	frecuencia	f%
Cajas	0	0
Bolsas de color rojo (rotuladas)	2	33
Ambos	4	67
TOTAL	6	100

De acuerdo a los datos de la tabla 5, la mayoría de los encuestados que es el 67% afirma que los elementos contaminados según el protocolo hospitalario deben ser almacenados en bolsas de color rojo debidamente rotulados y en cajas, solamente el 33% afirma que deben ser almacenados en bolsas de color rojo debidamente rotulados.

**GRAFICO 5.**



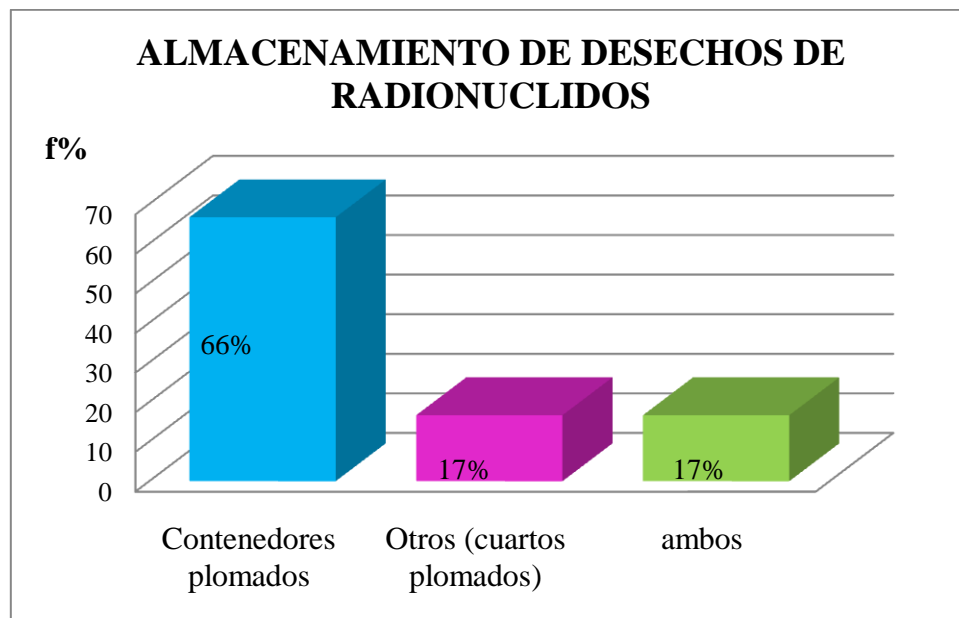
**PREGUNTA 6.** ¿Según el protocolo hospitalario como se deben almacenar los desechos de radionúclidos dentro del servicio de medicina nuclear?

**TABLA 6.**

Opciones	frecuencia	f%
Contenedores plomados	4	66
Otros (cuartos plomados)	1	17
ambos	1	17
<b>TOTAL</b>	6	100

En los datos de la tabla 6 , se observa que el 66% de los licenciados y licenciadas que laboran dentro del servicio de Medicina Nuclear indican que los desechos de radionúclidos deben ser almacenados en contenedores plomados, el 17% expresa que en otros como cuartos plomados y el 17% restante manifiesta que en ambos.

**GRAFICO 6**



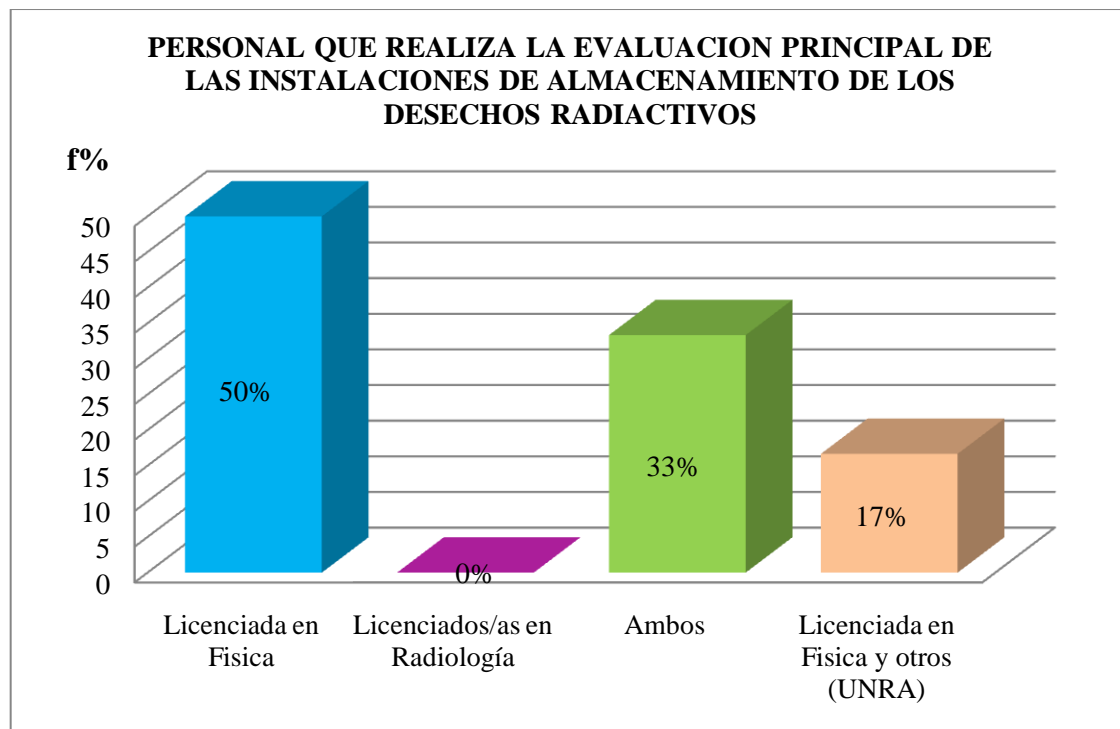
**PREGUNTA 7.** ¿Qué personal del servicio de medicina nuclear realiza la evaluación principal de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de desechos radiactivos?

**TABLA 7.**

Opciones	frecuencia	f%
Licenciada en Física	3	50
Licenciados/as en Radiología	0	0
Ambos	2	33
Licenciada en Física y otros (UNRA)	1	17
<b>TOTAL</b>	6	100

En los datos recolectados en la tabla 7, se observa el personal que realiza la evaluación principal de las instalaciones de almacenamiento de desechos radiactivos, donde el 50% dice que lo hace la licenciada en Física, el 33% afirma que se encarga tanto la licenciada en física como los licenciados y licenciadas en Radiología y el 17% indican que lo realiza solamente la licenciada en física y otros entre estos UNRA.

**GRAFICO 7.**





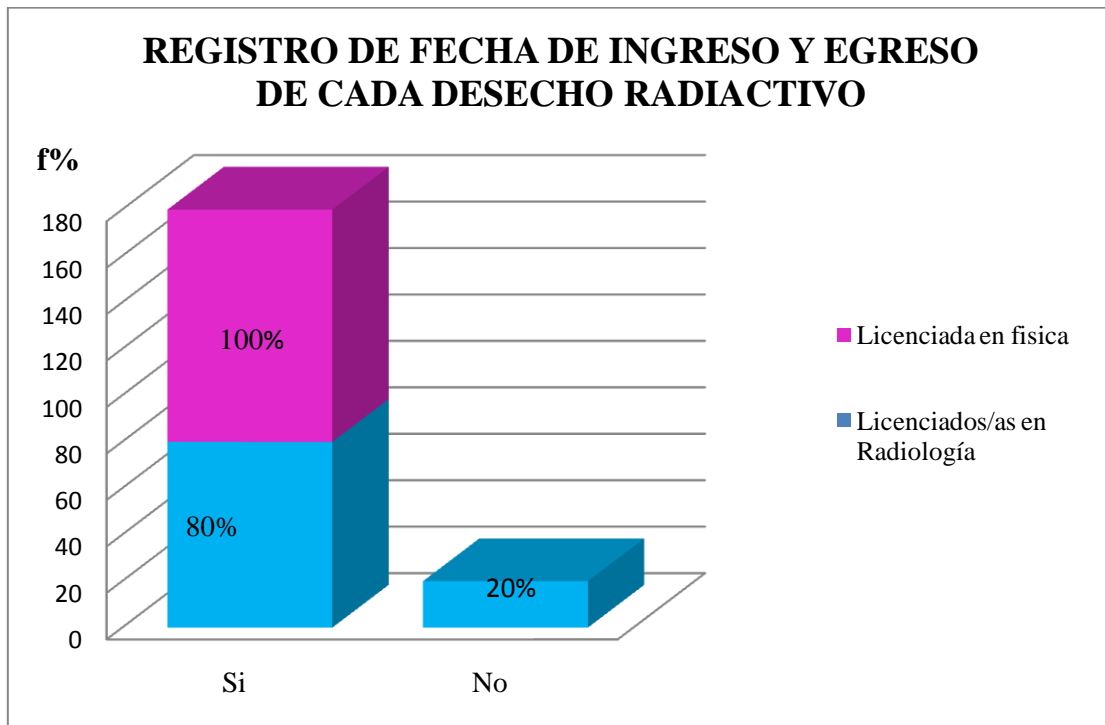
**PREGUNTA 8.** ¿El personal que labora en el servicio de medicina nuclear registra la fecha de ingreso y egreso de cada uno de los diferentes desechos radiactivos?

**TABLA 8.**

Opciones	Licdos/as. En Radiología	f%	Licda. en física	f%
Si	4	80	1	100
No	1	20	0	0
<b>TOTAL</b>	5	100	1	100

Según la tabla 8, el 80% de los licenciados en Radiología manifiestan que el personal registra la fecha de ingreso y egreso de los diferentes desechos radiactivos mientras que el 20% dice que no se registra. Se observa también que la licenciada en física indica que si se registra la fecha de ingreso y egreso de cada uno de los diferentes desechos radiactivos.

**GRAFICO 8.**



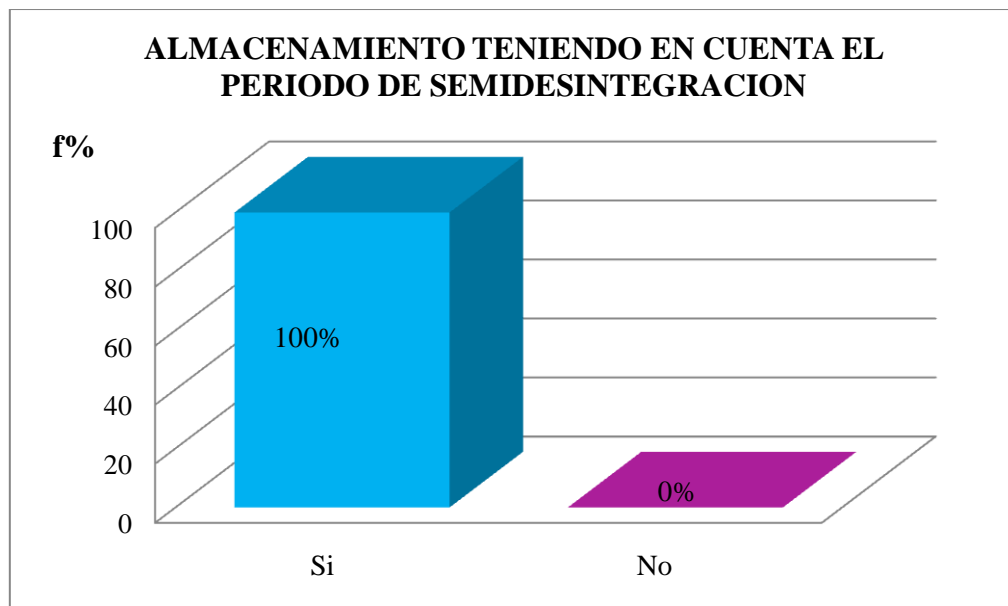
**PREGUNTA 9.** ¿Al momento de su almacenamiento los desechos radiactivos se clasifican teniendo en cuenta el periodo de semidesintegración?

**TABLA 9.**

Opciones	frecuencia	f%
Si	6	100
No	0	0
<b>TOTAL</b>	6	100

De acuerdo a los datos de la tabla 9, el 100% de los encuestados afirma que al momento del almacenamiento de los desechos radiactivos, se clasifican teniendo en cuenta el periodo de semidesintegración. Ya que cada desecho es contaminado con diferente radioisótopo los cuales tienen diferentes periodos de semidesintegración es por eso que se toma en cuenta al momento de descartar los desechos radiactivos por completo del servicio de medicina nuclear.

**GRAFICO 9.**



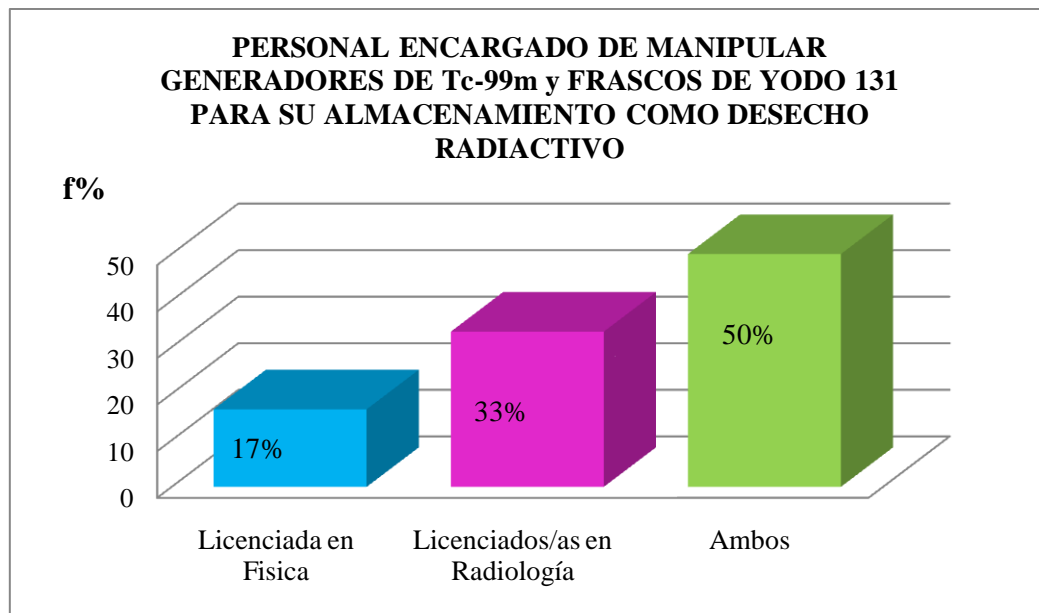
**PREGUNTA 10.** ¿Qué personal es el responsable de manipular los generadores de Tc-99m, y frascos de Yodo 131 para su almacenamiento como desecho radiactivo?

**TABLA 10.**

Opciones	frecuencia	f%
Licenciada en física	1	17
Licenciados/as en Radiología	2	33
Ambos	3	50
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

De los datos de la tabla 10, el 50% manifiesta que la responsable de manipular los generadores de Tc-99m y frascos de yodo 131 para su almacenamiento como desecho radiactivo es la licenciada en física y licenciados en radiología, el 33 % afirma que son los profesionales en radiología y el 17% indica solamente es la licenciada en física.

**GRAFICO 10.**



**OBJETIVO 3. Conocer las formas de eliminación de los diferentes tipos de desechos radiactivos.**

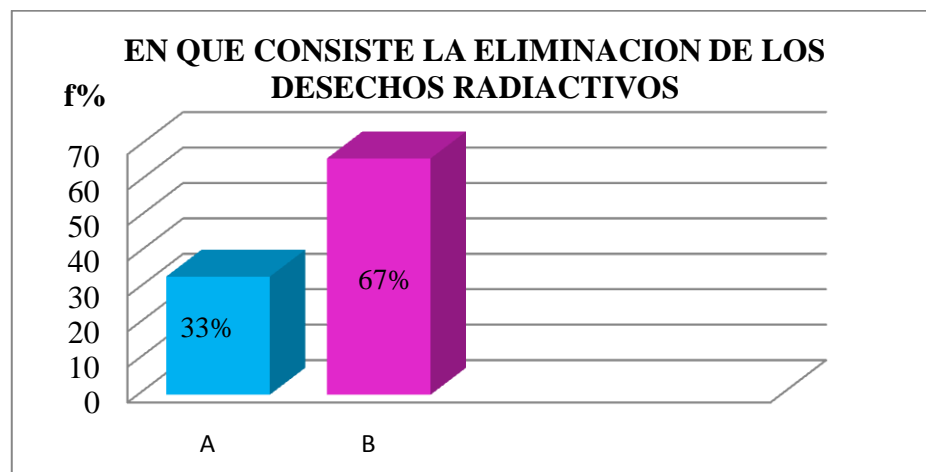
**PREGUNTA 11.** ¿En qué consiste la eliminación de los desechos radiactivos?

**TABLA 11.**

Opciones		frecuencia	f%
<b>A</b>	- Almacenamiento en el cuarto de desechos para luego descartarlos como basura normal.	2	33
<b>B</b>	- Los desechos radiactivos son almacenados por un periodo de aproximadamente 10 vidas medias o hasta que los niveles de exposición alcancen una tasa de 0.05 mR/h.	4	67
<b>TOTAL</b>		6	100

La tabla 11, presenta los datos recolectados de acuerdo a la eliminación de los desechos radiactivos, en la que se observa que el 67% manifiesta de una forma técnica que consiste en que los desechos radiactivos son almacenados por un periodo de aproximadamente 10 a 15 vidas medias o hasta que los niveles de exposición alcancen una tasa de 0.05 mR/h. Mientras que el 33% de los licenciados y licenciadas indica que la eliminación de los desechos radiactivos consiste en el almacenamiento en el cuarto de desechos para luego descartarlos como basura normal

**GRAFICO 11.**



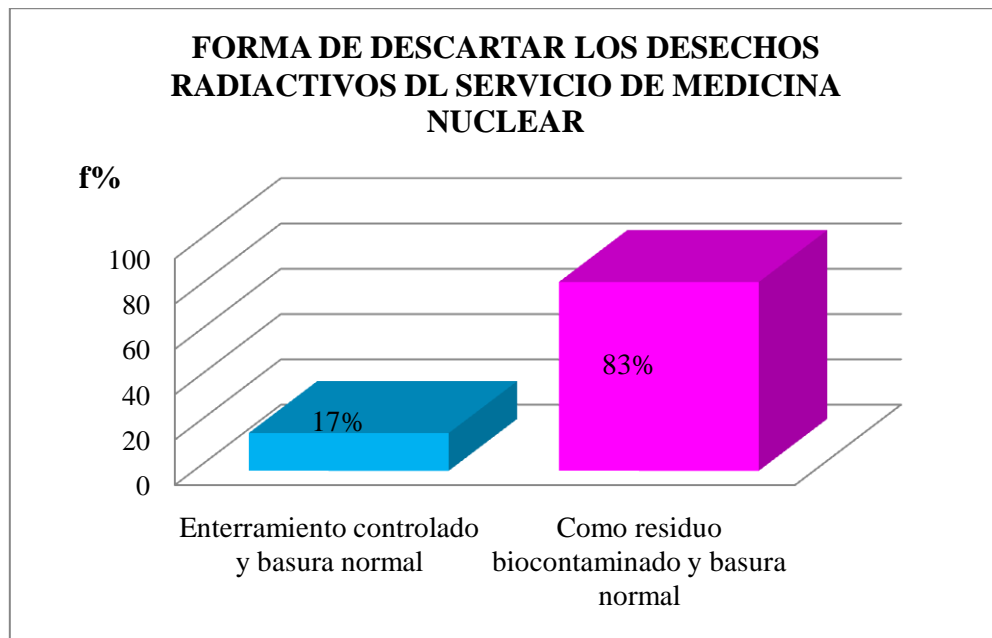
**PREGUNTA 12.** ¿Cómo es la forma de descartar los desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear?

**TABLA 12.**

Opciones	frecuencia	f%
Enterramiento controlado y basura normal	1	17
Como residuo biocontaminado y basura normal	5	83
<b>TOTAL</b>	6	100

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 12, el 83% de los encuestados afirma que la forma de descartar los desechos radiactivos del servicio de medicina nuclear es como residuo biocontaminado y basura normal y solamente el 17% dice que utilizan enterramiento controlado y como basura normal. Se observa que la mayoría de los licenciados y licenciadas que laboran en dicho servicio expresa que los desechos radiactivos salen del servicio de medicina nuclear siendo residuo biocontaminado y basura normal dependiendo el tipo de desecho radiactivo que sea.

**GRAFICO 12.**



**OBJETIVO 4. Identificar al personal responsable que se encarga de la manipulación de desechos radiactivos.**

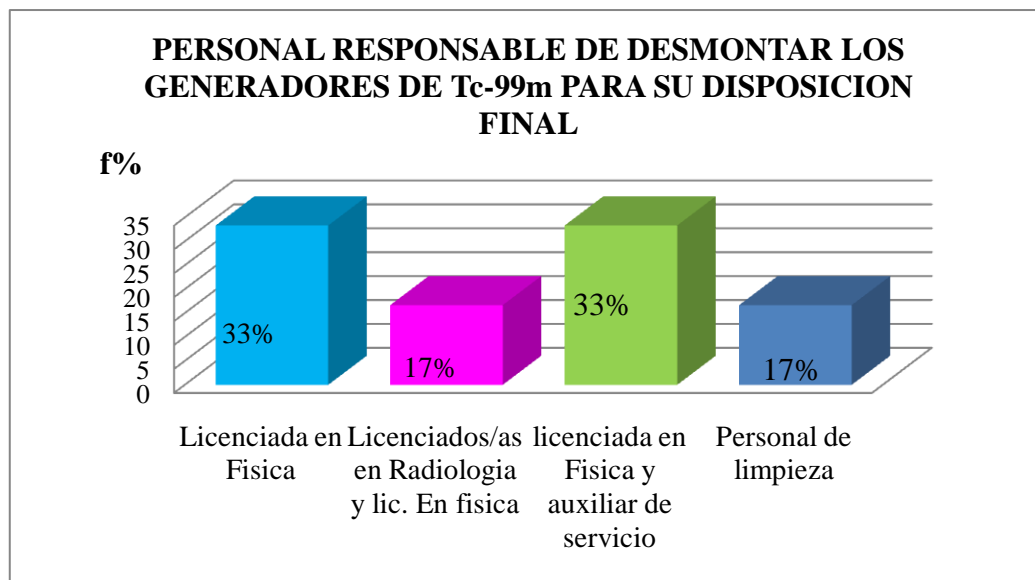
**PREGUNTA 13.** ¿Qué personal es el responsable de desmontar los generadores de Tc-99m para su disposición final como desecho radiactivo?

**TABLA 13.**

Opciones	frecuencia	f%
Licenciada en Física	2	33
Licenciados/as en Radiología y Lic. en física	1	17
Licenciada en física y auxiliar de servicio	2	33
Personal de limpieza	1	17
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

La tabla 13 muestra que, el 33% de los licenciados y licenciadas mencionan que el personal responsable de desmontar los generadores de Tc-99m para su disposición final es la licenciada en Física, otro porcentaje igual indica que es la licenciada en física y auxiliar de servicio y el 17% dice que los licenciados/as en radiología y la licenciada en física. Mientras que otro porcentaje expresa que solo el personal de limpieza.

**GRAFICO 13.**



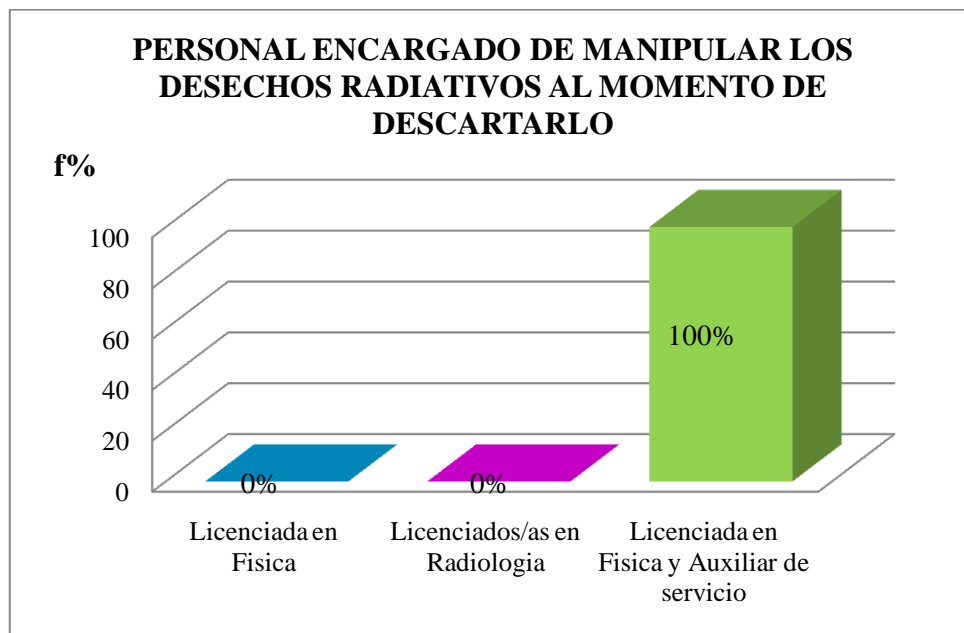
**PREGUNTA 14.** ¿Al momento de descartar los desechos radiactivos del servicio de Medicina Nuclear quien es el personal encargado de su manipulación?

**TABLA 14.**

Opciones	frecuencia	f%
Licenciada en física	0	0
Licenciados/as en radiología	0	0
Licenciada en física y Auxiliar de servicio o privado	6	100
<b>TOTAL</b>	6	100

De acuerdo a los datos recolectados en la tabla 14, el 100% de los encuestados, el personal encargado de manipular los desechos radiactivos al momento de descartarlos es la licenciada en Física y el personal de limpieza del servicio o privado. Aclarando que la manipulación de los desechos radiactivos al momento de descartarlos lo hace el personal de limpieza del servicio bajo la supervisión de la licenciada en Física. Si el personal de limpieza del servicio no se encuentra en ese momento entonces se llama al personal de limpieza privado.

**GRAFICO 14.**



**OBJETIVO 5.** Describir la protección radiológica que se aplica para la manipulación desechos radiactivos.

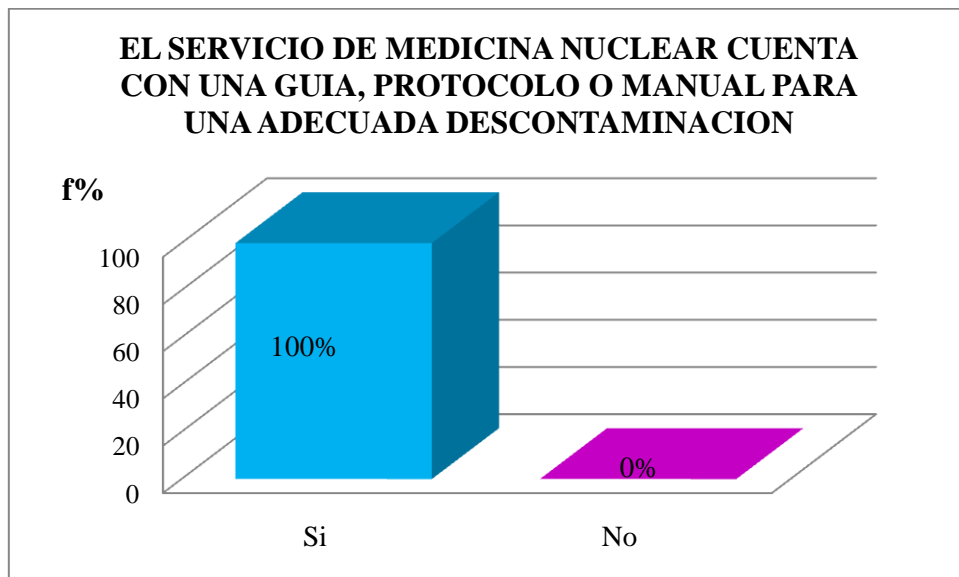
**PREGUNTA 15.** ¿En el caso de una contaminación con material radiactivo, el servicio de Medicina Nuclear cuenta con una guía, protocolo o manual para una adecuada descontaminación?

**TABLA 15.**

Opciones	frecuencia	f%
Si	6	100
No	0	0
<b>TOTAL</b>	6	100

La tabla 15, indica que el 100% de los encuestados manifiesta que el servicio de medicina nuclear si cuenta con una guía, protocolo o manual para una adecuada descontaminación en el caso de una contaminación con material radiactivo.

**GRAFICO 15.**





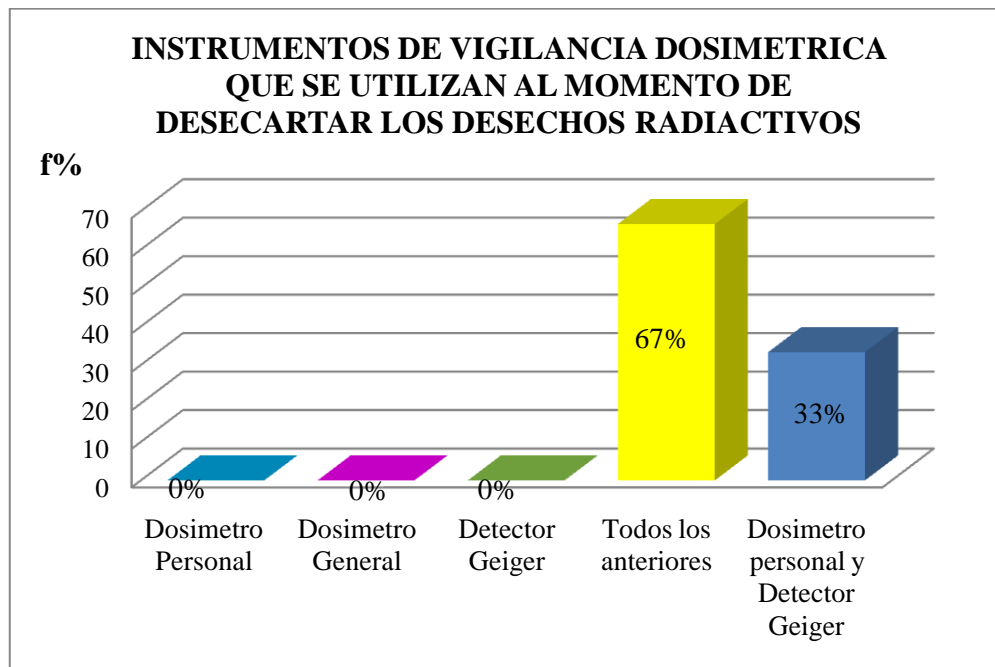
**PREGUNTA 16.** ¿Cuáles son los instrumentos de vigilancia dosimétrica que se utilizan al momento de descartar los desechos radiactivos?

**TABLA 16.**

Opciones	frecuencia	f%
Dosímetro Personal	0	0
Dosímetro General	0	0
Detector Geiger	0	0
Todos los anteriores	4	67
Dosímetro personal y Detector Geiger	2	33
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

Los datos recolectados en la tabla 16, indican que el 67% de los encuestados afirma que los instrumentos de vigilancia dosimétrica que se utilizan al momento de descartar los desechos radiactivos son el dosímetro personal, dosímetro general y detector Geiger y el 33% expresa que se utiliza solamente el dosímetro personal y detector Geiger.

**GRAFICO 16.**



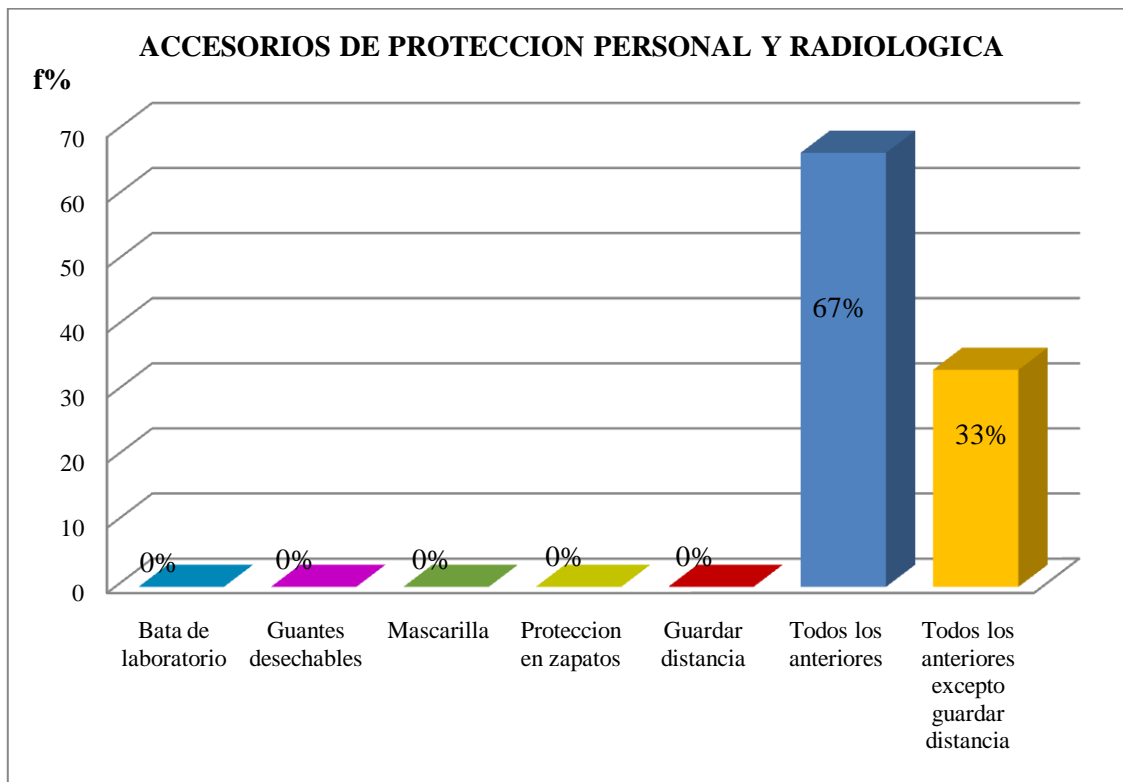
**PREGUNTA 17.** ¿Qué accesorios de protección personal y radiológica utiliza el encargado de la manipulación de desechos radiactivos para su disposición final?

**TABLA 17.**

<b>Opciones</b>	<b>frecuencia</b>	<b>f%</b>
Bata de laboratorio	0	0
Guantes desechables	0	0
Mascarilla	0	0
Protección en zapatos	0	0
Guardar distancia	0	0
Todos los anteriores	4	67
Todos los anteriores excepto guardar distancia	2	33
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

De acuerdo a la tabla 17, el 67% de los encuestados manifiestan que los accesorios de protección personal y radiológica que utiliza el encargado de la manipulación de desechos radiactivos para su disposición final son bata de laboratorio, guantes desechables, mascarilla, protección en zapatos y que se debe guardar distancia. Mientras que el 33% afirma que se utiliza todos los accesorios anteriormente mencionados excepto guardar distancia.

**GRAFICO 17.**



**OBJETIVO 6.** Conocer la normativa bajo la cual se rige el servicio de Medicina Nuclear para gestionar los desechos radiactivos para la disposición final.

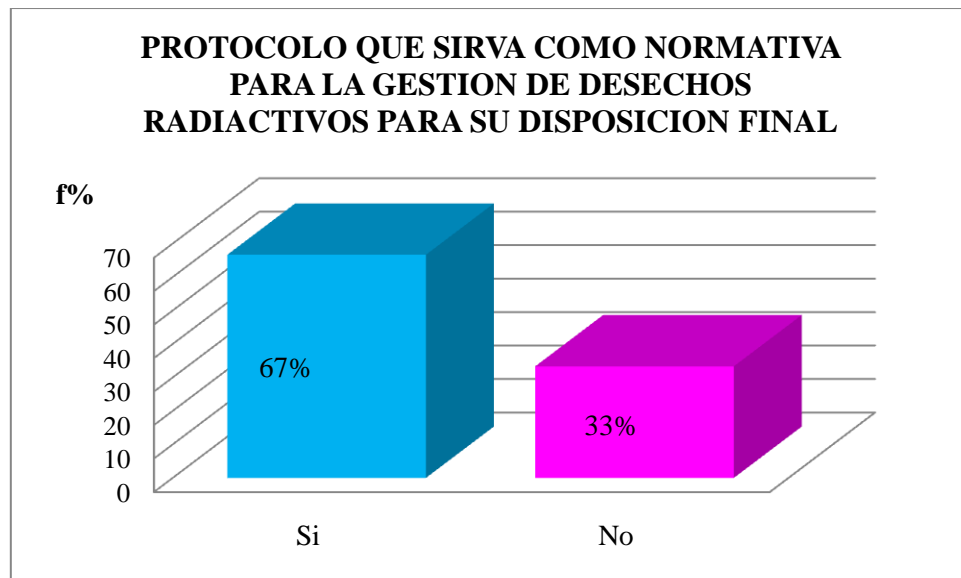
**PREGUNTA 18.** ¿El servicio de Medicina Nuclear cuenta con un protocolo que sirva como normativa para la gestión de desechos radiactivos para su **disposición final**?

**TABLA 18.**

Opciones	frecuencia	f%
Si	4	67
No	2	33
<b>TOTAL</b>	6	100

Los datos de la tabla 18, muestra que el 67% de los encuestados acepta que el servicio de medicina nuclear cuenta con un protocolo que sirva como normativa para la gestión de desechos radiactivos para su disposición final mientras el 33% niega que haya un protocolo.

**GRAFICO 18.**



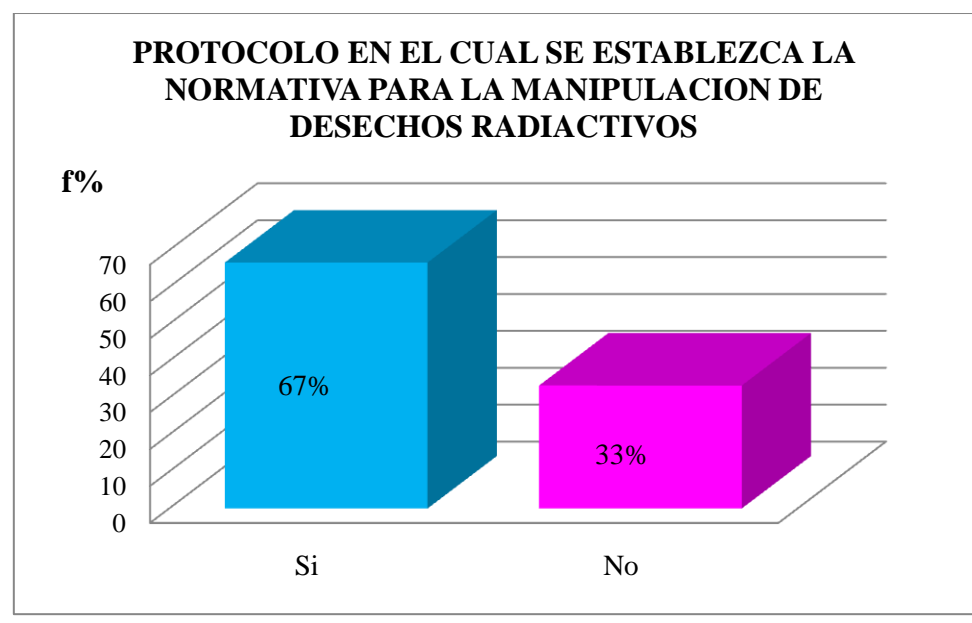
**PREGUNTA 19.** ¿El servicio de Medicina Nuclear cuenta con una guía, manual o protocolo en el cual se establezca la normativa para la manipulación de desechos radiactivos?

**TABLA 19.**

Opciones	frecuencia	f%
Si	4	67
No	2	33
<b>TOTAL</b>	6	100

Según los datos obtenidos en la tabla 19, el 67% de los encuestados dice que el servicio de medicina nuclear si cuenta con una guía, manual o protocolo en el cual se establezca la normativa para la manipulación de desechos radiactivos. Mientras que el 33% niega que haya un protocolo que establezca la normativa para la manipulación de desechos radiactivos.

**GRAFICO 19.**



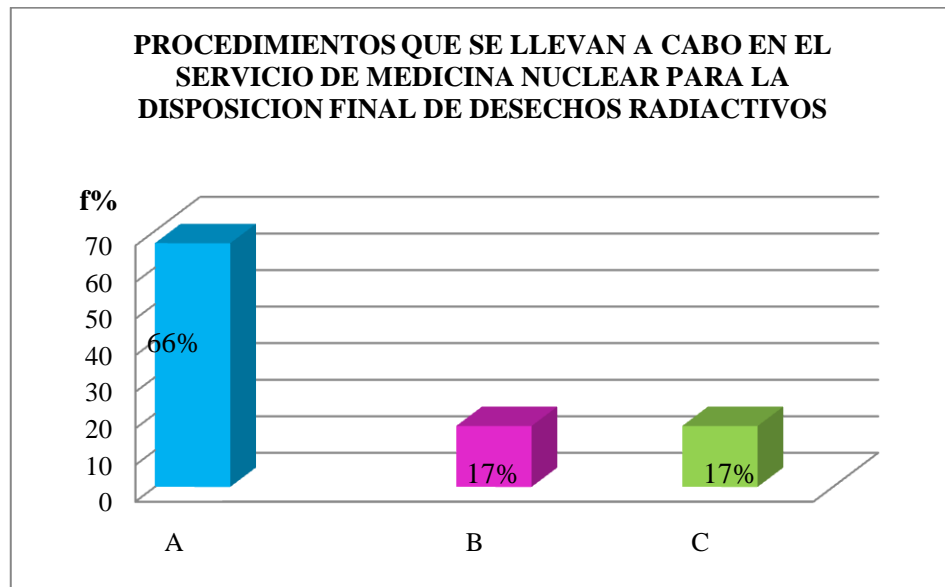
**PREGUNTA 20.** ¿Escriba los procedimientos que se llevan a cabo en el servicio de Medicina Nuclear para la disposición final de los desechos radiactivos?

**TABLA 20.**

	<b>Opciones</b>	<b>frecuencia</b>	<b>f%</b>
<b>A</b>	- Almacenamiento temporal para decaimiento - Almacenamiento y rotulación de cada bolsa - Medida de la tasa de exposición en superficie - Descarte y clasificación del tipo de desecho	4	66
<b>B</b>	- Selección según tipo de material - Medición de actividad - Selección según riesgo infeccioso	1	17
<b>C</b>	- Seleccionar por tipo de isótopo - Seleccionar agujas y vidrio por separado	1	17
<b>TOTAL</b>		6	100

En la tabla 20, se representan los datos obtenidos en cuanto a los procedimientos que se llevan a cabo en el servicio de medicina nuclear para la disposición final de los desechos radiactivos, el 66% indica que consiste en el almacenamiento temporal para el decaimiento, Almacenamiento y rotulación de cada bolsa, Medida de la tasa de exposición en superficie y por último descarte y clasificación del tipo de desecho. El 17% expresa que consiste en selección según tipo de material, medición de actividad y para finalizar selección según riesgo infeccioso. Otro porcentaje igual manifiesta que se selecciona tipo de isótopo, seleccionar agujas y vidrio por separado.

**GRAFICO 20.**



# **CAPITULO VI**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**



## CONCLUSIONES

### **El grupo investigador concluye lo siguiente:**

1. El servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del ISSS genera en mayor cantidad desechos radiactivos sólidos y líquidos, siendo estos en su mayoría sólidos como restos de material quirúrgico debido al tipo de procedimientos que en este servicio se realizan, tales como: jeringas, contenedores plomados, guantes, viales vacíos, generadores de radionúclidos, ropa de ingreso, vasos, catéteres, agujas, pañales desechables y sondas. Al mismo tiempo se generan en menor medida desechos de composición líquida tales como radionúclidos (Tc-99m y yodo 131) y fármacos para cardiología (MIBI) como resultante de los estudios que realizan a los pacientes que son atendidos en esta área.
2. En el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social almacenan los diferentes desechos generados siguiendo los lineamientos establecidos tales como: categorización acorde al tipo de residuo ya sea biocontaminado, residuo común o desechos de radionúclidos siendo así el almacenamiento de los primeros, en bolsas de color rojo debidamente rotulados y en cajas, los desechos de radionúclidos deben ser almacenados en contenedores plomados; todos son registrados debidamente con la fecha de ingreso y egreso; ya que todos los desechos son contaminados con diferente radioisótopo los cuales tienen desiguales periodos de semidesintegración como por ejemplo elución de Tc-99m y frascos de yodo 131 que deben ser almacenados teniendo en cuenta el periodo de semidesintegración.
3. En el servicio de Medicina Nuclear las maneras de eliminación de los diferentes tipos de desechos radiactivos son: en forma de residuo biocontaminado y como basura normal, a pesar que estos desechos tuvieron contacto con radioisótopos fueron debidamente procesados para su disposición final, almacenándolos por un periodo de aproximadamente 10 a 15 vidas medias dependiendo del isótopo que se esté utilizando o hasta que los niveles de exposición alcancen una tasa de 0.05 mR/h.

4. En el servicio de Medicina Nuclear el personal que se encarga de la manipulación de los desechos radiactivos en la etapa de su ingreso al área de almacenamiento son los licenciados y licenciadas en Radiología e Imágenes, siendo luego la profesional en Física Nuclear la responsable directamente de la etapa de evaluación de éstos para su disposición final, con el apoyo brindado por el personal de limpieza del servicio, que bajo la supervisión de la profesional en Física Nuclear se encargan de su manipulación al momento de descartarlos.
  
5. El personal que labora en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del ISSS conoce y pone en práctica la protección personal necesaria que se debe aplicar al momento de la manipulación de desechos radiactivos tales como: bata de laboratorio, guantes desechables, mascarilla, protección en zapatos y así también guardar la distancia necesaria con los desechos radiactivos generados en el servicio. Dicha área cuenta también con instrumentos de vigilancia dosimétrica tales como: dosímetro personal, dosímetro de anillo y detector Geiger, accesorios de protección radiológica destinados para la manipulación de desechos radiactivos siendo de esta manera que el servicio de Medicina cumple con los estándares de seguridad y protección radiológica de acuerdo a lo establecido por guías, manuales y protocolos emitidos por la institución.
  
6. El servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del ISSS cuenta con lo que es una normativa bajo la cual se rige para gestionar los desechos radiactivos para su disposición final, la cuales explican los procedimientos que consisten en seleccionar los diferentes tipos de desechos tales como desechos sólidos, desechos líquidos y desechos de radionúclidos por separado para su adecuado almacenamiento temporal y decaimiento con su debida rotulación de cada bolsa y caja, y por ultimo su descarte.

- El protocolo para la gestión de desechos radiactivos utilizado en el servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del ISSS muestra que:
1. Los desechos provenientes de la práctica de medicina nuclear se separarán por isótopos al momento de su utilización y se colocan inmediatamente en una bolsa dentro del contenedor que corresponde.
  2. Al final de la semana o con mayor frecuencia si es necesario, se colocan los desechos (viales y jeringas) en una caja, luego son almacenados en el cuarto especial para desechos que posee el servicio plenamente identificados con los siguientes datos:
    - Fecha en que se inicia el almacenamiento.
    - Isótopo que contiene.
    - Fecha en que se prevé la liberación de esos desechos como basura corriente de hospital.
    - Persona que realizó el proceso de almacenamiento.
  3. Al final de la jornada laboral los desechos como: guantes, papel utilizado para descontaminar son almacenados y rotulados con fecha de inicio y tipo de material que contiene.
  4. Como norma general de descarte de los desechos radiactivos será después de 15 vidas medias de la siguiente forma:
    - a) Desechos contaminados con yodo 131, que su tiempo de vida media es de 8.0 días, su descarte será después de 120 días.
    - b) Desechos contaminados con tecnecio  $99^m$  que su tiempo de vida es de 5.02 horas, su descarte será después de 4 días.
    - c) Para la columna de molibdeno, que su tiempo de vida media es de 67 horas, su descarte será después de 45 días.

- d) Antes de descartar cualquier desecho, este debe de ser medido con el contador Geiger-Müller para verificar niveles de exposición y evitar la ocurrencia de un error al desechar el isótopo. Niveles superiores a 0.05 mR / h a superficie serán nuevamente almacenados hasta una nueva fecha de verificación.
- e) El descarte de los desechos radiactivos será de una vez por mes o cuando sea requerido, para ello debe estar presente el Oficial Local de Protección Radiológica.
- f) En un formulario especial se anotará los datos relativos al descarte de los desechos radiactivos.

## RECOMENDACIONES

**El grupo investigador recomienda a todo el personal en Radiología y Física Nuclear que:**

1. Que sigan con el cumplimiento correcto de los protocolos y lineamientos establecidos por la institución, brindando a cada tipo de residuo la debida importancia del proceso de almacenamiento y disposición final, no tomando en cuenta la cantidad sobrante, ya que son materiales radiactivos; por lo tanto, se debe proceder con seguridad.
2. Que al momento de extraer los residuos del área de su almacenamiento continúen siendo agudamente verificados, con el objetivo de cerciorarse de que cada desecho cumpla con los parámetros establecidos sobre el tiempo de almacenamiento estipulado de su vida media o su valor en mR/h como hasta ahora; para evitar cualquier percance que pudiera ocasionar al personal que lo manipula hasta su última etapa o en el medio ambiente.
3. Permanezcan tomando en cuenta los protocolos de protección radiológica y protección personal brindados por la institución, para así evitar cualquier tipo de accidente durante la etapa de entrada y salida de éstos al área de almacenamiento.
4. Continúen cumpliendo los registros establecidos para llevar un mejor control sobre el tiempo necesario que los desechos deben permanecer en esta área.
5. Que sigan brindando una adecuada capacitación sobre la bioseguridad a todo el personal de limpieza que mantiene contacto con los desechos al momento de su eliminación.
6. Que, continúen realizando los procesos de acuerdo a los parámetros establecidos por guías y protocolos para el manejo adecuado de los desechos radiactivos y así evitar

cualquier accidente que perjudique su salud y bienestar; pues siendo ellos y ellas los encargados que corren mayor peligro de contaminación al realizar un procedimiento.

7. Seguir realizando correctamente los procedimientos para la disposición final de los diferentes desechos radiactivos generados en el servicio de medicina nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

**A la jefatura del servicio de Medicina Nuclear y al personal ocupacionalmente expuesto:**

1. Gestionar capacitaciones para mantenerse en la vanguardia de la bioseguridad, así aportar nuevos conocimientos de gran valor para el personal que labora con estos desechos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Francisca H. de Canales, Eva. Luz. de Alvarado, Elia. B. de Pineda, Metodología de la Investigación, 2da. Edición: 1994.
- ✓ foronuclear.org, centrales nucleares [sede web], [acceso 24 de febrero de 2015]  
Disponible en:  
<http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-6>
- ✓ minminas.gov, documents, Guía para desechos radiactivos[sede web], [acceso 24 de febrero de 2015]Disponible en:  
[http://www.minminas.gov.co/documents/10180/412924/AN-Guia\\_GDR\\_clase2.pdf/f062a9cc-0a9d-4b80-9944-131237d25493](http://www.minminas.gov.co/documents/10180/412924/AN-Guia_GDR_clase2.pdf/f062a9cc-0a9d-4b80-9944-131237d25493)
- ✓ OMS, Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección [sede web] , [acceso 24 de Febrero 2015]  
Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>
- ✓ Wikipedia.org, Desintegración [sede web], [acceso 24 de febrero 2015]  
Disponible en:<http://es.wikipedia.org/wiki/Desintegraci%C3%B3n>
- ✓ Mednuclear.wikidot.com,Decaimiento Radiactivo [sede web], [acceso 24 de Febrero 2015]Disponible<http://mednuclear.wikidot.com/decaimiento-radiactivo>
- ✓ Eestrucplan.com,Residuo Patológico [sede web], [acceso 24de Febrero 2015]  
Disponible <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=379>
- ✓ Elrincondelosresiduos.blogspot.com, El Rincón De Los Residuos Sólidos [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible [http://elrincondelosresiduos.blogspot.com/2012/08/definiciones\\_20.html](http://elrincondelosresiduos.blogspot.com/2012/08/definiciones_20.html)
- ✓ Mem.gob.gt, Reglamento de Gestión de Desechos Radiactivos[sede web], [acceso 5 de Marzo] Disponible en:<http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/05/1.3-Reglamento-de-Gestion-de-Desechos-Radiactivos-Ac-Gub-No.-559-98.pdf>
- ✓ Es.thefreedictionary.com, Filtros [sede web], [acceso 5 de Marzo]  
Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/filtro>

- ✓ Estructplan.com, Protección contra Radiaciones [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2996>
- ✓ Estructplan.com, Protección contra Radiaciones [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015] Disponible en:  
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2996>
- ✓ Espanol.answers.yahoo.com, Hidroxiapatita [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
<https://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080216131701AAKIIC8>
- ✓ Webconsultas.com, Tomografía por emisión de positrones (PET) [sede web], [5 de Marzo de 2015] disponible en:  
<http://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/tomografia-por-emision-de-positrones-pet-8292>
- ✓ Caebis.cnea.gov.ar, Radiofarmacia [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
[http://caebis.cnea.gov.ar/IdEN/CONOC\\_LA\\_ENERGIA\\_NUCX/CAPITULO\\_5\\_Difusion/LA\\_TECNOLOGIA\\_NUCLEAR/Radiofarmacia.htm](http://caebis.cnea.gov.ar/IdEN/CONOC_LA_ENERGIA_NUCX/CAPITULO_5_Difusion/LA_TECNOLOGIA_NUCLEAR/Radiofarmacia.htm)
- ✓ Gengcat.cat, Radionúclidos [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en: <http://www.gengcat.cat/salut/acsa/html/es/dir3456/doc16635.html>
- ✓ Wikipedia.org, Periodo de Semidesintegración [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Periodo\\_de\\_semidesintegraci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Periodo_de_semidesintegraci%C3%B3n)
- ✓ Wikipedia.org, Tomografía computarizada de emisión monofónica [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Tomograf%C3%ADa\\_computarizada\\_de\\_emisi%C3%B3n\\_monofot%C3%B3nica](http://es.wikipedia.org/wiki/Tomograf%C3%ADa_computarizada_de_emisi%C3%B3n_monofot%C3%B3nica)
- ✓ Documentos. Atlas. de anatomía. Humana. tecnicas.de Imágenes. Weir [sede web], [acceso 7 de Marzo 2015]  
Disponible en:



Documento.[Atlas.de.Anatomia.Humana.por.tecnicas.de.imagen.Weir]. PARTE MEDICINA NUCLEAR

- ✓ Foronuclear.org, Capítulo 6 - Aplicaciones de los isótopos en medicina [sede web], [acceso 7 de Marzo 2015]  
Disponible en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-6>
  
- ✓ Wikipedia.org, Medicina Nuclear [sede web], [acceso 5 de Marzo 2015]  
Disponible en:[http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina\\_nuclear](http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina_nuclear)
  
- ✓ Pubi.iaea.org, Normas de Seguridad de la OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente [sede web], [acceso 7 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1449\\_S\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1449_S_web.pdf)
  
- ✓ Disaster-info.net, Norma Técnica: Procedimientos para el Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios [sede web], [acceso 7 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
[http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/peru/salud/Resolucion\\_Ministerial\\_217.pdf](http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/peru/salud/Resolucion_Ministerial_217.pdf)
  
- ✓ Asp.salud.gob.sv, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Ramo de Salud Pública y Asistencia Social [sede web], [acceso 6 de Marzo 2015]  
Disponible en:  
[http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma\\_fuentes\\_no\\_selladas\\_medicina\\_nuclear.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma_fuentes_no_selladas_medicina_nuclear.pdf)
  
- ✓ Google.com, Documento del OIEA Material de Entrenamiento en Protección Radiológica en Medicina Nuclear, Parte 10.Desechos Radiactivos[sede web], [acceso 4 de Marzo 2015]  
Disponible en :  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCQFjAB&url=https%3A%2F%2Fpop.iaea.org%2FRPOP%2FRPoP%2FContent%2FDocuments%2FTrainingNuclearMedicine%2FLectures-es%2FRPNM-Parte10-desechos-es-web.ppt&ei=4JALVaHmDK3-sAT5n4LwAQ&usg=AFQjCNFQ02a9QKox3YBgeaiWNLgnUOxY5Q&bvm=bv.88528373,d.cWc&cad=rja>

# **ANEXOS**

**ANEXO I**

**INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL**

**SUBDIRECCION DE SALUD**

**DIVISION TECNICA NORMATIVA**

**DEPARTAMENTO DE NORMALIZACION Y  
ESTANDARIZACIÓN**



**MANUAL  
EMERGENCIAS Y RESPUESTAS RADIOLOGICAS EN  
EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR ISSS.**

**ABRIL – 2010**

## **PRESENTACIÓN**

**El Instituto Salvadoreño del Seguro Social** a través de su política de modernización y desarrollo institucional ha promovido reformas técnicas y administrativas orientadas al cumplimiento de su misión de proveer servicios de calidad a los derechohabientes.

Con la finalidad de regular la calidad de atención que el ISSS desea brindar a los derechohabientes el Consejo Directivo aprobó la creación de la División Técnica Normativa, quien a través del Departamento de Normalización es el responsable de estandarizar los procedimientos asistenciales de la prevención secundaria y terciaria en salud.

En este sentido el **“MANUAL DE EMERGENCIAS Y RESPUESTAS RADIOLOGICAS EN EL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR ISSS”** será el documento normativo que tendrá como objetivo, guiar a los profesionales en el proceso de toma de decisiones sobre aspectos relacionados a la seguridad y protección radiológica del servicio de Medicina Nuclear del Hospital de Oncología del ISSS, constituyéndose en una herramienta valiosa con que contara dicha dependencia institucional, cuyo responsable deberá proceder a su divulgación, implantación y cumplimiento obligatorio, en el ámbito de las competencias.

Lo que se transcribe para el conocimiento y efectos pertinentes.

**Dr. Oscar Abraham Kattán Milla.**

**Director General ISSS.**

## **1. CONTAMINACION DEL LOCAL Y/O EQUIPO POR DERRAME DE ISOTOPO RADIOACTIVO POR PACIENTE.**

- n. Llamar al Oficial Local de Protección Radiológica.
- o. Bajo la dirección del Oficial Local de Protección Radiológica o si este no está presente proceda a colocar dispositivos de protección radiológica: guantes, gabacha plástica sobre la gabacha de trabajo, cubre zapatos.
- p. Aislé el área no permitiendo personal ajeno al del servicio.
- q. Determinen si existen personas contaminadas y proceda con prioridad a la descontaminación de ellos de acuerdo al protocolo correspondiente.
- r. Determine los límites de la contaminación con el detector Geiger Müller y el isotopo contaminante.
- s. Proceda a limpiar el derrame de los bordes externos hacia el centro, con papel absorbente, en cantidad abundante, una vez agotada su capacidad absorbente colocarlas en bolsas plásticas, repetir este procedimiento hasta bajar la contaminación a niveles de 60 c.p.m.
- t. Si la contaminación es profunda utilice un líquido especial para ese fin.
- u. Especial precaución se debe de tomar para no pisar en los bordes de la contaminación, para pasar al centro de la contaminación, si esta no se encuentra descontaminada.
- v. Si no es posible bajar la contaminación a 60 cpm, evaluar la situación y cerrar el área por el tiempo necesario de acuerdo a la contaminación.
- w. Gestionar los desechos radiactivos de acuerdo al procedimiento establecido.
- x. Quitarse los dispositivos de protección radiológica , verificar que no estén contaminados, si lo están, proceda a su gestión de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- y. Medir el nivel de contaminación personal del personal responsable de la limpieza de contaminación radiactiva
- z. Comunicar a las autoridades respectivas esta situación.

### **3. CONTAMINACIÓN DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO, PÚBLICO O DEL PACIENTE.**

- a.** Llamar al Oficial Local de Protección Radiológica.
- b.** Bajo la dirección del Oficial Local de Protección Radiológica o si este no está presente proceda a colocarse dispositivos de protección radiológica: guantes, gabacha plástica sobre la gabacha de trabajo, cubre zapatos.
- c.** Determine si existe local o equipo contaminado y aisle el área.
- d.** Si existen varias personas contaminadas asegúrese de la confinación de ellos para que no extiendan la contaminación y proceda a descontaminar primero a la persona que demuestre bajo medición con el contador Geiger Müller.
- e.** Proceda a quitar la ropa de la persona contaminada y gestionarla correctamente.
- f.** Colocar bajo la ducha de presión al personal contaminado.
- g.** Que el propio personal contaminado se lave el área contaminada si esta a su alcance de otra manera tiene que ser ayudado. El lavado del área contaminada debe ser con jabón suave y con un cepillo de cerdas finas y suaves, de tal manera que la acción mecánica no irrite o rompa la piel.
- h.** Repita esta acción utilizando una crema humectante entre lavado y lavado, revisando la piel que no se irrite, hasta tener un valor de 20 c.p.m.
- i.** Comunicar a las autoridades respectivas esta situación.

**ANEXO II**

**INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL**  
**SUBDIRECCION DE SALUD**  
**DIVISION TECNICA NORMATIVA**  
**DEPARTAMENTO DE NORMALIZACION Y**  
**ESTANDARIZACION**



**PROTOCOLO**  
**PARA LA GESTION DE DESECHOS RADIATIVOS Y**  
**PROTECCION RADIOLÓGICA**  
**DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR ISSS.**

**ABRIL – 2010**

## PROTOCOLO PARA LA GESTION DE DESECHOS RADIACTIVOS

8. Los desechos provenientes de la práctica de medicina nuclear se separarán por isótopos al momento de su utilización y se colocan inmediatamente en una bolsa dentro del contenedor que corresponde.
9. Al final de la semana o con mayor frecuencia si es necesario, se colocan los desechos (viales y jeringas) en una caja, luego son almacenados en el cuarto especial para desechos que posee el servicio plenamente identificados con los siguientes datos:
  - Fecha en que se inicia el almacenamiento.
  - Isótopo que contiene.
  - Fecha en que se prevé la liberación de esos desechos como basura corriente de hospital.
  - Persona que realizó el proceso de almacenamiento.
10. Al final de la jornada laboral los desechos como: guantes, papel utilizado para descontaminar son almacenados y rotulados con fecha de inicio y tipo de material que contiene.
11. Como norma general de descarte de los desechos radiactivos será después de 15 vidas medias de la siguiente forma:
  - 11.1. Desechos contaminados con yodo 131, que su tiempo de vida media es de 8.0 días, su descarte será después de 120 días.
  - 11.2. Desechos contaminados con tecnecio  $99^m$  que su tiempo de vida es de 5.02 horas, su descarte será después de 4 días.
  - 11.3. Para la columna de molibdeno, que su tiempo de vida media es de 67 horas, su descarte será después de 45 días.



12. Antes de descartar cualquier desecho, este debe de ser medido con el contador Geiger-Müller para verificar niveles de exposición y evitar la ocurrencia de un error al desechar el isótopo. Niveles superiores a 0.05 mR / h a superficie serán nuevamente almacenados hasta una nueva fecha de verificación.
13. El descarte de los desechos radiactivos será de una vez por mes o cuando sea requerido, para ello debe estar presente el Oficial Local de Protección Radiológica.
14. En un formulario especial se anotará los datos relativos al descarte de los desechos radiactivos.

**PROTOCOLO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA AL MOMENTO DE REALIZAR ALMACENAMIENTO Y DESCARTE DE LOS DESECHOS RADIATIVOS PARA EVITA UNA EXPOSICIÓN INTERNA POR INGESTIÓN INHALACIÓN O ABSORCIÓN DÉRMICA.**

8. Vestir túnica o delantal que proteja la ropa en toda área en que se manejen fuentes radioactivas abiertas y traslado de desechos radiactivos. Esas prendas protectoras de ben ser retiradas antes de abandonar el área apropiada para su uso.
9. Utilizar guantes en todos momentos que se manipule material radiactivo. Ya sea en la preparación y el descarte de desechos radiactivos.
10. Utilizar gafas protectoras al momento de manipular material radiactivo. Ya sea en la preparación y descarte de desechos radiactivos.
11. Utilización de mascarilla para gases tóxicos. Ya sea en la preparación y el descarte de desechos radiactivos.
12. No utilizar la boca con ningún tipo de instrumento tales como pipetas fraccionar o medir material radioactivo.
13. Coloque todo el material utilizado en una bolsa plástica o depósito señalado para cada desecho radiactivo y sea algodones, esparadrapo, jeringas, agujas y frascos utilizados.
14. Las áreas en las que se utiliza o almacena material radiactivo debe estar señalizadas para indicar a los individuos que entran en un área de potencial peligro y para demostrar preocupación por la protección radiológica y control del área.

**ANEXO III**

**INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL**  
**SUBDIRECCION DE SALUD**  
**DIVISION TECNICA NORMATIVA**  
**DEPARTAMENTO DE NORMALIZACION Y**  
**ESTANDARIZACION**



**MANUAL**  
**PROTECCION RADIOLOGICA EN MEDICINA**  
**NUCLEAR**

**ABRIL – 2010**

## PROTECCION RADIOLOGICA EN MEDICINA NUCLEAR.

### 1. INTRODUCCION:

Los múltiples aspectos de la medicina nuclear de la radiación y la consecuente protección deben convertirse en la **consideración primaria** toda vez que se utilice material radiactivo. Los efectos generales de la radiación no son completamente conocidos, pero puede decirse en forma general que la radiación es potencialmente nociva y por tanto deben tomarse los pasos para **prevenir una exposición innecesaria**. Algunos factores a tener en cuenta incluyen

- Tipos y energía de la radiación,
- Poder de penetración ,
- Capacidad de ionización,
- Vida media física (radioactiva),
- Vida media biológica,
- Vida media efectiva.

El personal que utiliza material radioactivo debe conocer las distintas unidades de medida de la radiación y reconocer la necesidad de ciertas limitaciones a la exposición a la misma.

El tema de la protección en medicina nuclear abarca desde los mecanismos biológicos por el cual se producen el daño por radiación y el **computo matemático del riesgo**, hasta los detalles más comunes y prácticos de la **medida simple de protección, el monitoreo** de la radiación recibida y la legislación existentes al respecto.

### 3 FUENTES DE EXPOSICION A LA RADIACION

Es importante recordar que el ser humano ha existido siempre en un ambiente que incluye exposición a las radiaciones ionizantes. Efectivamente, una gran proporción de la dosis efectiva anual recibida por la población resulta de la radiación natural proveniente del medio ambiente (aproximadamente 86% de la dosis anual mundial) esta dosis varía de un sitio a otro dependiendo de la altitud y de la abundancia de minerales radioactivos naturales en las rocas y el suelo. Adicionalmente un 14% de la exposición anual por medio es creada por el hombre, de la cual un 10% es debido al uso de rayos x diagnósticos y un 4% debido a procedimientos de medicina nuclear. Existe además un pequeño procedimiento aportado por fuentes misceláneas de radiación como pueden ser armas nucleares combustibles, etc.

a) **tipo de emisión radiactivo.** En medicina nuclear existen tres tipos de emisión que nos preocupan primariamente, partículas  $\alpha$ , partículas  $\beta$  rayos  $\gamma$  existen rayos x resultantes de varios fenómenos de interacción con la materia. Algunos de ellos tienen gran impacto en la dosimetría del paciente como los rayos x característicos del mercurio provenientes de la desintegración del talio 201, mientras que otros son muy débiles y no poseen consecuencias en términos de radioprotección.

Un factor a ser considerado es la emisión **externa** versus la **interna**, o sea que la radiación provenga de afuera y penetre la epidermis hacia el cuerpo, o que la radiación ya esté dentro del organismo luego de haber sido ingerida, inhalada o inyectada por vía intravenosa.

- Los rayos x y  $\gamma$  son capaces de penetrar la epidermis y por lo tanto representan el mismo daño ya sean emisores internos o externos. Este no es el caso de los emisores  $\alpha$  y  $\beta$ , los cuales normalmente no pueden atravesar la capa más externa de la piel. Como emisores externos usualmente no constituyen un problema serio con la radioprotección, sin embargo como emisores internos la amenaza del daño por radiación se vuelve severa.
- El poder de penetración de una **partícula  $\alpha$**  es muy pobre, ya que normalmente una hoja de papel puede detenerla. Se requiere una partícula  $\alpha$  con una energía de 7.5 MeV para penetrar la piel humana.

- El poder de penetración de la **partícula  $\beta$**  es de orden de 100 veces mayor que el de la  $\alpha$  y se requiere una pulgada de madera o  $\frac{1}{4}$  pulgada de aluminio para frenarla. Aunque como emisor externo no es considerado de importancia en términos de radioprotección, **una partícula  $\beta$  puede penetrar la piel desde algunos mm hasta 1cm**. Existe una rápida desaceleración de la partícula como consecuencia de la interacción con el tejido.
  - Los **rayos  $\gamma$**  tienen un poder de penetración **muy alto** y pueden producir daño por radiación tanto como emisores internos o externo. En termino de protección se requiere plomo o concreto para poder frenar un fotón  $\gamma$ . En contraste la absorción total de la partícula  $\alpha$  o  $\beta$ , solo un 3% de la energía del rayo  $\gamma$  es absorbido en 1 cm de tejido, el resto es absorbido en un volumen mayor de tejido o atravesando e interaccionando completamente del cuerpo.
  - Se cree que la ionización en el tejido, ya sea directa o indirectamente, es la interacción biológica más importante de la radiación. la mayoría del daño producido en los tejidos es consecuencia de este fenómeno. La capacidad de ionizar varia tremendamente entre partículas  $\alpha$  y  $\beta$  emisiones  $\gamma$ ; un término que se utiliza la para describir este fenómeno es la **ionización específica** que es el **numero promedio de pares de iones que son producidos por unida de distancia** viajada por la radiación incidente.
- b) **Tipo de exposición radiactiva.** En un servicio de medicina nuclear, dado que se utilizan fuentes radiactivas abiertas (o no selladas), existe posibilidad de **exposición** a la radiación tanto **externa** como **interna**.
- La **exposición externa** puede ser por fuentes selladas o abiertas. **Las fuentes selladas de radionúclidos de larga vida media** son usadas en medicina nuclear solo como **patrones de referencia para calibración** de los instrumentos. Se trata de **fuentes de exposición externas** solamente, pero aquella que contienen líquidos deben ser revisadas periódicamente para confirmar que no constituyen peligro de contaminación. Las fuentes de exposición externa más comunes están en realidad

constituidas por la **dosis de radiofármacos** y los **pacientes** a los cuales se han administrado las mismas para ser estudiado o tratados.

- La **exposición interna** del personal es muy poco frecuente en la rutina diaria. En general el derramado de sustancias radiactivas que puede provocar contaminación proviene de pérdidas durante la administración del radiofármaco, fluidos corporales del paciente, especialmente orinar, saliva y vómitos y goteo o daño del conector de la fuente. La contaminación radiactiva del aire puede ocurrir cuando se abre un vial conteniendo yodo 131 (sustancias muy volátiles), o cuando se realiza estudios de ventilación pulmonar por inhalación de aerosoles o gas de <sup>99m</sup>Tc.

#### **4. GUIAS DE PROTECCION RADIOLOGICA.**

La comisión internacional de Protección Radiológica (ICRP) es un cuerpo internacional de expertos en radiación los cuales examinan y reportan los asuntos de protección radiológica. Durante muchos años desde sus inicio (1928), la ICRP ha desarrollado un **sistema de protección radiológica** que se ha difundido y ha ganado aceptación; sus guías y recomendaciones forman las bases de la legislación en muchos países. La filosofía general del sistema de protección de la ICRP puede ser resumido bajo 2 categorías prácticas e intervención.

- a) **partículas** (usos actuales y propuestos de la radiación) el uso de la radiación debe estar sujeto a tres criterios principales:
  - **Justificación:** el beneficio neto del individuo o la sociedad expuesta a la radiación debe al menos compensar el daño de la radiación.
  - **Optimización:** la cantidad de exposición y la cantidad de personas expuestas deben mantenerse **tan baja como sea razonablemente posible** teniendo en cuenta los factores sociales y económico (principio de ALARA ). ALARA es un acrónimo cuya base es la frase “as low as reasonably achievable.
  - **Limitación:** la exposición de los individuos, excluyendo los de práctica médica, deben estar sujeta a dosis límites. El riesgo (probabilidad y detrimento) de exposición de exposiciones potenciales debe ser controlado.

**b) Intervención** (medidas de reducir la exposición de fuentes de radiación existentes) debe estar sujeto a un criterio similar.

- **Justificación:** el efecto potencial de la intervención propuesta debe minimizar cualquier efecto dañino posible y costo económicos.
- **Optimización:** la intervención propuesta debe ser optimizada en términos de forma, escala y duración.

El bloque farmacológico de la tiroides para evitar una captación indeseada de radioyodo, es un ejemplo de intervención

## **5 MEDIDAS DE PROTECCION RADIOLOGICA**

El personal involucrado en el uso de material radioactivo debe seguir siempre **medidas de protección radiológica**. No se conoce aún con total exactitud el efecto de las radiaciones, pero asumiendo que todas las radiaciones ionizantes son potencialmente dañinas, debemos estar constantemente en alerta respecto a los métodos de protección. Existen limitaciones prácticas establecidas por las comisiones nacionales e internacionales para proteger a los trabajadores ocupacionalmente expuestos. La racionalización de estos límites se basa en que aun los usos pacíficos de la energía atómica requieren cierta exposición a la radiación y a que es imposible blindar completamente a los trabajadores. Por esta razón, el personal de medicina nuclear debe estar constantemente alerta sobre los métodos prácticos de radioprotección. Estos métodos prácticos son: distancia, blindaje, y tiempo. Mediante el uso indicado de estos 3 métodos, el nivel de radiación a la cual el trabajador está expuesto puede ser mantenido en un mínimo y dentro de las limitaciones recomendadas.

**DISTANCIA:** constituye uno de los mejores METODOS de radioprotección y es uno de los más utilizados en la rutina diaria: no solamente es un procedimiento efectivo de protección sino que es también el más barato. Cuando un individuo se aleja de la fuente radiactiva es natural esperar recibir menos radiación, y podría pensarse que si se duplica la distancia se recibirá la mitad de la radiación; sin embargo en realidad la persona recibirá un cuarto de radiación. Esto se conoce como la **ley del cuadrado inverso de la distancia**, la cual establece que la cantidad de radiación recibida es inversamente proporcional al



cuadrado de la distancia desde la fuente. Duplicado la distancia la dosis es  $\frac{1}{4}$  de la original, reduciendo la distancia a la mitad la dosis será 4 veces mayor a la original.

La ley del cuadrado inverso se aplica con mayor exactitud **para fuentes puntuales** emisoras  $\gamma$ , no para fuentes mayores o múltiples fuentes. Esta ley aplica la sugerencia del uso de pinzas largas o controles remotos para mantenerse **tan alejado como sea posible** de la fuente.

**TIEMPO:** el principio del tiempo es también un método práctico de radioprotección. Cuanto más tiempo se exponga un individuo a un campo de radiación, mayor será la exposición total. El sentido común indica que **el tiempo debe ser utilizado** como control de la exposición a la radiación. En la aplicaciones diagnosticas de medicina nuclear el tiempo no es un factor tan importante como cuando se trata de aplicaciones terapéutica. A este respecto, existen tres grupos de persona no ocupacionalmente expuestas que merecen especial consideración: **personal de enfermería, visitas y pacientes adyacentes**, para los cuales la dosis no pueden exceder **1 mSv por día** o de **0.02mSv en una hora**.

**BLINDAJE:** Es también un método práctico de radioprotección. El uso de materiales blindantes como las láminas o ladrillos de plomo no es nada bueno para los trabajadores de medicina nuclear. El blindaje es simplemente un objeto usado para prevenir o reducir el pasaje de radiación. En el caso de las partículas  $\alpha$  o  $\beta$  se requieren muy poco blindaje para absorber completamente las emisiones. La partícula general es usar blindaje suficiente para absorber completamente las partículas  $\alpha$  o  $\beta$ ,o sin embargo esto no es verdad para la radiación x o  $\gamma$ , ya que para estos dos tipos de emisión se utiliza blindaje para reducir la cantidad de radiación.

## **7. CONTROL DE EXPOSICIÓN A LA RADIACION DEL PERSONAL**

Dado que el riesgo biológico está directamente relacionado con la dosis de radiación a los tejidos, la absorción de material radioactivo debe estar restringida.

- A. Control de la exposición interna: la mayoría de los radionúclidos que se utilizan en medicina nuclear son considerados leve o moderadamente tóxicos con respecto a

contaminación interna, sin embargo, una excepción significativa de yodo I 311 es considerada altamente toxica debido a su especificidad por la glándula tiroides.

La exposición interna por ingestión inhalación o absorción dérmica puede ser satisfactoriamente controlada por prácticas simples y sistemáticas que incluyen:

- Vestir túnica o delantal que proteja la ropa en toda área en que se manejen fuentes radioactivas abiertas y traslado de desechos radioactivos. Esas prendas protectoras deben ser retiradas antes de abandonar el área apropiada para su uso.
- Utilizar guantes en todos momentos que se manipule material radioactivo. Ya sea en la preparación y el descarte de desechos radioactivos.
- No comer, no beber, fumar o aplicar cosmético en el área en las cuales se utilice o almacene material radioactivo.
- No almacenar alimentos, bebidas o artículos personales en el área en las cuales se utilice o almacenan material radioactivo.
- No utilizar la boca con ningún tipo de instrumento tales como pipetas fraccionar o medir material radioactivo.
- Mantener el área de trabajo libre de contaminación. Realizar semanalmente para identificar áreas que requieran.

Manejo del I 311: Deben tomarse precauciones especiales para su uso. Una contaminación interna con I 311 resulta una dosis equivalente de la radiación para tiroides de aproximadamente 52 mSv por  $\mu$ i debido a la exposición y a la captación biológica. Es muy importante tomar precauciones cuando se maneja radioyodo para minimizar el riesgo de contaminación interna, lo cual es particularmente importante cuando se utiliza el radionúclido en forma de solución.

Recomendaciones prácticas para el manejo de I311:

- Abrir el vial en una campana de extracción. El componente volátil siempre está en equilibrio con la actividad de la solución en el vial. La causa primaria de contaminación del personal es la inhalación de la nube de radio yodo que escapa del vial al abrirlo.
- Siempre que sea posible, almacenar los viales en la heladera y en la oscuridad. El componente volátil puede ser minimizado manteniendo la solución a una

temperatura menor que la temperatura ambiental, la luz brillante o solar incrementa este componente.

- Utilizar guantes siempre que se maneje radioyodo. El yodo puede penetrar parcialmente los guantes desechables y ser absorbido a través de la piel, por esta razón se recomienda usar dos pares de guantes cuando se maneja cantidades mayores a 10 mCi
- Ser muy cuidadoso de no tocarse el cuello u otras áreas de la piel o la vestimenta cuando está manejando radioyodo.
- Mantener la solución de I311 de desechos en contenedores bien tapados, con tapas a justada y a un pH básico para reducir la volatilidad.

b) control de la exposición externa: la exposición externa puede ser controlada por los métodos clásicos de: minimizar el tiempo, maximizar la distancia y utilizar blindajes.

- El factor tiempo puede ser efectivamente utilizado llevando a cabo procedimientos tan eficientemente como sea posible. Los procedimientos nuevos deben ser practicados con material no radiactivo de forma que se adquiera experiencia para poder realizarlos de manera más rápido posible. Por otro lado, el intentar realizar los procedimientos de forma demasiado rápida puede resultaren derramamientos u otros accidentes que aumentaran el tiempo de exposición.
- En la práctica, se pueden lograr distancias de trabajo seguras en varios aspectos, manejado los viales con pinzas, almacenando el material radioactivo de desechos en áreas alejadas a las áreas de transito del personal, manteniendo la mayor distancia posible con los pacientes inyectando durante los procedimientos.
- En cuanto a los blindajes, se deben usar ladrillos de plomos, protectores de jeringas, contenedores para almacenaje de material de desechos, valijas plomadas para el transporte de dosis, etc.
- Aunque en la rutina de trabajo en medicina nuclear se utilizan distintos tipos de radionúclidos, el problema de la exposición externa esta dado en un 90% por el  $^{99m}\text{Tc}$  y la principal fuente de exposición es la radiación proveniente de los

pacientes inyectados para los procedimientos imagen lógicos. La relación de exposición típica es:

1. 10-15% por preparación de la dosis,
2. 10% por administración de la inyección,
3. 75-80% por el procedimiento de imagen.

Esto implica que una fracción sustancial de la dosis anual de cuerpo entero de tecnólogo es debida a la presencia cerca del paciente durante la realización del estudio. Este componente puede ser reducido en la práctica manteniendo una mayor distancia con el paciente o interponiendo un blindaje entre el paciente y el tecnólogo. También el uso de blindaje para la jeringa reduce considerablemente la dosis en manos y dedos durante el procedimiento de la inyección.

## **8. DERRAMAMIENTO, ACCIDENTES Y SITUACIONES ESPECIALES.**

Derramamiento de material radiactivo. La emergencia por radiación que ocurre más frecuentemente en un servicio de medicina nuclear involucra un derramamiento de material radioactivo. En las áreas donde se trabaja con fuentes no selladas, deben existir instrucciones sobre las medidas a tomar en caso de un accidente ir al incluyendo a quien se debe notificar al respecto. En resumen las medidas apropiadas deben incluir lo siguiente:

8. Desalojar – notificar a todas las personas presentes que evacuen el área.
9. Notificar o reportar el incidente a un superior.
10. Prevenir la diseminación – cubrir el derramamiento con material absorbente, evitar el movimiento del personal potencialmente contaminado.
11. Solicitar ayuda (si es derramamiento mayor) – asegurar el área requerir instrucciones al responsable de radioprotección.
12. Descontaminar el personal – despojar las ropas contaminadas y depositarlas en una bolsa plástica, descontaminar el personal – utilizando agua y detergente en las zonas afectadas. Se ha demostrado poca diferencia de efectividad entre el uso del agua y detergente y los descontaminantes comerciales. No se debe usar ninguna sustancia

abrasiva o solventes orgánicos ya que la irritación de la piel puede aumentar la absorción del contaminante.

13. Descontaminar el área donde se produjo el derramamiento – comience la limpieza del área tan pronto como pueda, use guantes desechables y si es posible pinzas largas. Comience desde la periferia hacia el centro, reduciendo sistemáticamente el área contaminada. Coloque todo el material utilizado en un área bolsa plástica.

14. Monitorear el área con un detector – continuar la limpieza del área hasta que la actividad residual sea aceptable.

Es recomendable que existan blindaje con elementos de descontaminación y que la ubicación de la misma esta especificada en las instrucciones; se recomienda también que las instrucciones describan la localización de la ducha más cercana que pueda ser usada por el personal para descontaminación

## 9. LIMITES DE DOSIS

La ICRP ha recomendado límites de dosis de exposición a la radiación para los trabajadores ocupacionalmente expuestos y para el público en general.

- a) los límites para los trabajadores ocupacionalmente expuestos intentan prevenir la ocurrencia de efectos determinísticos, particularmente en la piel y el cristalino, y limitar la ocurrencia de efectos estocásticos tales como el cáncer y la enfermedad hereditaria a nivel de riesgo aceptable. Un concepto útil de la ICRP es la limitación de la dosis. El límite de dosis para la práctica de medicina nuclear y radiobiología es de **5 mSv/años**, pero se recomienda además una **dosis limite complementaria para los trabajadores embarazadas**, que intenta mantener la dosis al feto **por debajo de 1 mSv, similar a la del público**. Además se recomienda que las trabajadoras embarazadas no estén expuestas a un riesgo alto de exposición accidental. La ICRP enfatiza también que la implementación de un sistema apropiado de protección radiología debería ser implementado para la protección del staff femenino antes de que sepan acerca de su embarazo.

b) **El límite de dosis para miembros del público en general** es de **1 mSv/año**; este límite se refiere a prácticas que aumentaran la exposición sobre los niveles naturales de fondo. Este límite de dosis para el público afecta la práctica de la medicina nuclear en muchos aspectos, por ejemplo, en el tiempo que debe permanecer internado en aislamiento un paciente al cual se le administro una dosis terapéutica o en cuanto distancia o blindaje se requiere entre una cama de terapia con radionúclidos y las áreas adyacentes, o el tiempo sugerido a una paciente que se debe esperar antes de quedar embarazada luego de una dosis de terapia. La ICRP ha hecho una útil exclusión a esta clasificación de miembros del público con respecto a los amigos o familiares asistiendo en el tratamiento del paciente con médicos y por lo tanto no están sujetos a dosis límites. La responsabilidad de controlar la exposición de estos individuos claramente descansa en el médico tratante.

**ANEXOS IV**

**INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL**

**SUBDIRECCION DE SALUD**

**DIVISION TECNICA NORMATIVA**

**DEPARTAMENTO DE NORMALIZACION Y  
ESTANDARIZACIÓN**



**MANUAL**

**PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA  
DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR ISSS.**

**ABRIL – 2010**

INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL  
HOSPITAL DE MÉDICO QUIRÚRGICO Y ONCOLÓGICO  
PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA

\*.....\*

Manual

Protección y seguridad radiológica  
Del servicio de medicina nuclear iss.

Elaborado por:

Físico Napoleón Evelio Melara Flores

Supervisor de protección radiológico  
Hospital médico quirúrgico y oncológico

Abril – 2010



## Presentación

El Instituto Salvadoreño del Seguro Social a través de su política de modernización y desarrollo institucional ha promovido reformas técnicas y administrativas orientadas al cumplimiento de su misión de proveer servicios de calidad a los derechohabientes.

Con la finalidad de regular la calidad de atención que el ISSS desea brindar a los derechohabientes el Consejo Directivo aprobó la creación de la División Técnica Normativa, quien a través del Departamento de Normalización es el responsable de estandarizar los procedimientos asistenciales de la prevención secundaria y terciaria en salud.

En este sentido el **“manual de protección y seguridad radiológica del servicio de medicina nuclear ISSS”** será el documento normativo que tendrá como objetivo, guiar a los profesionales en el proceso de toma de decisiones sobre aspectos relacionados a la seguridad y protección radiológica del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Medico Quirúrgico y Oncológico del ISSS, constituyéndose en una herramienta valiosa con la que contara dicha dependencia institucional, cuyo responsable deberá proceder a su divulgación, implantación y cumplimiento obligatorio, en el ámbito de las competencias.

Lo que se transcribe para el conocimiento y efectos pertinentes.

Dr. Oscar Abraham Kattan Milla.

Director General del ISSS.

## Sección I

### Introducción

---

El presente manual se aplica al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social y su objetivo es el de establecer un "Código de practica" para el buen uso de las radiaciones ionizantes en todas las actividades que se realicen en el servicio para proteger al personal ocupacionalmente expuesto que labora en él. Así como del paciente y público en general.

### Justificación de la práctica.

---

El beneficio obtenido por el paciente en el diagnóstico y tratamiento de la medicina nuclear supera el posible detrimento que la exposición a las radiaciones ionizantes les puede provocar, la experiencia que se tiene al respecto alrededor del mundo con el número de servicios y pacientes tratados justifica la práctica.

La irradiación a personas con fines de investigación está prohibida excepto que:

- A. Este acorde a las previsiones de la Declaración de Heisinki y que para su aplicación se sigan los lineamientos preparados por la Organización Mundial de la Salud y el Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas.
- B. Se supedite al asesoramiento de un Comité Ético.

### Efectos biológicos de la radiación.

Los usos médicos de las radiaciones presentan riesgos sustanciales de radiación para los trabajadores y no deben dar lugar para esos trabajadores a una exposición a las radiaciones que alcancen un nivel que se consideraría inaceptable.

Los posibles efectos de las radiaciones que han sido estudiados por los órganos internacionales (por ejemplo, la Comisión Internacional de Protección Radiológica, el Organismo Internacional de Energía Atómica) son:

- D. Efectos de corto plazo tales como quemaduras de la piel y cataratas de los ojos.
- E. Efectos de largo plazo tales como un aumento de la dispcision a la leucemia y a los canceres solidos; y
- F. Efectos hereditarios tales como el síndrome Down.

## Objetivos del presente manual

---

El presente manual de practica tiene como tales objetivos:

Reducir la posibilidad de la ocurrencia de una exposición potencial.

- a. En caso de que esta ocurra, limitar sus consecuencias
- b. Restringir la exposición normal a niveles tan bajos como razonablemente sea posible.
- c. Limitar la contaminación interna del personal ocupacionalmente expuesto a los límites fijados por la autoridad reguladora del país.

## Protección contra accidentes

---

- a. La práctica de medicina nuclear debe ser realizada y mantenida en modo como se indica en este manual.
- b. El titular de la instalación debe de proporcionar a los trabajadores la información y capacitación necesaria para reducir la probabilidad de exposiciones potenciales.
- c. El Comité local de Protección Radiológica del Servicio de Radioterapia debe de revisar el cumplimiento de este Manual de Protección Radiológica.
- d. Cuando el responsable de una verificación de Protección y Seguridad Radiológica, bajo la guía de este manual, detecte una situación anormal en el cumplimiento de los lineamientos, que pueda afectar el funcionamiento normal de la práctica debe de comunicarlo de inmediato y por escrito al Oficial Local de Protección Radiológica y al Comité Local de Protección Radiológica.
- e. Siempre que sea detectada una condición anormal en una de las verificaciones de Protección Seguridad Radiológica de acuerdo con el calendario de este manual se debe de proceder de inmediato a la acción correctiva correspondiente.
- f. Si la condición anormal detectada es evaluada como un riesgo que puede originar una sobre exposición en el personal el tratamiento de pacientes debe de ser suspendido hasta que el sistema vuelva a su operación normal.
- g. Toda documentación acerca de Protección y Seguridad Radiológica debe de estar disponible en el idioma español.

- h. Debe de realizarse de manera frecuente simulaciones de acuerdo a los protocolos de emergencias radiológicas.

Verificaciones de protección radiológica.

---

El personal está obligado a cumplir las **reglas para el manejo de las fuentes abiertas de radiación ionizante en el servicio de medicina nuclear** que se encuentran en el (Anexo ).

Protección radiológica del paciente

---

El tratamiento con radiaciones le implica al paciente ciertos riesgos inherentes él. Es importante que a estos riesgos inherentes no se le deban agregar otros por un mal manejo de un procedimiento que puede implicar una dosificación errónea en el paciente tanto en valor como en confusión con otro paciente.

El apego a protocolo "Diagnostico y terapia con medicina nuclear " (Anexo ) encontrando en este documento, disminuye el riesgo de una irradiación equivocada, sin embargo otras etapas dentro del tratamiento que aseguran niveles mayores de protección, ellas son:

- a. Protocolos clínicos
- b. Dosimetría
- c. Calidad del personal de técnicos.

La dosimetría es parte imprescindible del diagnóstico y/o tratamiento y juega un papel importante en la protección radiológica.

La calidad del personal de técnico es el factor más influyente e importante de todos, no solamente en la garantía de la protección radiológica del paciente, si no que radica en sus habilidades la administración del éxito o fracaso del diagnóstico y/o tratamiento, ya que él se encuentra al final de la cadena de la práctica. Se necesita por lo tanto que una de las características del personal de técnicos sea la de poseer una actitud positiva hacia el trabajo que realiza.

## Sección II

### Organización de la medicina nuclear

---

El servicio de medicina nuclear está formado por un médico jefe especialista en medicina nuclear, tres técnicos, una secretaria y una auxiliar de servicio. Trabaja en el servicio un cardiólogo nuclear que esta nombrado en el servicio de Cardiología.

### Funciones del personal

---

6. Jefe del servicio
  - a. Administrar el servicio.
  - b. Supervisa y apoya el trabajo de los técnicos
  - c. Interpreta exámenes.
  - d. Asiste a reuniones con colegas y autoridades de la institución
  - e. Da tratamientos con I – 131 a pacientes con hipertiroidismo y cáncer de tiroides.
7. Técnicos en medicina nuclear
  - a. Recibe los materiales radiactivos que llega cada semana y chequea sus características.
  - b. Coloca los materiales radiactivos en el lugar adecuado.
  - c. Hacen las eluciones del generador de Tc – 99m y fracciona según los exámenes a realizar. Y prepara dosis de I – 131 vía oral.
  - d. Realiza con el Tc – 99m las preparaciones necesarias para los diferentes exámenes midiendo su radiactividad.
  - e. Inyecta los preparados para los diferentes exámenes, vía endovenosa y oral cuando se requiere.
  - f. En los exámenes de perfusión miocárdica, prepara los pacientes para poner los electrodos precordiales, auxilia al cardiólogo en la verificación de las pruebas de esfuerzo, controla constantemente la tensión arterial del paciente y luego coloca al paciente en la gammacamara el cual debe de ser monitorizado nuevamente con el objeto de hacer una adquisición engatillada, chequear constantemente su

- frecuencia cardiaca y trazo de EKG para, mediante el sistema SPECT, adquirir las imágenes de esfuerzo.
- g. Prepara e inyecta el trazador radiactivo a los pacientes de perfusión Miocárdica, cuatro horas después, para luego adquirir en la gammacamara las imágenes de reposo.
  - h. Pasa las imágenes en la computadora adosada a la gammacamara y luego en el caso de perfusión Miocárdica las envía pre-procesadas a la computadora central para su interpretación.
  - i. Hace los controles de calidad de las gammacamaras, las calibraciones diarias, tomando en cuenta el isótopo con el que se realizan los exámenes.
  - j. Da las dosis con yodo radiactivo (I – 131) a los pacientes con hipertiroidismo y para los rastreos de cuerpo entero en pacientes con cáncer de tiories.
  - k. Colabora con el Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del ISSS a la toma de radiografías portátiles urgente en pacientes hospitalizados.
  - l. Separa la basura radiactiva en los depósitos respectivos (para Tc – 99m, Tl – 201, I – 131).
  - m. En la gestión de desechos radiactivos separa la basura según el isótopo utilizado, y semanalmente se saca con su debida identificación para ser llevado al cuarto de desechos radiactivos.
  - n. Realiza los pedidos de material a utilizar mensualmente en al área técnica.
  - o. Colabora con la atención del derecho – habiente siempre que es necesario.
  - p. Realiza la limpieza de la procesadora y efectúa la elaboración de los químicos.
  - q. Cuando presentan problemas las diferentes gammacamaras se comunican con las personas idóneas para la orientación en la solución del problema dado.
  - r. Cuando el caso lo amerita, y, la institución lo requiere o surgen emergencias en días u horas no laborales se presentan a solventar dicha emergencia.
  - s. Explica a los pacientes sobre el examen que se va a realizar y da indicaciones de las medidas preventivas de protección que posteriormente tendrá que llevar a cabo.

8. Secretaria.

- a. Atiende a los pacientes que llegan a pedir citas para los exámenes y al público en general.
- b. Atiende el teléfono y mantiene contacto telefónico con pacientes, proveedores de los materiales radiactivos, la UACI y compañía SIMENS. S.A. que da mantenimiento a los equipos.
- c. Lleva en agenda las citas de los pacientes.
- d. Elabora a máquina memorándums, notas, cartas, requisiciones, ordenes de trabajo, boletines para los diferentes archivos de los exámenes.
- e. Elabora a máquina los reportes de los exámenes.
- f. Lleva un archivo de la correspondencia enviada y recibida y documentos de los materiales.
- g. Lleva un archivo de los estudios realizados en el servicio.
- h. Pide pacientes hospitalizados citados cuando lo amerita.
- i. Entrega reporte a los pacientes.

9. Auxiliar de servicio.

- a. Realiza el aseo del servicio
- b. Auxilia a la secretaria para llevar y traer correspondencia.
- c. Lleva a cambio la ropa del servicio.
- d. Auxilia a los pacientes cuando es necesario.
- e. Auxilia al médico en el ingreso para la dosis de I – 131 a los pacientes con cáncer de tiroides.

10. Cardiólogo nuclear

- a. Verificar y controlar las pruebas de esfuerzo en los pacientes de perfusión miocárdica.
- b. Interpretar las imágenes de los pacientes de perfusión miocárdica.

Sección IV

ÓRGANOS CON MAYOR DOSIS DE RADIACIÓN EN LOS DIFERENTES EXÁMENES

---

Examen realizado	Dosis administrada	Órgano	Dosis absorbida
Centellograma óseo	20 mCi De Tc-99m	Vejiga urinaria	6.20 RADS
Función renal	5 mCi De Tc-99m	Vejiga urinaria	1.35 RADS
Centellograma hepatoesplénico	8 mCi De Tc-99m	Hígado	27 RADS
Perfusión miocárdica	4 mCi De Tl – 201	Estomago	27.6 RADS
Centellograma pulmonar	4 mCi De Tc-99m	Pulmones	0.88 RADS
Centellograma cerebral	20 mCi De Tc-99m	Vejiga urinaria	5.4 RADS



## Sección VI

### Equipos

---

En el servicio de medicina nuclear hay un gammagrafo marca PICKER, modelo 500D, que ya no esta en uso desde hace como 6 años en febrero de 1992 fue instalada la segunda gammacamara marca Siemens, modelo ORBITER 75 y la segunda marca también Siemens , modelo E – SOFT, instalada en septiembre del 2000, ambas maquinas se usan intensamente; los estudios de perfusión miocárdica todos se hacen en SPECT en la gammacamara E – SOFT, los demás exámenes se reparten por igual en ambas maquinas.

La banda sin fin se usa para la prueba de esfuerzo con Talio – 201 y MIBI – Tc – 99m, los días martes, miércoles y jueves de cada semana.

Hay una camilla ergonómica para hacer ventriculografía radio isotópica, donada por el Organismo Internacional de Energía Atómica, que ya no se usa, pues la información adquirida con esta prueba se obtienen al hacer perfusión miocárdica con Talio – 201 y MIBI – Tc - 99m .

Hay dos desfibriladores que se ponen a funcionar cuando se realiza las perfusiones miocárdicas para ser utilizados en cualquier emergencia que se presente.

## Sección VII

### Control de calidad.

---

El control de calidad se realiza de manera diaria, antes de comenzar la jornada en los equipos E – CAM y ORBITER 75 de la siguiente manera:

1. Inspección y realización correcta de todas las funciones de reconocimiento de movimiento.
2. Control de calidad de la imagen
3. Registro de elusiones del generador de molibdeno
4. Registro de dosis por estudios aplicados a pacientes con Tc-99m, TI – 201 y I – 131
5. De acuerdo a procedimientos establecidos por SIEMENS, fabricante de ambos equipos se realiza mantenimiento preventivo y correctivo tal como se indica en anexo III.

## Oficialización del manual.

---

## Observancia del manual

---

- La vigilancia del cumplimiento del presente "manual de protección y seguridad radiológica del servicio de medicina nuclear ISSS" corresponde al director, administradores y jefes de dicha dependencia institucional.
- El Director, Administrador, Jefatura y personal profesional de competencia, revisaran el manual cada 2 años o las veces que considere necesario e informara a División técnica normativa para que a través del departamento de normalización y estandarización haga el estudio y realice las modificaciones pertinentes las veces que considere necesarias.
- La división técnica normativa, a través del departamento de normalización y estandarización realizara de oficio la actualización del manual cada 5 años a partir de la fecha de vigencia.

## Faltas

---

- El incumplimiento del presente "Manual" por "primera vez" se tomara como "falta leve", las "faltas consecutivas" serán consideradas como "graves" y en aquellos casos que no se dé cumplimiento a la "norma" y conlleve un problema en contra de la institución, serán consideradas como faltas "muy graves".

## Disposiciones generales

---

- Las disposiciones no contempladas en este manual serán consideradas por la División Técnica Normativa, a través del departamento de normalización y estandarización y aprobadas por la subdirección de salud.

- El presente manual entrara en vigencia a partir del mes de Abril del 2010 y sustituye anteriores informes que han sido elaborados previamente.

A. Guía para el manejo de fuentes abiertas de radiación ionizante

---

En el manejo de fuentes abiertas de material radiactivo existen cuatro riesgos:

1. Contaminación en la piel
2. La incorporación interna de isotopos radiactivos/ esta puede ser por inhalación, ingesta, tópica o penetración por una abertura en la piel.
3. Propagación de la contaminación.
4. Exposición de radiación beta y gamma.

Los riesgos pueden manifestarse de manera independiente o combinados.

Para disminuir los anteriores riesgos se deben de observar estrictamente las siguientes reglas:

1. Bata de laboratorio.
  - Debe de ser llevada siempre en el área caliente completamente abrochada, manga larga y su longitud debe cubrir hasta la rodilla de ser posible con puño cerrado por elástico.
  - De ser posible se debe colocar un delantal de plástico sobre ella, este debe de ser dejado a la salida del cuarto de preparación de fuentes.
  - Al salir del área caliente se debe dejar en el vestidor y colocarse si se desea otra exclusiva solo para el uso en el área donde no hay isotopos o área fría.
  - Al lavarse se debe de hacer de manera aislada de otra ropa.
2. En el área caliente, las uñas deben de ser llevadas cortas limpias. Es estrictamente prohibido, fumar, ingresar, mantener, ingerir, según se aplique: alimentos, bebidas, cigarros, cualquier tipo de cosméticos. En términos generales ningún objeto debe de ser llevado a la boca.
3. Durante el manejo (preparación y/ o administración) de isotopos no se debe de llevar ningún tipo de adorno anillo, reloj en la muñeca, brazaletes etc. Ya que ellos

constituyen una fuente de contaminación. Los ojos deben de ser cubiertos utilizando el protector respectivo. Si se usan anteojos de protección debe ser colocado sobre estos ya que los anteojos graduados no representan una protección. El cabello debe de estar recogido y los zapatos deben de ser cerrados.

4. Si el técnico tiene una cortadura, golpe en la piel que haya producido desgarre de esta, piel resquebrajada o cualquier situación que pueda provocar una penetración de un isótopo radiactivo a través de la piel, esta se debe cubrir con una tela o un medio impermeable.
5. Para evitar que ocurran situaciones de cortadura durante el manejo de materia radiactivo se debe ser extremadamente cuidadoso en los movimientos efectuados durante el proceso y evitar utilizar materiales en mal estado que puedan producir cortaduras, tales como vasos rajados, etc.
6. El dosímetro debe ser colocado dentro de la bata y guardado fuera del área caliente en un lugar libre de los rayos del sol y de la humedad.
7. Uso de guantes.

En medicina nuclear esta es uno de los buenos hábitos que se deben de adquirir ya que representan una barrera entre la fuente radiactiva y las manos. **Nunca se maneje fuentes radiactivas abiertas sin guantes y gabacha.**

- Deben de ser llevados siempre que se estén manejando isótopos radiactivos.
- Antes de colocárselos se debe de lavar muy bien las manos con agua y jabón, secarse con papel desechable.
- Deben de ser del tamaño adecuado a la mano y se deben de colocar con la orilla haciendo un doblez hacia la muñeca, sobre el mismo guante, de tal manera que al quitárselo, pueda tomarse la orilla sin tocar la piel así disminuir el riesgo de contaminación.
- Al colocárselos se deben de ajustar cuidadosamente a la mano y a cada dedo en su espacio respectivo, teniendo cuidado de no rasgarlo. Con los guantes de látex este cuidado debe ser extremado ya que puede sufrir rasgaduras imperceptibles al ojo que no garantizan la protección de la mano.

- Si durante el procedimiento existe una salpicadura del isotopo en los guantes, se debe de proceder de inmediato a lavarse cuidadosamente para no rasgarlos y luego proceder a descartarlos en el contenedor apropiado, disponible para ello y colocarse otros nuevos.
  - Con guantes colocados nunca se deben de manejar o tocar ningún objeto, ni llenar formularios, etc. Los guantes pueden estar contaminados y la contaminación se propaga. Si es necesario tomar algún objeto se debe de quitar los guantes, proceder a su descarte y después de terminada la acción se debe de colocar otro par de guantes nuevos.
  - Al terminar el procedimiento y antes de quitarse los guantes se debe de proceder de inmediato a lavarse cuidadosamente para no rasgarlos y luego proceder a descartarlos en el contenedor apropiado, disponible para ello.
  - Para quitarse los guantes se debe de tener cuidado que la manga de la gabacha no sea tocada por el guante de la otra mano. El guante a quitar debe de ser tomado por el dobléz sin tocar la piel.
  - Al terminar el procedimiento se debe de proceder a lavarse las manos cuidadosamente y otro técnico utilizando el detector de radiación le debe de monitorear las manos y la gabacha en busca de contaminación.
  - Si existe contaminación proceda de la siguiente forma: lávese nuevamente las manos y con un cepillo de dientes individual pasarlo por las uñas muy suavemente para remover cualquier contaminación que pueda existir en ellas, pero sin lastimar la piel.
8. Al terminar la jornada, lave sus manos cuidadosamente con agua y jabón séquelas con papel y que su compañero utilizando el monitor de radiación monitoree las manos y la ropa en busca de contaminación. Si se encuentra contaminación proceda de acuerdo al procedimiento de emergencia.
  9. Cada zona fría y caliente debe tener sus propios materiales de limpieza, aquellos que ingresen del área fría a la caliente, ya no se pueden volver a regresar y tienen que permanecer en el área caliente.

**B. procedimiento para recibir con seguridad paquetes que contienen material radiactivo.**

---

13. Los paquetes de actividad alta y media requerirán normas adicionales.

14. Todo paquete debe ser recibido complementando el formulario de RECEPCION DE MATERIAL RADIATIVO.
15. El material radiactivo será recibido solamente por un técnico de medicina nuclear
16. Antes de recibir el paquete póngase guantes de plástico
17. La entrada del material radiactivo será por la puerta norponiente del área caliente y será llevado directamente al cuarto de isotopos
18. El paquete será inspeccionado visualmente para determinar si existe algún daño. Si se determina daño en el paquete no lo habrá y llame al oficial de protección radiológica de la institución.
19. Si no existe signo de daño en el paquete, determine el valor de la exposición a 1.0 m del paquete y anótelo en el formulario si el nivel es mayor que 10 mR/h detenga el procedimiento y notifique al oficial de protección radiológica de la institución.
20. Mida y apunte el nivel de radiación en la superficie del paquete. Si el nivel es mayor a 200 mR/h detenga el procedimiento y notifique al oficial de protección radiológica de la institución.
21. Proceda a la apertura del bulto:
  - c) Abra el paquete exterior y verifique el contenido contra lo esperado, en isotopo y actividad
  - d) Inspeccione por daño, humedad. Con un algodón frote la parte externa de la línea de cierre de la tapadera del contenedor de plomo que protege a fuente, mida con su detector de radiación niveles de dosis del algodón si este marca actividad detenga el procedimiento lleve el contenedor al cuarto de desechos radiactivos, verifique por contaminación las superficies donde estaba colocado el bulto y llame y notifique oficial de protección radiológica de la institución.
22. Si no detecta contaminación en la superficie del contenedor de plomo ábralo y repita el procedimiento de frotis con el algodón sobre el frasco de la misma manera que el numeral 9.
23. Monitoree por contaminación el material de empaque del frasco antes de descartarlo
24. Complete el registro correspondiente y manténgalo en archivo.

**ANEXO V**

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y  
ASISTENCIA SOCIAL  
RAMO DE SALUD PÚBLICA Y  
ASISTENCIA SOCIAL**

**ACUERDO No. 420**

**San Salvador, 02 de diciembre del 2004**



## **EL RAMO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL**

### **CONSIDERANDO:**

I. Que de conformidad a lo prescrito en el Código de Salud en sus artículos 40 y 191 corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social la creación de normas pertinentes y dictar las medidas necesarias destinadas a la evaluación y ejecución de las actividades relacionadas con la salud, especialmente las actividades que se relacionen con fuentes de radiaciones ionizantes.

II. Que de conformidad a lo prescrito en los artículos 79, 80 y 83 del Reglamento Especial de Protección y Seguridad Radiológica se establecen requisitos específicos para el uso de fuentes radiactivas no selladas en medicina nuclear.

III. Que de acuerdo a lo anteriormente planteado es procedente elaborar una norma que garanticen la calidad de los servicios de medicina nuclear, así como asegurar los requisitos de protección y seguridad radiológica a los pacientes, trabajadores ocupacionalmente expuestos, público, instalaciones y prácticas.

### **POR TANTO,**

**En uso de sus facultades legales**

### **ACUERDA:**

**Dictar la siguiente:**

## **NORMA TECNICA USO DE FUENTES RADIATIVAS NO SELLADAS EN MEDICINA NUCLEAR**

# **NORMA TECNICA USO DE FUENTES RADIATIVAS NO SELLADAS EN MEDICINA NUCLEAR**

## **CAPITULO I**

### **DISPOSICIONES GENERALES**

#### **Objeto**

Art. 1.- La presente norma tiene por objeto establecer los requisitos de protección y seguridad radiológica que deben cumplir los titulares de autorización, responsables de protección radiológica, trabajadores ocupacionalmente expuestos, pacientes, instalaciones y prácticas durante el uso de fuentes radiactivas no selladas en medicina nuclear.

#### **Ámbito de aplicación**

Art. 2.- La presente norma es aplicable a todas las personas naturales o jurídicas, públicas, autónomas o privadas, que utilicen fuentes radiactivas no selladas en medicina nuclear para el diagnóstico in vivo, in vitro y tratamiento.

#### **Autoridad Competente**

Art. 3.- La Autoridad Competente para la aplicación de la presente Norma es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en adelante “El Ministerio”, por medio de la Dirección General de Salud, que en lo sucesivo se denominara la Autoridad Reguladora.

#### **Conceptos y definiciones**

Art. 4.- Para los efectos de la presente norma, los conceptos y sus correspondientes definiciones se entenderán en el sentido o significado que a continuación se expresan:

a) **Calibrador de Actividades (Activímetro):** Equipo destinado a medir las actividades de los radionucleidos que se administrarán a los pacientes, con fines de diagnóstico o terapéuticos.

- b) **Bulto:** embalaje con su contenido radiactivo tal como se presenta para el transporte.
  
- c) **Documentación Técnica:** Documentación que contiene la información técnica requerida por la Autoridad Reguladora para solicitar el Permiso de una instalación para una práctica.
  
- d) **Equipamiento de Medicina Nuclear:** Equipos destinados a la obtención de información a partir de la actividad incorporada por los pacientes en estudios "in vivo" de medicina nuclear (brazo de captación, cámara gamma planar, SPECT 1, PET 2 u otros).
  
- e) **Equipamiento de Protección Radiológica:** Instrumental empleado en una instalación o práctica para la medición de radiación ambiental y de contaminación superficial.
  
- f) **Especialista en Física Médica:** Profesional universitario con formación y experiencia en física aplicada a la medicina nuclear.
  
- g) **Medicina Nuclear:** Especialidad médica en la que se emplean fuentes radiactivas no selladas en seres humanos, con fines de diagnóstico o tratamiento.
  
- h) **PET:** Tomografía por emisión de positrones.
  
- i) **Presencia efectiva:** Asistencia personal, o presencia física real y verdadera
  
- j) **Sistema de calidad:** Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar un nivel de calidad adecuado en una instalación o práctica.
  
- k) **SPECT:** Tomografía por emisión de fotón único.

## CAPITULO II

### AUTORIZACION DE OPERACIÓN

#### **Permiso de operación**

Art. 5.-Para operar una instalación o para llevar a cabo una práctica de medicina nuclear, se debe contar con el permiso de operación otorgado por la Autoridad Reguladora y con un responsable de protección radiológica con presencia efectiva durante toda la jornada de trabajo.

#### **La instalación**

Art. 8.- La instalación con fines diagnósticos debe contar entre otros con:

- a) Un local exclusivo para la preparación de los radionucleidos, dotado de materiales de construcción, dimensiones y blindajes apropiados, y con áreas debidamente separadas y señalizadas para el almacenamiento del material radiactivo y el almacenamiento transitorio de los residuos radiactivos.
- b) Poseer una ducha de alta presión.
- c) Un local destinado a la administración de radionucleidos al paciente.
- d) Un local con dimensiones apropiadas para cada equipo de medicina nuclear.
- e) Una sala de espera con un área exclusiva y debidamente delimitada, para pacientes a los cuales se les hayan administrado radionucleidos con fines de diagnóstico.
- f) Un cuarto de baño exclusivo para pacientes a los cuales se les haya administrado radionucleidos.

- g) Un local destinado al almacenamiento de los desechos radiactivos, que cumpla con las necesidades de la instalación. La capacidad del mismo debe calcularse en función del volumen de desechos a almacenar en decaimiento para proceder a su descarga una vez transcurridos los períodos de semidesintegración necesarias para alcanzar la actividad específica recomendada. Debe prever un 20% de reserva para posibles 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.
- h) En aquellas instalaciones de medicina nuclear en las que se internen los pacientes tratados con dosis terapéuticas de Yodo 131 u otros radionucleidos, se deberá disponer de una sala de internación, con cuarto de baño exclusivo y adecuadamente acondicionada para tal fin.
- i) El revestimiento de los pisos y las superficies de trabajo de los locales donde se utilice material radiactivo, debe ser de acabado liso, libre de discontinuidades, impermeable y fácilmente descontaminable.
- j) Aquellos locales en los que se utilicen sustancias volátiles tales como el Yodo 131, gases o aerosoles radiactivos, deberán contar con campana radio química y un sistema de ventilación a satisfacción de la Autoridad Reguladora.
- k) El cuarto de preparados debe contar, como mínimo, con dos piletas separadas. Una de ellas estará destinada al lavado de elementos contaminados (pileta activa), y la otra al lavado de elementos no contaminados. Esta última debe estar ubicada en una zona dentro del cuarto caliente en la cual la probabilidad de contaminación sea baja.
- l) El desagüe de la pileta activa no debe tener sifón, deben conectarse a la red de aguas negras de forma tal que se minimicen las dosis a trabajadores debidas a eventuales retenciones de material radiactivo en la tubería de desagüe.

m) Deben existir barreras físicas y señalizaciones de seguridad, que permitan restringir el acceso a los locales en los que se trabaja con materiales radiactivos.

n) Cualquier proyecto de modificación al diseño de la instalación descrita en la documentación técnica y que pudiere afectar la seguridad radiológica, deberá ser comunicado a la Autoridad Reguladora por el solicitante del Permiso de Operación, previamente a la ejecución del proyecto.

o) En el caso de instalaciones de medicina nuclear nuevas, el diseño debe prever una ubicación de los locales tal que se minimicen los recorridos en el transporte interno del material radiactivo y se evite el paso de este material a través de locales tales como consultorios y salas de espera.

### **Dotación de personal**

Art. 9.- La dotación de personal de la instalación de medicina nuclear debe estar de acuerdo con los tipos de estudios o tratamientos que se realicen en ella, el equipamiento de medicina nuclear utilizado y la carga de trabajo. La dotación mínima debe estar integrada por:

a) Personal médico con estudios especializados de medicina nuclear, en número suficiente para cubrir todo el horario en que se administre material radiactivo a los pacientes.

b) Personal profesional o técnico con preparación adecuada para la manipulación de material radiactivo, en número adecuado a la carga de trabajo de la instalación de medicina nuclear.

### **Especialista en física medica**

Art. 10.- En aquellas instalaciones que utilicen equipamiento de medicina nuclear de alta

complejidad tal como PET o SPECT con más de un cabezal, que se emplee para mediciones en coincidencia, el plantel mínimo debe completarse, a satisfacción de la Autoridad Reguladora, con un especialista en física médica a tiempo parcial.

### **CAPITULO III**

#### **PROCEDIMIENTOS DE OPERACION**

##### **Garantía de la calidad**

Art. I7.- La operación de la instalación de medicina nuclear debe enmarcarse dentro de un sistema de la calidad que contenga procedimientos escritos, como mínimo para:

- a) Compra, recepción, almacenamiento e inventario del material radiactivo.
  
- b) Manipulación del material radiactivo dentro de la instalación y para aquellos casos en que deba ser utilizado fuera de ella tales como en quirófanos y salas de internación.
  
- c) Vigilancia radiológica de áreas y personal.
  
- d) Mantenimiento y control de calidad del equipamiento de medicina nuclear, del Activímetro y del equipamiento de protección radiológica.
  
- e) Protección radiológica del paciente.
  
- f) Gestión de los desechos radiactivos
  
- g) Situaciones anormales.

##### **Recepción de material radiactivo**

Art. 18.- Al efectuarse la recepción de material radiactivo debe verificarse la integridad del bulto y del contenido y la ausencia de contaminación superficial arrastrable.

### **Manipulación**

Art. 19.-La manipulación del material radiactivo debe realizarse exclusivamente en los locales correspondientes, y en condiciones de seguridad que permitan minimizar las dosis por irradiación y la probabilidad de contaminación.

### **Elementos de protección**

Art. 31.-El personal de la instalación de medicina nuclear debe contar con los elementos de protección personal adecuados para cada tarea.

### **Elementos de descontaminación**

Art. 32.-La instalación de medicina nuclear debe contar con los elementos de descontaminación adecuados al tipo de radionucleidos que se empleen, su actividad, su forma física y química. Las previsiones para la gestión de los residuos radiactivos resultantes de la eventual descontaminación, deben estar incluidas en el procedimiento mencionado en el Art. 17 de la presente norma.

### **Material radiactivo con fines diagnósticos**

Art. 26.- La actividad del material radiactivo administrado con fines diagnósticos debe ser tal que la dosis al paciente sea la mínima necesaria y suficiente para conseguir el objetivo perseguido.

### **Material radiactivo con fines terapéuticos**

Art. 27.-La actividad del material radiactivo administrado con fines terapéuticos debe ser tal que la dosis al tejido sano sea la mínima que pueda razonablemente alcanzarse compatible con la dosis de tratamiento requerida.



### **Transporte de material radiactivo**

Art. 28.- Si se llevaran a cabo estudios o tratamientos que requirieran el traslado de material radiactivo fuera de la instalación de medicina nuclear tales como estudios intra operatorios, los mismos deberán ser realizados bajo supervisión del responsable de protección radiológica y en adecuadas condiciones de seguridad radiológica.

### **Capacitaciones**

Art. 29.- Todos los trabajadores que se desempeñen en la instalación de medicina nuclear deben recibir capacitación y entrenamiento apropiados en protección radiológica antes de comenzar a desempeñar sus funciones y con posterioridad, con una periodicidad anual; además, la instrucción del personal se realizará cada vez que ocurran cambios significativos en sus responsabilidades, en las técnicas empleadas, en la instalación, en las funciones, en las normas aplicables o en las condiciones del permiso de operación.

### **Instrucciones básicas de protección**

Art. 30.- El personal que deba concurrir esporádicamente a la instalación en razón de sus funciones o responsabilidades ajenas a la práctica como personal de mantenimiento o servicio, debe recibir previamente a su concurrencia, instrucciones básicas de protección radiológica.

### **Vigilancia radiológica individual**

Art. 37.- El responsable de protección radiológica debe determinar la nómina de los trabajadores afectados al control dosimétrico individual. El personal que realiza tareas de elución, fraccionamiento, administración o cualquier otra tarea relacionada con la manipulación de radionucleidos, debe contar, además, con dosímetro de mano. Los dosímetros personales deben ser de uso exclusivo en cada instalación de medicina nuclear.

## **CAPITULO IV**

### **MANTENIMIENTO Y CALIBRACION**

#### **Equipamiento de protección radiológica**

Art. 42.-Debe efectuarse el mantenimiento y el control periódico del equipamiento de protección radiológica. El equipamiento de protección radiológica debe ser adecuadamente calibrado como mínimo:

- a) Una vez cada dos años;
- b) Cada vez que sea sometido a una reparación;
- c) Cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

#### **Calibración de los equipos de protección**

Art. 43.-La calibración de los equipos de protección debe ser realizada por un laboratorio de calibración dosimétrica reconocido por la Autoridad Reguladora o bien se deberá presentar en la documentación técnica un procedimiento de calibración a satisfacción de la Autoridad Reguladora.

## **CAPITULO V**

### **DESECHOS RADIATIVOS EN MEDICINA NUCLEAR**

#### **Gestión de desechos radiactivos**

Art. 48.-El Titular del Permiso de Operación de una instalación de medicina nuclear debe prever, a satisfacción de la Autoridad Reguladora, las alternativas para la gestión de los desechos radiactivos que se generen como consecuencia de la práctica, antes del inicio de la operación.

#### **Almacenamiento**

Art. 49.-Cuando el período de semidesintegración y la actividad de los radionucleidos

utilizados sea tal que no se prevean tiempos de almacenamiento superiores a un año, se podrán almacenar los desechos radiactivos transitoriamente para su decaimiento en la propia instalación.

### **Descargas**

Art. 50.-Los desechos radiactivos que se almacenen transitoriamente en la instalación de medicina nuclear para decaimiento, deben retenerse por un tiempo igual o superior a diez períodos de semidesintegración y cumplan con la actividad específica de descarga al cabo del cual serán gestionados como desechos convencionales o como desechos patogénicos, según corresponda, retirando previamente su identificación como material radiactivo.

### **Clasificación y segregación**

Art. 53.-Los desechos radiactivos deben ser minimizados reduciendo volúmenes y racionalizando operaciones, clasificados, segregados e identificados por radionucleido, actividad, fecha de generación y período de almacenamiento requerido. Además deben ser acondicionados adecuadamente para permitir su almacenamiento o transporte para su disposición final.

### **Desechos sólidos**

Art. 54.-Los desechos sólidos tales como jeringas, agujas y material de vidrio conteniendo material radiactivo deben ser acondicionados de manera adecuada para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.

### **Filtros**

Art. 55.-Los filtros de los sistemas de ventilación existentes en la instalación de medicina nuclear deben ser gestionados como desecho radiactivo cuando corresponda.

## **CAPITULO VI**

### **RESPONSABILIDADES**

#### **Responsable de protección radiológica**

Art. 58.- Sin perjuicio de lo establecido en el Art. 58 del Reglamento Especial de Protección y Seguridad Radiológica, son responsabilidades del responsable de protección radiológica las siguientes:

## **CAPITULO VII**

### **DISPOSICIONES FINALES**

#### **Sanciones**

Art. 60.-El incumplimiento de las disposiciones establecidas en la presente Norma serán sancionadas de acuerdo a lo regulado en el Código de Salud y el Reglamento Especial de Protección y Seguridad Radiológica.

#### **Vigencia**

Art. 61.- La presente Norma entrará en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.-

### **COMUNÍQUESE.**

(Rubricado por el señor Presidente de la República), El Señor Ministro de Salud  
Publica y Asistencia Social, (f) Maza B.

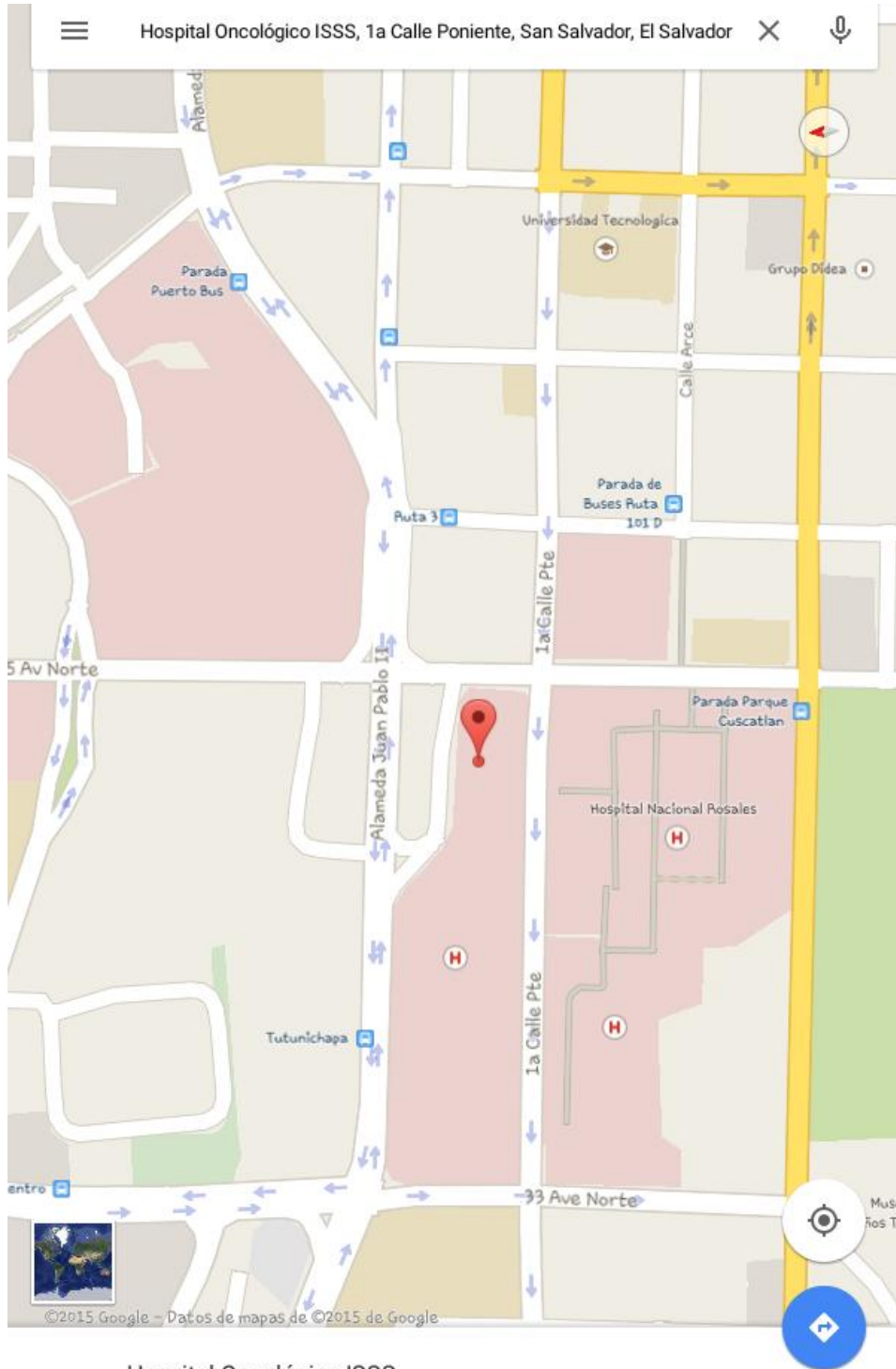
**DIOS UNION LIBERTAD**

**DR. JOSE GUILLERMO MAZA BRIZUELA**

**MINISTRO.**

**A.E. No. 420**

## Anexo VII CROQUIS

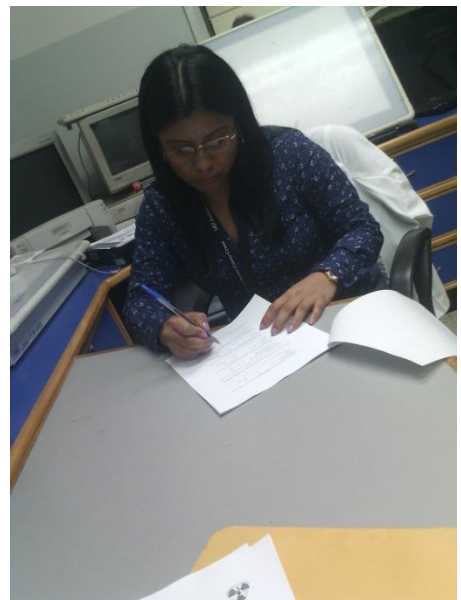
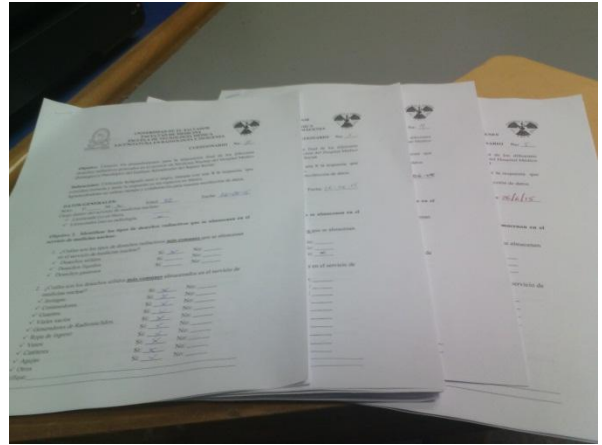


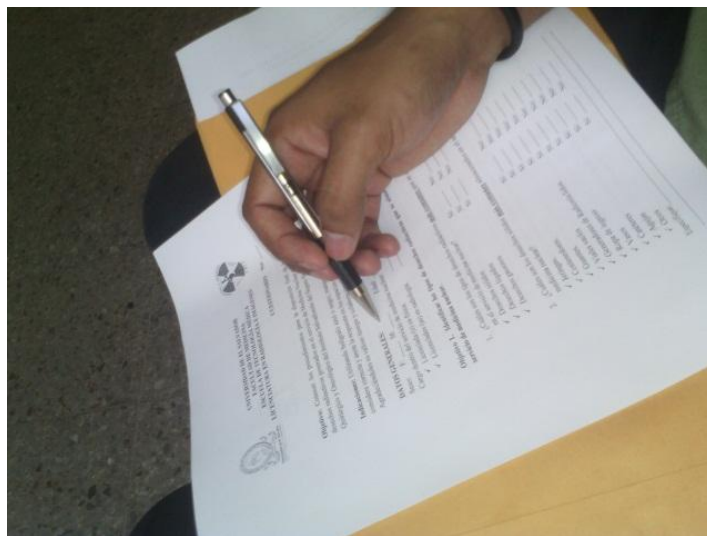
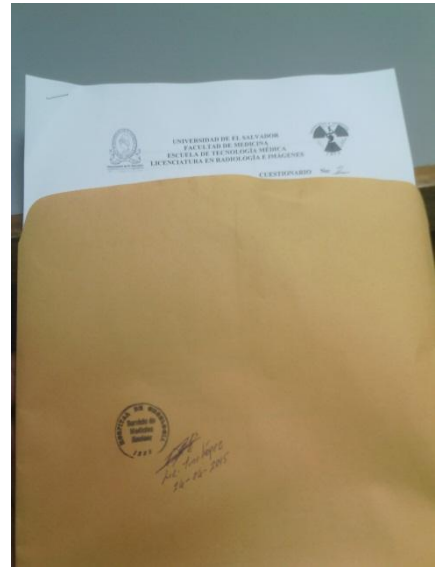
Hospital Oncológico ISSS

**ANEXO VIII**  
**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

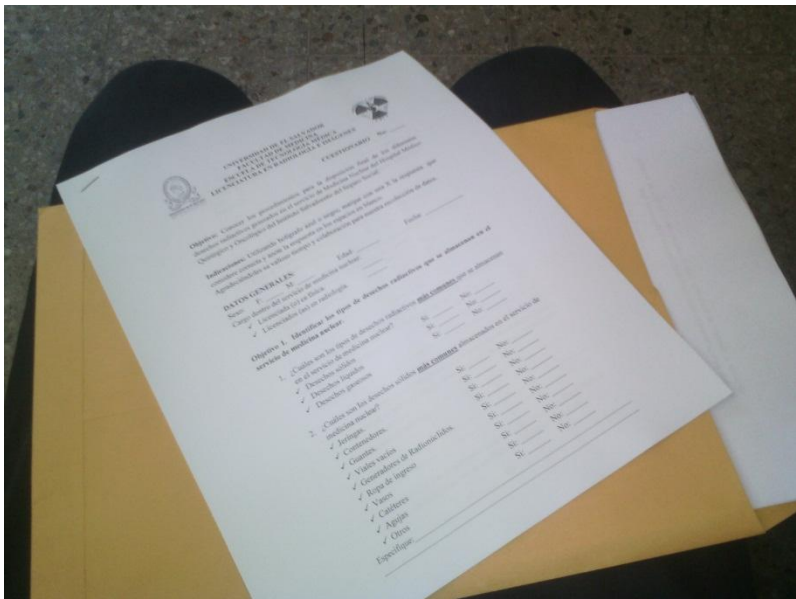
ACTIVIDADES POR SEMANA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Propuesta de investigación		X																						
<b>CAPITULO I</b>																								
Planteamiento del problema					X																			
Antecedentes					X																			
Situación problemática y enunciado del problema					X																			
Objetivos						X																		
Justificación					X																			
Viabilidad					X																			
<b>CAPITULO II</b>																								
Marco teórico									X															
<b>CAPITULO III</b>																								
Operacionalización de variables										X														
<b>CAPITULO IV</b>																								
Diseño metodológico											X													
Tipo de investigación											X													
Universo y muestra															X	X								
Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos															X	X								
Procedimiento para la recolección de datos																						X		
Plan de tabulación y análisis de datos																					X			
<b>ANEXO</b>																								
																							X	

**ANEXOS VI**  
**RECOLECCIÓN DE DATOS**













REGISTRO DE DESCARTES DE MATERIAL CORTO PUNZANTE EN MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL MEDICO QUIRURGICO Y ONCOLOGICO - ISSS

FECHA DE DESCARTE: 10 - Septiembre - 2014  
 REALIZADO POR: Angélica Rojas  
 FIRMA: *[Signature]*

FECHA DE ADQUISICIÓN	TASA DE EXPOSICIÓN (mR/h)
27/05/14	0.05
16/06/14	0.05
19/06/14	0.05
30/05/14	0.05
03/06/14	0.05
14/06/14	0.05
30/06/14	0.05
03/07/14	0.05
17/05/14	0.05
25/11/13	0.05
07/04/14	0.05
11/07/13	0.05
26/05/14	0.05
30/05/14	0.05
10/05/14	0.05
05/07/14	0.05
14/06/14	0.05
24/06/14	0.05
27/06/14	0.05
27/06/14	0.05
03/07/14	0.05
19/11/14	0.05
05/03/14	0.05
16/12/13	0.05
13/12/13	0.05
30/07/13	0.05
01/02/14	0.05
03/03/14	0.05
01/05/14	0.05
24/05/14	0.05







