



**UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MÉDICA**



**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN  
IONIZANTE SEGÚN LOS PROCEDIMIENTOS DESARROLLADOS EN  
EL PERSONAL DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL  
HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE, 2018**

# **TESIS**

**Para optar el título profesional de Licenciado en Tecnología  
Médica - Radiología.**

**AUTOR: Bach. Oscar Herlindo Villarreal Heredia.**

**ASESOR: Mg. Morales Barrera Galo**

**CHICLAYO 2020**

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN  
IONIZANTE SEGÚN LOS PROCEDIMIENTOS DESARROLLADOS EN EL  
PERSONAL DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR DEL HOSPITAL  
REGIONAL LAMBAYEQUE, 2018**

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO EN TECNOLOGIA MEDICA - RADIOLOGIA**

---

**Mg. Morales Barrera Galo**  
**Asesor**

**Aprobado por el siguiente jurado:**

---

**Mg. José Gerardo Chancafe Rodríguez**  
**Presidente**

---

**Mg. Yovanny Santa Cruz Pozo**  
**Secretaria**

---

**Mg. Mayder Vera Gonzalez**  
**Vocal**

# ÍNDICE

| CONTENIDO                                                   | Página |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| DEDICATORIA                                                 | V      |
| AGRADECIMIENTO                                              | VI     |
| INTRODUCCIÓN                                                | VII    |
| RESUMEN                                                     | IX     |
| SUMMARY                                                     |        |
| <b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b>          |        |
| <b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>                           |        |
| 1.1.1. Descripción de la realidad                           | 13     |
| <b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                      | 14     |
| <b>1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>                        | 15     |
| <b>1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN</b> | 15     |
| <b>1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>                   |        |
| 1.5.1. Objetivo General                                     | 16     |
| 1.5.2. Objetivos Específicos                                | 16     |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO- CIENTÍFICO</b>               |        |
| <b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b>                | 17     |
| <b>2.2. BASE TEÓRICA</b>                                    |        |
| 2.2.1. Radiaciones Ionizantes                               | 20     |
| 2.2.2. Radiaciones corpusculares                            | 21     |
| 2.2.3. La exposición                                        | 22     |
| 2.2.4. Relación entre dosis absorbida y exposición          | 22     |
| 2.2.5. Dosis                                                | 23     |
| 2.2.6. Rango de dosis                                       | 24     |
| 2.2.7. Efectos biológicos                                   | 24     |
| 2.2.8. Radioprotección                                      | 27     |
| 2.2.9. Protección del operador                              | 28     |
| 2.2.10. Metodos de monitoreo ocupacional                    | 29     |

|                                                                 |                                                                    |    |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.3</b>                                                      | <b>HIPÓTESIS</b>                                                   |    |
| 2.3.1                                                           | Hipótesis General                                                  | 31 |
| 2.3.2                                                           | Hipótesis Especifica                                               |    |
| <b>2.4</b>                                                      | <b>IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES</b>                             | 31 |
| <b>2.5</b>                                                      | <b>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</b>                         | 32 |
| <br><b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN</b> |                                                                    |    |
| <b>3.1.</b>                                                     | <b>TIPO DE LA INVESTIGACIÓN</b>                                    | 33 |
| <b>3.2.</b>                                                     | <b>POBLACION Y MUESTRA</b>                                         |    |
| <b>3.3.</b>                                                     | <b>MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> | 34 |
| <b>3.4.</b>                                                     | <b>MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS</b>       | 35 |
| <b>3.5.</b>                                                     | <b>EVALUACION DE LOS NIVELES DE EXPOSICION.</b>                    | 35 |
| <b>3.6.</b>                                                     | <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS</b>                          | 36 |
| <br><b>CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>          |                                                                    |    |
| <b>4.1.</b>                                                     | <b>PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>                   | 37 |
|                                                                 | Cuadros estadísticos del N° 01 al 07                               |    |
|                                                                 | Gráficos estadísticos del N° 01 al 03                              |    |
|                                                                 | <br><b>CONCLUSIONES</b>                                            | 48 |
|                                                                 | <b>RECOMENDACIONES</b>                                             | 49 |
|                                                                 | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                  | 50 |

### ***Dedicatoria.***

*“A mis padres Oscar y Yolanda,  
porque ellos siempre supieron guiar mi  
camino, formado como hombre de  
bien”*

*“A mi esposa Paola y mis hijos Farid,  
Jean y Avril, por ser la razón de mi  
vida”*

*“A mis hermanos Carlos, Anali, mi  
suegra y toda mi familia, que son lo  
más valioso, que Dios puede darnos”*

## **Agradecimiento**

*“A mis padres por siempre brindarme su apoyo en todo momento de mi vida”*

*“A mi esposa y mi suegra que estuvieron cada día dándome ánimo y ayudándome para lograr culminar mis estudios”*

*“A mis maestros y amigos que con sus conocimientos y apoyo contribuyeron a mi formación”*

## INTRODUCCIÓN

Los diversos procedimientos realizados en los servicios de medicina nuclear a nivel mundial, conllevan muchas veces a exposiciones innecesarias a las radiaciones ionizantes, provocando a futuro efectos biológicos estocásticos en la salud del personal asistencial, por lo que su adecuada manipulación y exposición ante este tipo de radiaciones representa un beneficio en el personal de salud. La importancia de la calidad en las imágenes para diagnóstico clínico radica en los métodos de obtención de las mismas, las cuales están basadas en los protocolos a seguir por cada procedimiento gammagrafico, dichos protocolos están relacionados con la dosis de radioisótopo administrada a cada paciente según el tipo de estudio de diagnóstico o terapia en el paciente. EL radioisótopo más utilizado en los servicios de medicina nuclear es el Tc 99m, así como el I31 utilizado para tratamiento en cáncer tiroideo, cada uno con una vida media de 6,02 horas y 8,02 días respectivamente.

La presente tesis enfoca los niveles de exposición que están sometidos el personal asistencial involucrado en la atención de pacientes, a los cuales se le ha administrado una determinada dosis (actividad) para la realización del estudio y/o tratamiento solicitado, según los protocolos utilizados para cada uno de los mismo. El presente trabajo de investigación busco dar a conocer los niveles de exposición a los cuales el personal de salud está sometido post administración del radiofármaco al paciente evaluando de esta manera la optimización en cuanto a protección radiológica se refiere en los servicios de medicina nuclear. La temática que se enfoca consistió en realizar un registro de procedimientos realizados en el servicio de medicina nuclear, para la realización de los diferentes estudios de diagnóstico y terapia, los cuales permitieron además anexar la dosis administrada a cada paciente, así como la evaluación de la tasa de exposición de cada uno de ellos post inyección del radiofármaco; con los que se elaboraron cuadros y gráficos estadísticos para su posterior análisis.

Los resultados obtenidos permitieron comparar los niveles de exposición de cada uno de los procedimientos realizados en relación a la actividad (tipo y cantidad de radioisótopo) administrada según el protocolo de cada estudio a realizar. Los registros

obtenidos, fueron procesados empleando Microsoft Excel 2017 que permite graficar la información recolectada.

Los resultados obtenidos muestran que el estudio de diagnóstico (gammagrafía ósea) solicitado para la determinación de metástasis ósea y de tratamiento en la disfunción de la tiroides (terapia de hiperfunción) presenta mayor nivel de exposición a las radiaciones ionizantes, incrementando la posibilidad de desarrollo de efectos estocásticos en la salud del personal asistencial, debiéndose tener en cuenta los parámetros de protección radiológica en medicina nuclear.



## RESUMEN

La investigación titulada “Evaluación de los niveles de exposición a la radiación ionizante según los procedimientos desarrollados en el personal del servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque, 2018” desarrollada en las instalaciones del Servicio de Medicina Nuclear con el propósito de evaluar los niveles de exposición a la radiación ionizante según los procedimientos desarrollados por el personal del servicio.

Metodología: Investigación de tipo descriptivo - retrospectivo, la técnica de recolección de datos utilizada fue el análisis documental; teniendo como instrumento la ficha de datos (actividad administrada, tasa de exposición, estudio solicitado) del paciente atendido. La población y muestra fue representada por la totalidad del personal asistencial (7), que participaron en la realización de cien (100) procedimientos que se hicieron a pacientes que acudieron al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque con solicitud para estudios de diagnóstico y/o terapias.

Resultados: Como resultado de esta investigación se obtuvo que las tasas de exposición en el personal del Servicio de Medicina Nuclear por cada procedimiento, se encuentran diferenciados en relación al tipo de isótopo utilizado y a la actividad administrada como parte del procedimiento a desarrollar. Se evidencia una elevada tasa de exposición para terapias de hiperfunción en relación a procedimientos de diagnóstico radiológico (gammagrafías óseas). De igual modo se tiene que la menor y mayor tasa de exposición se produce con el isótopo de menor energía (Tc 99 m) y de mayor energía (I 131) respectivamente.

Conclusión: Los registros de niveles de exposición de pacientes atendidos en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque, indica que se debe tener en cuenta los parámetros de protección radiológica al momento de interactuar el personal asistencial en el manejo de pacientes a los cuales se les ha incorporado sustancia radiactiva (radioisótopo). El efecto que tienen los actuales protocolos para la realización y obtención de imágenes de diagnóstico clínico con el uso de fuentes de radiación ionizante abiertas (I 131, Tc 99m) denota ciertos niveles de exposición que se deben de optimizar mediante los sistemas de seguridad y protección radiológica a fin de prevenir posibles efectos estocásticos en la salud del personal asistencial.

**Palabras Claves:** Actividad, Tasa de Exposición, Radioisótopo.

## SUMMARY

The research entitled “EVALUATION OF THE LEVELS OF EXPOSURE TO IONIZING RADIATION ACCORDING TO THE PROCEDURES DEVELOPED IN THE PERSONNEL OF THE NUCLEAR MEDICINE SERVICE OF THE LAMBAYEQUE REGIONAL HOSPITAL, 2018” carried out in the facilities of the Nuclear Medicine Service levels of exposure to ionizing radiation according to the procedures developed in the staff of the nuclear medicine service of the Lambayeque Regional Hospital in 2018

**Methodology:** The type of research in this work is descriptive - retrospective, the data collection technique used was documentary analysis; having as an instrument the data sheet (administered activity, exposure rate, requested study) of the patient attended, which allowed obtaining generalized information on the procedures performed on patients, to then record the level of exposure (exposure rate) at which it is submitted the assistance personnel. Likewise, the sample used for said study was performed on one hundred (100) procedures performed on patients who attended the Nuclear Medicine Service of the Lambayeque Regional Hospital with a request for diagnostic studies and / or therapies.

**Results:** As a result of this research, it was obtained that the exposure rates for each of the procedures are differentiated in relation to the type of isotope used and the activity administered as part of the procedure to be carried out. Likewise, a high exposure rate for hyperfunction therapies in relation to radiological diagnostic procedures (bone scans) is evident. Similarly, the lowest exposure rate occurs with the lowest energy isotope (Tc 99 m) and the highest exposure rate corresponds to the highest energy isotope (I 131).

**Conclusion:** The result of the evaluation of the records of exposure levels to patients treated in the Nuclear Medicine Service of the Lambayeque Regional Hospital, indicates that the parameters of radiological protection must be taken into account

when interacting with the healthcare personnel in the management of patients to whom radioactive substance (radioisotope) has been incorporated. Likewise, the effect that current protocols have for the realization and obtaining of clinical diagnostic images with the use of open ionizing radiation sources (I 131, Tc 99m) denotes certain levels of exposure that must be optimized through the Radiation safety and protection in order to prevent possible stochastic effects on the health of healthcare personnel.

**Key Words: Activity, Exposure Rate, Radioisotope.**

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD**

De acuerdo al marco legal en control de fuentes de radiaciones ionizantes , basado en la Ley 28028 y el Reglamento de la Ley 28028 en la cual establece las funciones de regulación y control del uso seguro de las fuentes abiertas de radiaciones ionizantes en los servicios de medicina nuclear hospitalarios de la República del Perú, las cuales son ejercidas por la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), mediante Decreto Ley 21875, Ley 28028 – Ley de regulación del uso de las fuentes de radiación ionizante.

Para tal efecto las normas otorgadas por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), a través de su ente regulador y fiscalizador del buen uso de las radiaciones ionizantes OTAN, mencionan en su norma IR. 002.2012, la aplicación y uso óptimo de los radionucleidos utilizados para uso clínico con fines de diagnóstico y terapias a pacientes de los servicios hospitalarios.

Así mismo Yovera A. Juan, (2015), menciona que en el ámbito internacional desde julio del año 2010, el Perú forma parte del Foro Iberoamericano de Regulaciones Radiológicas y Nucleares (FORO), integrado por Argentina, Brasil, Chile, Cuba, España, México y Uruguay, constituido con fines de promover la seguridad en practicas que utilicen materiales radiactivos y/o nucleares en la región iberoamericana; detectando, analizando y compartiendo conocimiento existente y nuevo para la mejora de la seguridad radiológica en la región <sup>1</sup>

Ante la evidencia de estudios no realizados en hospitales del Perú acerca de procedimientos de evaluación de competencias profesionales en relación a la efectividad de aplicación de normas de radioprotección en los servicios de medicina nuclear y en las cuales están incluidos los niveles de exposición (tasa de exposición) en relación a diversos procedimientos desarrollados dentro de las unidades de apoyo al diagnóstico; estos pueden conllevar a niveles de exposición

no óptimos para el personal ocupacionalmente expuesto a la diversidad de estudios realizados con fuentes de radiación ionizante abierta.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Dado que la exposición ocupacional en el uso de fuentes de radiaciones ionizantes abiertas, pueden constituir un riesgo para la salud y conllevar a niveles de exposición no permitidos por la entidad reguladora y fiscalizadora de las mismas según lo estipulado en la normativa vigente IR. 002. 2012 IPEN / OTAN generando un daño en la salud del personal asistencial; es preciso monitorear los niveles de exposición a las radiaciones ionizantes de acuerdo a los diversos procedimientos realizados en los servicios de medicina nuclear de la República del Perú.

La Organización Mundial de la Salud define la Medicina Nuclear como la especialidad que se ocupa del diagnóstico, tratamiento e investigación médica mediante el uso de radioisótopos como fuentes abiertas.<sup>2</sup>

Existen principios fundamentales de protección radiológica, los cuales deben cumplirse para el correcto funcionamiento de una institución, siendo estos: justificación de las prácticas, por lo que una práctica que implica la exposición a la radiación sólo debe ser adoptado si produce suficientes beneficios a los individuos expuestos, teniendo en cuenta los beneficios y riesgos de otras técnicas alternativas disponibles que no impliquen exposición ionizante; el segundo principio es el de la limitación de la dosis, el cual menciona que las dosis a las personas son limitados (para profesionales y público), los rangos de estas dosis tienen valores diferenciados para profesionales en actividad permanente, estudiantes en formación y público en general. Se entiende también que esta limitación de dosis no es aplicable a la exposición médica (pacientes), debido a que el paciente puede necesitar varios estudios y el riesgo beneficio que recibe es compensatorio. Por último, el tercer principio, el cual es la optimización de la protección, por lo cual se debe proporcionar la mejor protección disponible y las medidas de seguridad pertinentes, de modo que la probabilidad, magnitudes de las exposiciones y el número de personas expuestas sean tan bajas como sea

razonablemente posible, adaptándose las mismas a niveles de exposición aceptables para el personal asistencial ocupacionalmente expuesto.<sup>3</sup>

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

Por lo expuesto anteriormente el presente trabajo se planteó el siguiente problema de investigación:

#### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL.**

¿Cuáles son los niveles de exposición a la radiación ionizante según los procedimientos desarrollados en el personal del servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque?

#### **1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

1. ¿Cuál es el procedimiento que presenta mayor nivel de exposición a radiación ionizante en el personal de salud, en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque?
2. ¿Cuál es el procedimiento que presenta menor nivel de exposición a radiación ionizante en el personal de salud, en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque?
3. ¿Cuáles son los protocolos de seguridad y protección radiológica que se deben tener en cuenta para la atención y manejo de pacientes en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque?

### **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación pretendió evaluar los niveles de exposición a las radiaciones ionizantes en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque, en relación a los diversos procedimientos desarrollados, técnicas utilizadas y dosis administradas para la realización de los mismos.

Los niveles de exposición que se obtuvieron en la evaluación de cada uno de los procedimientos asistenciales del servicio permitirán el mejoramiento de las técnicas en mención y optimización de la dosis administrada al paciente, teniendo como relación la dosis administrada, calidad de imagen obtenida y nivel de exposición en función a la distancia paciente - Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE).

En el campo de la evaluación del conocimiento y aplicación de las medidas y normas actuales preventivas en seguridad y protección radiológica en los servicios de medicina nuclear, esta investigación aportará en las medidas de seguridad y protección radiológica del POE a fin de optimizar y aportar técnicas adecuadas en el diagnóstico y terapia de uso de radioisótopos con niveles de exposición aceptables según las recomendaciones de organismos internacionales.

Los resultados de este estudio servirá como fuente de información para futuras investigaciones; mientras que sus conclusiones podrán contribuir a generar información científica al personal de salud que labora con radiaciones ionizantes, para que utilice medidas preventivas acerca de las mismas a las que están expuestos.

## **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar los niveles de exposición a la radiación ionizante según los procedimientos desarrollados en el personal del servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque año 2018

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar la relación existente entre los niveles de exposición a la radiación ionizante y los procedimientos desarrollados en el servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque, año 2018

- Registrar los niveles de exposición a la radiación ionizante en relación a los procedimientos, desarrollados en el servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque, año 2018

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO- CIENTIFICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En la presente investigación mencionamos algunos estudios relacionados, los cuales se detallan a continuación:

A nivel internacional.

**Izaguirre A (2018)** En su tesis de pos grado titulada “Exposición a la radiación ionizante en el personal médico del departamento de anestesiología”. El estudio tuvo como objetivo establecer el nivel de exposición a radiación ionizante en personal médico del departamento de Anestesiología en el servicio de Sala de Operaciones de Adulto del Hospital Roosevelt, durante los meses de junio a diciembre del año 2015, al final de la investigación se llegó a la conclusión de que los niveles de radiación ionizante a los cuales se encuentran expuestos equivalen a un rango de 5 a 8 meses de radiación natural.<sup>4</sup>

**Alexandra J. et al (2017)** En su artículo de investigación titulado “Leucemia ocupacional : importancia de la investigación” realizado en el Departamento de Fisiología y Bioquímica de la facultad de Ciencias de la Salud – sede Aragua Universidad de Carabobo – Venezuela, expresa que la presente investigación tuvo como propósito reflexionar, sobre la necesidad del uso correcto de las radiaciones ionizantes artificiales, así como la necesidad de actualizar los protocolos de prevención, en materia de riesgo ocupacional, contempladas en las normas básicas relativas a la protección sanitaria del personal en riesgo, con la intención de



proporcionar alternativas para el cuidado de la salud y contribuir a evitar las alteraciones derivadas de dichas exposiciones.<sup>4,5</sup>

**Raya (2017).** En su trabajo de investigación doctoral titulado “Aportación del servicio de protección radiológica a la seguridad y salud del personal expuesto a radiaciones ionizantes en la universidad de córdoba”. Tuvo como objetivo de esta investigación, demostrar la necesidad de los servicios de protección en las universidades mediante su aportación específica e insustituible a la optimización alcanzada mediante esta investigación; como conclusión se determinó que la formación es uno de los pilares en los que se fundamenta la protección radiológica y la optimización no puede llevarse a cabo sin dicha formación. La necesidad del análisis de datos en protección radiológica es incontestable puesto que gracias a ello, se consiguen detectar errores y mejorar procedimientos de trabajo.<sup>6</sup>

**Preciado M. et al (2010):.** En su artículo de investigación titulado “Medidas básicas de protección radiológica” expresa como conclusión que es primordial que profesionales de enfermería tengan conocimiento de las diferentes normas oficiales emitidas por los entes reguladores en salud ambiental, protección y seguridad radiológica, para el diagnóstico médico con uso de radiaciones ionizantes; pues representa una guía principal de orientación específica a tomar para la protección radiológica; basado en el objetivo primordial de la misma, la cual es permitir el aprovechamiento de la radiación en todas sus formas conocidas, con un riesgo aceptable tanto para los individuos que la manejan como para la población en general y las generaciones futuras. Pág. 25 – 30

A nivel nacional

**Osorio Rodríguez (2015):** La investigación tuvo como objetivo del autor la determinación de la relación entre el nivel de conocimiento y actitud hacia la aplicación de normas de bioseguridad y radioprotección en la población de estudiantes de clínicas Estomatológicas de la Universidad Alas Peruanas en el año

2015. Para efectos de la investigación la muestra estuvo conformada por 271 estudiantes del 8° y 9° ciclo, con 54 y 106 participantes del sexo masculino y femenino respectivamente, los cuales fueron seleccionados de una manera aleatoria. El investigador utilizó cuestionarios (02) de preguntas cerradas, mostrando como resultado de la utilización de medios de protección radiológica igual con conocimiento malo en 74 personas asistenciales (operadores) que representa el 46,5% y una buena aptitud en 99 operadores que representa el 63,1% de la población estudiada. El investigador concluye la no existencia de relación estadísticamente significativa entre ambas variables.

**Chaco S. (2016).** En su tesis titulada “Valores de dosimetría efectiva y equivalente de tecnólogos médicos que laboran en el servicio de radiología. Hospital Nacional PNP “Luis N. Sáenz”. Enero 2015 - diciembre 2015” tuvo como objetivo determinar los valores de dosimetría efectiva mensual y anual según área de trabajo, así como los valores de dosimetría equivalente mensual y anual en piel según área de trabajo., de igual modo los valores de dosimetría equivalente mensual y anual en cristalino según área de trabajo., los valores de dosimetría efectiva mensual y anual según sexo; de la investigación planteada se llegó a la conclusión que, los valores de dosimetría están por debajo del máximo valor permisible según el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). Los profesionales de Tecnología Médica del área de Tomografía presentan mayores valores de dosimetría equivalente mensual y anual en cristalino y piel, del mismo modo presenta mayores valores de dosimetría efectiva.<sup>7</sup>

**Juárez Rayme (2017):** La investigación del autor buscó determinar el nivel de conocimiento del personal Tecnólogo Médico en Protección Radiológica en diferentes áreas de Radiología (Tomografía, Medicina Nuclear, Radiodiagnóstico y Radioterapia) del INEN (Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas) en el 2017. La muestra del estudio estuvo conformada por 70 Tecnólogos Médicos distribuidos en las diferentes áreas de Radiología, siendo la conclusión que el nivel de conocimiento de Protección Radiológica del INEN en el 2017 en el servicio de Medicina nuclear es de medio a alto.

## **2.2 BASE TEÓRICA**

### **2.2.1 RADIACIONES IONIZANTES.**

Estas radiaciones con una energía suficiente provocan la expulsión de electrones de la órbita atómica (fenómeno de la ionización).

#### **CLASIFICACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES**

Según su tipo de onda se clasifican en:<sup>9</sup>

1. Ondulatorias o electromagnéticas: Rayos x y gamma
2. Corpusculares: Partículas alfa, beta y neutrones

#### **RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS**

##### **A. Los Rayos X**

Al igual que las ondas de radio, las ondas de microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, la luz ultravioleta y los rayos gamma, son radiaciones de naturaleza electromagnética en dependencia de los efectos que provocan sobre las moléculas, se clasifican como radiaciones ionizantes, debido que al interactuar con la materia producen ionización de los átomos de la misma, es decir, origina partículas con carga con una alta reactividad. Es una radiación que no es más visible, sin embargo pueden atravesar cuerpos opacos e imprimir películas fotográficas. Dichas ondas tiene una longitud de onda entre  $0,1^{-10}$  nanómetros (nm), correspondiendo a frecuencias en el rango de 30 a 3 000 pico Hertz (de 50 a 5 000 veces la frecuencia de la luz visible). Los efectos ionizantes de los rayos x se producen proporcionalmente a la cantidad de radiación absorbida (energía) y la radiosensibilidad de las células que lo absorben. La radiación transfiere energía a las moléculas de las células que conforman los tejidos. Como resultado de esta interacción, las funciones de las células pueden deteriorarse de forma temporal o permanente y ocasionar incluso la muerte. La gravedad de la lesión depende del tipo de radiación, la dosis absorbida, la velocidad de absorción y la sensibilidad del tejido frente a la radiación.<sup>10</sup>

### **B. La Radiación Gamma:**

Una parte importante de esta radiación se produce en las reacciones de fisión, otra parte procede de la interacción de neutrones con átomos. La radiación gamma instantánea es la originada por fisión y por interacción de los neutrones con los núcleos atómicos teniendo lugar en el primer microsegundo de la explosión hasta,  $H1 + 10^{-6}$  segundos. La radiación gamma retardada que recibe un objetivo está casi

únicamente constituida por radiación gamma. La radiación gamma es atenuada o absorbida a su paso por distintos materiales, dependiendo de su volumen y densidad. Si un haz de radiación gamma, después de atravesar un espesor de un determinado material, se reduce a su décima parte, se puede decir que este espesor es un décimo del material en cuestión. En el vacío esta radiación se desplaza a la velocidad de la luz, en línea recta; en la atmósfera, hay difusión debido a la interacción con el oxígeno y nitrógeno del aire, por lo que la radiación gamma puede alcanzar cualquier objetivo aunque este desenfocado, lo que es un factor importante a tener en cuenta cuando se habla de protección.<sup>11</sup>

## **2.2.2 RADIACIONES CORPUSCULARES**

### **A. Radiación Alfa**

Es una radiación constituida por dos protones y dos neutrones estrechamente unidos, por lo que es idéntica a un núcleo de helio, su radiactividad tipo alfa ocurre cuando elementos muy pesados, como el uranio, el torio y el radio pierden la mayoría de su energía cinética y se convierten en un átomo de Helio.<sup>12</sup>

### **B. Radiación Beta**

Es una radiación que está constituida por electrones del núcleo proveniente de la descomposición de un neutrón de sustancias radiactivas y que viaja a velocidades próximas a la luz. Este tipo de radiación tiene lugar en isótopos ricos en neutrones y suelen ser elementos producidos en reacciones nucleares naturales, y en las plantas de energía nuclear.<sup>12</sup>

### **C. Neutrones**

Son partículas procedentes del espacio exterior, producto de las colisiones entre átomos en la propia atmósfera o más frecuentemente de desintegraciones radioactivas espontáneas o artificiales dentro de reactores nucleares.<sup>12</sup>

#### **2.2.3 LA EXPOSICIÓN**

La exposición es una magnitud dosimétrica para la radiación electromagnética ionizante, basada en su capacidad para producir ionización en aire. Esta magnitud solo se define para la radiación electromagnética en su interacción con el aire. Antes de interaccionar con el paciente (el haz directo) o con el personal (radiación dispersa), los rayos X interaccionan con el aire.

La magnitud “exposición” da una indicación de la capacidad de los rayos X para producir un cierto efecto en aire. El efecto en tejido será, en general, proporcional a este efecto en aire.

Es el valor absoluto de la carga total de los iones de un solo signo producidos en aire cuando todos los electrones liberados por los fotones por unidad de masa de aire son completamente parados en aire.<sup>13</sup>

$$X = dQ/dm$$

La unidad de exposición en el SI es el culombio por kilogramo [C kg<sup>-1</sup>]

#### **LA TASA DE EXPOSICIÓN**

Es la exposición producida por unidad de tiempo. La unidad del SI de tasa de exposición es el [C/kg] por segundo o (en unidades antiguas) el [R/s]. En Protección Radiológica es usual indicar estos valores de tasa “por hora” R/h.<sup>13</sup>

#### **2.2.4 RELACIÓN ENTRE DOSIS ABSORBIDA Y EXPOSICIÓN**

Es posible calcular la dosis absorbida en un material si se conoce la exposición

$$D [\text{Gy}] = f \text{ por } X [\text{C kg}^{-1}]$$

$f$  = coeficiente de conversión, dependiente del medio.

El KERMA (kinetic energy released in a material)

$$K = dE_{trans} / dm$$

Donde  $dE_{trans}$  es la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las partículas cargadas ionizantes liberadas por partículas ionizantes sin carga en un material de masa  $dm$ . La unidad del SI de Kerma es el julio por kilogramo (J/kg), llamado gray (Gy).

En radiodiagnóstico, Kerma y  $D$  son iguales<sup>13</sup>

### **INCERTIDUMBRE**

Imprecisión en la determinación de las dosis, asociada a los parámetros de influencia.<sup>14</sup>

La radiación recibida se puede medir.

## **2.2.5 DOSIS**

Medida de la radiación que recibe o absorbe un medio y que se utiliza indistintamente para expresar dosis absorbida, dosis en órganos, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis comprometida o dosis efectiva comprometida, cuando no es necesario indicar los términos modificantes para definir la cantidad de interés.<sup>15</sup>

### **DOSIS ABSORBIDA**

La dosis absorbida es una magnitud que expresa la cantidad de energía absorbida por unidad de masa de un material. Es una magnitud genérica, definida para cualquier tipo de radiación o material, que se utiliza en radiobiología debido a que es una excelente magnitud para estimar el daño producido por la radiación en un órgano que ha sido irradiado por un tipo específico de radiación. En el SI, su unidad es el Gy, que es igual a J/kg. Un Gy equivale a 100 rad de las antiguas unidades.

Si se desea convertir un valor de exposición (R) en dosis absorbida (Gy), deben utilizarse factores de conversión que dependen del material.<sup>16</sup>

Es definida por la expresión:

$$D = dE/dm$$

En la que D es la dosis absorbida,  $dE$  es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen y  $dm$  es la masa de materia existente en ese elemento de volumen<sup>16</sup>

### **2.2.6 RANGO DE DOSIS**

Los límites de dosis están escritos en las normativas actuales del IPEN (Instituto peruano de Energía Nuclear) en relación al uso debido y adecuado de las fuentes de radiación abiertas o selladas. Estos límites se aplican a la suma de las dosis procedentes de las exposiciones externas en el periodo especificado y las dosis comprometidas a cincuenta años (hasta sesenta años en el caso de niños) a causa de las incorporaciones producidas en el mismo periodo.

### **2.2.7 EFECTOS BIOLÓGICOS**

Todas las formas de radiación ionizante producen daños en los tejidos irradiados; pero sin embargo, la eficacia con la que se producen las reacciones tisulares varía con la densidad de ionización en el recorrido de la radiación con la denominada transferencia lineal de energía. La eficacia biológica relativa (EBR) de los rayos alfa y neutrones por unidad de energía absorbida es más elevada que los rayos x o gamma. Las principales diferencias de las radiaciones ionizantes desde el punto de vista biológicos se refieren a su alcance dentro del tejido, esto es, la profundidad que pueden alcanzar dentro del tejido y la forma en que constituyen radicales libres y por consiguiente pierden energía a lo largo de su recorrido. Los efectos de las radiaciones ionizantes en un organismo, generalmente se pueden dividir en tres partes: Agudos, a largo plazo y genético. Los efectos biológicos de la radiación pueden ser agrupados en dos tipos: efectos deterministas (reacciones tisulares) y efectos estocásticos (cáncer y efectos hereditarios).<sup>27</sup>

## **EFFECTOS AGUDOS**

Dependen claramente de la dosis recibida y del volumen y tipo de tejidos irradiados. El llamado síndrome de radiación aguda provoca en un primer periodo náuseas, vómitos e incluso diarreas; en una segunda fase, un periodo de aproximadamente una semana, aparece un relativo bienestar; y posteriormente se entra a un tercer periodo, en el que aparece la fiebre, síntomas intestinales y se llega a caer el cabello. En una exposición a dosis muy elevadas aparecen síntomas inherentes al edema pulmonar, y puede producirse la muerte al cabo de uno o dos días. Si se sobrevive a la fase tóxica, la recuperación empieza a partir de la quinta semana y se completa después de un largo periodo de convalecencia.<sup>27</sup>

## **EFFECTOS TARDÍOS**

Son muy temidos ya que suelen aparecer muchos años más tarde. Dentro de los efectos tardíos se encuentran: Los efectos determinísticos y los estocásticos.<sup>28</sup>

## **EFFECTOS DETERMINÍSTICOS**

Los efectos determinísticos ocurren cuando ha habido una pérdida de función tisular, usualmente como resultado de muerte celular o pérdida del potencial mitótico. El número de células afectadas aumenta rápidamente con la dosis, y el daño de la función tisular se hace evidente por encima de una dosis umbral, la cual es específica para cada tejido. Los procedimientos diagnósticos de Medicina Nuclear están por debajo de la dosis umbral para efectos determinísticos, mientras que la dosis umbral es explotada para la Terapia con Radionúclidos, e idealmente está excedida solamente para el tejido blanco. La dosis umbral está influenciada por la tasa de dosis: las tasas bajas de dosis permiten tiempo para actuar a los mecanismos de reparación y a la repoblación celular. En la Terapia con radionúclidos, la entrega de dosis es prolongada por la biocinética del radiofármaco y el decaimiento del radionúclido, lo cual reduce la probabilidad y severidad del daño tisular concomitante. En Radioterapia se logra el mismo efecto fraccionando la exposición para minimizar los efectos indeseados en tejidos sanos. Para la mayoría de los



tejidos, las dosis umbrales van desde unos pocos Grays administrados como una única dosis, hasta 0.5 Gy/año para exposiciones fraccionadas.<sup>28</sup>

Los tejidos más sensibles para efectos determinísticos son:

- La médula ósea
- Los testículos
- El cristalino del ojo.

Aunque la piel no es particularmente radiosensible, es de interés en Medicina Nuclear debido a la posibilidad de alta exposición accidental por contaminación localizada. El umbral para ulceración transitoria se estima en 1 Gy a una profundidad promedio de 1 cm.

### **EFFECTOS ESTOCÁSTICOS**

Los efectos estocásticos son eventos probabilísticos, no tienen un umbral y su probabilidad de ocurrencia aumenta con la dosis. Se consideran graves, equivalentes a un evento fatal. Se producen por daño al ADN (mutación en un oncogén o en un gen supresor de tumores), el cual puede derivar en la producción de cáncer o teratogénesis.<sup>29</sup>

### **EFFECTOS ESTOCÁSTICOS SOMÁTICOS**

Si la célula que ha sido modificada tras la irradiación es una célula somática, el efecto se pondrá de manifiesto en el individuo que ha sido expuesto a la radiación.

El de mayor relevancia tras exposición a dosis bajas de radiación es el posible desarrollo de cáncer. Se dispone de información procedente de estudios epidemiológicos en supervivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki y a personas expuesta a radiación externa o a radionúclidos por motivos médicos u ocupacionales. Estos estudios aportan información cuantitativa sobre el riesgo de cáncer a dosis intermedias o altas. A niveles bajos de exposición, es necesario hacer estimaciones mediante extrapolaciones de los datos de dosis altas <sup>29</sup>

## **EFFECTOS ESTOCÁSTICOS HEREDITARIOS**

Si la célula que se ha modificado tras la radiación es una célula germinal, el efecto no se pondrá de manifiesto en el individuo expuesto sino en su descendencia. Hasta el momento no se ha demostrado la inducción por radiación de enfermedades genéticas (hereditarias) en las poblaciones humanas expuestas a la radiación ionizante. Sin embargo la radiación ionizante es un mutágeno universal por lo que parece poco probable que los humanos sean una excepción.<sup>29</sup>

## **EFFECTOS GENÉTICOS**

Las mutaciones se producen por cualquier cambio súbito en un gen o un cromosoma. Pueden deberse a actores externos, como la radiación, o producirse espontáneamente. La radiación en los órganos reproductores puede dañar el ADN de los espermatozoides o los óvulos. Ello podría provocar una anomalía en los descendientes de la persona irradiada. Sin embargo no existe una certeza de que ocurran tales efectos por lo que todos los efectos genéticos se consideran como estocásticos.<sup>30</sup>

Para disminuir los efectos de la radiación se tiene que cumplir con medidas de protección.

### **2.2.8 RADIOPROTECCIÓN**

La Radioprotección o Protección Radiológica es el conjunto de medidas llevadas a cabo con el fin de disminuir los efectos que la absorción de la radiación produce en el organismo humano. Dicha absorción de energía va a dar lugar a efectos nocivos directos (efecto ionizante de los electrodos sobre las células) e indirectos (formación de radicales libres) sobre el ser humano, y se caracterizan por:

- Producirse al azar
- Ser inespecíficos
- No ser selectivos
- Aparecer tras un determinado periodo de latencia.

## MEDIDAS DE PROTECCION RADIOLOGICA

### PROTECCIÓN DEL PACIENTE

Las medidas de protección radiológica por parte del operador hacia el paciente deben emplearse al inicio, durante y después de la exposición a los rayos X. Antes de la exposición a la radiación: como ver la prescripción radiográfica, la elección del equipo y la película, también se debe indicar al paciente que se retire todos los objetos que impida tomar una buena Radiografía, como por ejemplo, lentes, aretes, prótesis, etc. Durante la exposición: se debe proporcionar al paciente una protección adecuada como ser: el uso de mandil de plomo y collar tiroideo. Por último, después de la exposición: el especialista en Radiología debe realizar el manejo adecuado de la película así como el procesamiento del mismo.<sup>2</sup>

#### 2.2.9 PROTECCIÓN DEL OPERADOR

Las principales reglas que el operador debe de cumplir son:

**Distancia:** El operador debe alejarse de la fuente de radiación puesto que su nivel de intensidad disminuye con la distancia.

**Blindaje:** Mediante el uso de las pantallas protectoras entre la fuente de radiación y el personal, éstas generalmente son muros de hormigón, láminas de plomo o acero o cristales a base de plomo.

**Tiempo:** Tratar de estar el menor tiempo posible y disminuir la exposición a las radiaciones.

*Límite de dosis efectiva:* Para la población en general es de 1msv año (milisievers año) y las personas que se dedican a trabajos que implican la exposición a la radiación continua como en la Industria Nuclear, Radiología Médica y además su límite de dosis efectiva será de 100 msv de promedio en 5 años, con el máximo de 50 msv año <sup>2</sup>. Pueden ocurrir ciertos accidentes radiológicos en el lugar de trabajo y estos son:

### **2.2.10 CONTAMINACIÓN**

Se entiende por contaminación la presencia de sustancias y/o formas de energía en cantidades mayores de las que se podría esperar en un lugar concreto. La contaminación radioactiva es la presencia de sustancias radioactivas en un medio y/o personas por encima de determinados valores.<sup>31</sup>

#### ***LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA EXTERNA***

Se puede producir cuando la sustancia radiactiva presente en el aire (polvo, líquidos) se deposita sobre la superficie exterior del cuerpo (piel, anexos, mucosas) desde la cual lo irradia. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado.<sup>32</sup>

#### ***LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA INTERNA***

La sustancia radiactiva penetra al organismo por diferentes vías (digestiva, inhalatoria, lesiones cutáneas o piel intacta), o entra de algún modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo inyecciones), esta sustancia se distribuye en los fluidos corporales produciendo una irradiación interna.<sup>32</sup>

Debe considerarse la protección frente a la exposición a radiación externa, que es la exposición frente a fotones y partículas radioactivas y; la contaminación radioactiva interna transferida desde la contaminación radiactiva de superficie. Esta protección se realiza mediante el establecimiento de límites para niveles conocidos de exposición a la radiación y contaminación radioactiva.<sup>32</sup>

### **2.2.11 LOS MÉTODOS DE MONITOREO OCUPACIONAL**

Pueden agruparse en dos categorías, los aplicados en los ambientes de trabajo y aquellos utilizados directamente sobre el individuo. En relación a los primeros se pueden citar el monitoreo de los campos de radiación ambiental; el monitoreo de la contaminación del aire; y la medición de la contaminación de las superficies. Respecto a los segundos se pueden citar los dispositivos para la dosimetría individual de la radiación externa (dosímetros); el monitoreo de la contaminación interna mediante contador de cuerpo entero o de la actividad parcial en algún o algunos órganos; el monitoreo de la contaminación interna

por técnicas de radiobioanálisis; y la medición de la contaminación de la piel y ropa.<sup>6</sup>

### ***MONITOREO AMBIENTAL***

El control radiológico ambiental es necesario en los lugares de trabajo calificados como áreas controladas, y suficiente en aquellos establecidos como áreas supervisadas. Por lo tanto, su objetivo fundamental es servir de control principal de la exposición del personal en áreas que no requieren monitoreo individual y actuar como control complementario en áreas en las que se requiere dicho monitoreo. El monitoreo ambiental de las áreas de trabajo permite controlar la dosis recibida por un trabajador, en base a las características de las sustancias radiactivas presentes,

la naturaleza de los campos de radiación, la geometría y duración de la exposición, etc. Para ello, los procedimientos de medición a realizar son:<sup>6</sup>

- Monitoreo de los campos de radiación ambiental
- Monitoreo de la contaminación del aire
- Medición de la contaminación de superficies

### ***MONITOREO INDIVIDUAL DE LA IRRADIACIÓN EXTERNA***

El monitoreo individual de la radiación externa permite evaluar la dosis absorbida durante el tiempo de exposición (a nivel laboral u ocupacional), esto se realiza mediante la utilización de dosímetros. Estos se ubican en la zona que facilite la dosis equivalente máxima en las respectivas partes del cuerpo que son expuestas<sup>6</sup>

### ***MONITOREO INDIVIDUAL DE CONTAMINACION INTERNA***

Cuando por alguna circunstancia no puede excluirse la posibilidad de la contaminación regular y significativa de un ambiente de trabajo o cuando se ha producido un incidente cuyas secuelas pudieran dar lugar a problemas de contaminación durante un tiempo, es necesario el monitoreo individual rutinario de la contaminación interna. El mismo tiene por finalidad determinar la incorporación de radionúclidos y en consecuencia, evaluar la dosis equivalente comprometida recibida en todo el cuerpo o en determinados órganos o tejidos del mismo.<sup>6</sup>

Para el control de la contaminación interna pueden utilizarse por separado o en combinación los dos métodos que siguen, cuya elección depende principalmente de las propiedades físicas de los contaminantes:<sup>6</sup>

- Evaluación de la cantidad de materiales radiactivos presentes en todo el cuerpo o algunos órganos por mediciones in vivo.
- Análisis de excretas u otras muestras biológicas.

## **2.3 HIPÓTESIS**

### **2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL**

Los niveles de exposición a las radiaciones ionizantes están relacionados según los procedimientos desarrollados en el servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque año 2018.

### **2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

Los procedimientos desarrollados influyen en los niveles de exposición del servicio de medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque año 2018.

## **2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

**Variable única:** Procedimientos Desarrollados

### **DEFINICIÓN DE VARIABLE**

**V<sub>u</sub>: Procedimientos Desarrollados:** Técnicas que permiten la obtención de imágenes radiológicas con el uso de isótopos radioactivos, a fin de diagnosticar posibles alteraciones cancerígenas en la fisiología y anatomía del paciente. Esto significa que durante la prueba, o exploración, se utiliza una pequeña cantidad de una sustancia radiactiva.

## 2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

| VARIABLES                                   | DIMENSIONES  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL                                                                                                              | TIPO DE VARIABLES | ESCALA DE MEDICIÓN | INDICADOR          | INSTRUMENTOS                                                                                                       |
|---------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>V1:<br/>Procedimientos Desarrollados</b> | Diagnóstico  | Procedimiento para identificar áreas anormales o lesiones en los órganos o sistemas del paciente                                   | Cuantitativa      | $\mu\text{Sv/h}$   | Tasa de Exposición | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha de datos</li> <li>- Activimetro</li> <li>- Geiger Müller</li> </ul> |
|                                             | Terapéuticos | Procedimiento que tiene principales aplicaciones en el cáncer de tiroides, el hipertiroidismo y el tratamiento paliativo del dolor |                   |                    |                    |                                                                                                                    |

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO**

El estudio de la presente investigación es de tipo descriptiva - retrospectiva de corte transversal.

#### **TIPO DE ESTUDIO**

- **Descriptiva:** Porque se buscó describir los riesgos asociados a los niveles de exposición en los procedimientos desarrollados por el personal asistencial del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque de la Ciudad de Chiclayo.
- **Transversal:** Porque se recopiló los datos de los niveles de exposición emitidos por los pacientes, en cada uno de los procedimientos desarrollados con la utilización de los diferentes isótopos.

### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población en estudio estuvo conformada por el número total (7) del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque, el cual participa en los procedimientos desarrollados, como parte de sus labores asistenciales en relación a sus competencias para la realización de pruebas de diagnóstico radiológico y/o terapias de hiperfunción a pacientes del nosocomio y consulta externa, durante el periodo de Julio a Diciembre del 2018.



**Criterios de inclusión:**

- Personal asistencial ocupacionalmente expuesto a tiempo completo en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque.

**Criterio de exclusión:**

- Personal asistencial parcialmente expuesto a radiaciones ionizantes de fuentes abiertas en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque.

**3.2.2 MUESTRA**

La muestra para el presente estudio de investigación estuvo conformada por la totalidad del POE (2 Médicos Nuclear, 1 Lic. Fis. Especialista en Fisica Médica, 1 Lic. Enfermería, 2 Lic. Tecnólogo Medico con especialidad en radiología y 1 Tec. Enfermería) que intervienen en los diversos procedimientos ofertados y/o desarrollados en el Servicio de Medicina Nuclear a pacientes con fuentes de radiación ionizante abierta, (Tc 99m, I 131), los cuales post administración del radiofármaco, fueron tomados como fuente de radiación externa al personal asistencial del servicio para la evaluación de los niveles de exposición, según la administración del radiofármaco o material radioactivo utilizado para el estudio o terapia solicitada.

**3.3 MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS****a) Materiales**

Una PC PENTIUM CORE i7.

Ficha de recolección de datos sobre el tipo de radioisótopo utilizado, así como los niveles de exposición producidos por las fuentes de radiación (pacientes).

**b) Técnicas de recolección de datos**

Para el presente trabajo se empleó la recopilación documental como método de recolección de datos.

**c) Instrumentos para la recolección de datos.**

**FICHA DE DATOS.**

Se recopiló los datos registrados (niveles o tasas de exposición) de 100 pacientes que fueron sometidos a diversos procedimientos en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque de la Ciudad de Chiclayo; con el fin de obtener respuestas a las interrogantes planteadas sobre la investigación propuesta, con la ayuda del **ACTIVÍMETRO** (mide la actividad de radiación que será administrada al paciente) y el **GEIGER MULLER** (dispositivo eléctrico que mide la tasa de exposición ionizante)

**3.4 METODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Para la recolección de datos se logró acceder al registro de pacientes atendidos, en el cual se evidencia el examen solicitado, la dosis administrada, el tipo de nucleído (isotopo) utilizado, llevando estos datos a un registro individualizado en relación a los parámetros necesarios para la investigación planteada. En todo momento se cuidó de no resaltar los datos generales de los participantes en cada estudio solicitado, dado el caso de la no necesidad de los mismos.

**3.5 Evaluación de los niveles de exposición.**

La presente investigación busca brindar la relación existente entre los niveles de exposición generados a partir de fuentes de radiación ionizante abierta (pacientes) en función de la dosis e isotopo utilizado en cada uno de los procedimientos a desarrollar. Los registros de administración de dosis (actividad) encontrados en la documentación registrada por el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque, muestran un nivel de exposición de acorde a las recomendaciones establecidas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para los Servicios de Medicina Nuclear a nivel mundial.

### 3.5.1 El Gráfico relación nivel de exposición vs examen gammagráfico.

Un gráfico de **nivel de exposición vs examen gammagráfico** permite evaluar la exposición a la que se encuentra sometido el personal de salud, durante el desarrollo de las diferentes técnicas y protocolos utilizados para la obtención de imágenes de diagnóstico clínico, con el uso de radiofármacos (radioisótopo y fármaco) utilizados, así mismo nos permite optimizar los sistemas de protección radiológica a fin de contribuir en la mínima exposición, disminuyendo de esta manera la probabilidad de efectos estocásticos en el personal expuesto.

En el presente trabajo de investigación los gráficos del 1- 3 se han realizado con datos obtenidos mediante la recolección de datos y análisis de los niveles de exposición, mediante la utilización de los protocolos establecidos para los estudios de diagnóstico y/o terapia. Cabe resaltar que en la presente tesis los datos fueron **obtenidos de la ficha de recolección de datos registrados en el Servicio de Medicina nuclear del Hospital Regional Lambayeque de la ciudad de Chiclayo** por lo que la presentación de los gráficos obtenidos considera datos reales de los participantes involucrados en la investigación.

Para la elaboración de los gráficos se registraron los datos obtenidos, dividiendo el registro de datos por cada uno de los procedimientos realizados para la investigación llevada a cabo, los cuales sirvieron en la elaboración de un registro de datos obtenidos en campo para ser analizados en el software Microsoft Excel 2019.

## 3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

En lo referente al análisis estadístico, se empleó el software estadístico Microsoft Excel 2019, para la elaboración de tablas y registros de datos más relevantes de la

investigación; y para los gráficos o estadígrafos se empleó el de tipo barra del software en mención.

## **CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El procesamiento de los datos obtenidos en el desarrollo de la presente investigación seguirá el siguiente orden:

- 1) Se hizo el registro de datos obtenidos a las interrogantes mediante el instrumento de medición utilizado (Ficha de datos). (Ver cuadros N° 1 al 4).
- 2) Se hizo el registro de datos seleccionados en función a cada uno del estudio realizado, con el fin de establecer tablas estadísticas en relación a nivel de exposición y estudio gammagráfico realizado, dosis administrada e isótopo utilizado (cuadro N° 5 - 7).
- 3) Se elaboró gráficamente cada uno de los resultados obtenidos para los niveles de exposición en relación al isótopo utilizado, estudio solicitado y dosis administrada (Gráficos N° 1 – 3).

#### **Forma de procesamiento y presentación de los datos:**

Para el procesamiento de datos se utilizó la estadística descriptiva e inferencial. Primero se trabajó con la Estadística Descriptiva ya que se necesita obtener el promedio de estudios realizados según radioisótopo utilizado.

Se hizo uso del software estadístico Microsoft Excel 2019 para la graficación de los histogramas de frecuencia.

**CUADRO N° 1: ESTADISTICO DE PROCEDIMIENTOS REALIZADOS Y OTROS**

| N° | ESTUDIO GAMMAGRAFICO    | ISOTOPO UTILIZADO | ACTIVIDAD ADMINISTRADA<br>(mCi) | TASA DE EXPOSICION<br>( $\mu$ Sv/h) |
|----|-------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.02                               |
| 2  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.05                               |
| 3  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.02                               |
| 4  | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.05                                |
| 5  | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 5.24                                |
| 6  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.03                               |
| 7  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.0                                |
| 8  | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 5.24                                |
| 9  | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 6.21                                |
| 10 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 4.03                                |
| 11 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.97                                |
| 12 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.52                                |
| 13 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.02                               |
| 14 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 23                              | 12.56                               |
| 15 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 4.01                                |
| 16 | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 5.82                                |
| 17 | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 4.48                                |
| 18 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.95                               |
| 19 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.23                               |
| 20 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.58                               |
| 21 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 18.46                               |
| 22 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.32                               |
| 23 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.05                                |
| 24 | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 4.56                                |
| 25 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.25                                |

Fuente: Datos tomados a través del registro de datos de pacientes que acudieron al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque (Elaboración Propia).

**CUADRO N° 2: ESTADISTICO DE PROCEDIMIENTOS REALIZADOS Y OTROS**

| N° | ESTUDIO GAMMAGRAFICO    | ISOTOPO UTILIZADO | ACTIVIDAD ADMINISTRADA<br>(mCi) | TASA DE EXPOSICION<br>(μSv/h) |
|----|-------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 26 | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 5.26                          |
| 27 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.25                         |
| 28 | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 12                              | 152.96                        |
| 29 | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 10                              | 112.33                        |
| 30 | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 15                              | 134.52                        |
| 31 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.69                         |
| 32 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 18.25                         |
| 33 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.34                         |
| 34 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.25                         |
| 35 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 18.55                         |
| 36 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 4.26                          |
| 37 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.95                          |
| 38 | RASTREO TIROIDEO        | I 131             | 3                               | 25.14                         |
| 39 | RASTREO TIROIDEO        | I 131             | 3                               | 23.56                         |
| 40 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.25                         |
| 41 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.25                         |
| 42 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.56                         |
| 43 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.56                         |
| 44 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.56                          |
| 45 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 4.24                          |
| 46 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.20                         |
| 47 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.67                         |
| 48 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.65                         |
| 49 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.54                         |
| 50 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.24                          |

Fuente: Datos tomados a través del registro de datos de pacientes que acudieron al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque (Elaboración Propia).

**CUADRO N° 3: ESTADISTICO DE PROCEDIMIENTOS REALIZADOS Y OTROS**

| N° | ESTUDIO GAMMAGRAFICO    | ISOTOPO UTILIZADO | ACTIVIDAD ADMINISTRADA<br>(mCi) | TASA DE EXPOSICION<br>( $\mu$ Sv/h) |
|----|-------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 51 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.15                               |
| 52 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.25                               |
| 53 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 13.57                               |
| 54 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.04                               |
| 55 | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 15                              | 125.21                              |
| 56 | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 5.26                                |
| 57 | GAMMAGRAFIA RENAL       | TC 99 M           | 7                               | 4.59                                |
| 58 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.51                                |
| 59 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.05                               |
| 60 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.25                               |
| 61 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.24                                |
| 62 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.56                               |
| 63 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.14                               |
| 64 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.02                               |
| 65 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 4.27                                |
| 66 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.24                                |
| 67 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.25                               |
| 68 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.36                               |
| 69 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.25                               |
| 70 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 3.56                                |
| 71 | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 4.07                                |
| 72 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.25                               |
| 73 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.01                               |
| 74 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 12.06                               |
| 75 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.06                               |

Fuente: Datos tomados a través del registro de datos de pacientes que acudieron al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque (Elaboración Propia).

**CUADRO N° 4: ESTADISTICO DE PROCEDIMIENTOS REALIZADOS Y OTROS**

| N°  | ESTUDIO GAMMAGRAFICO    | ISOTOPO UTILIZADO | ACTIVIDAD ADMINISTRADA<br>(mCi) | TASA DE EXPOSICION<br>( $\mu$ Sv/h) |
|-----|-------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 76  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 13.58                               |
| 77  | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 2.31                                |
| 78  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.32                               |
| 79  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.25                               |
| 80  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 11.23                               |
| 81  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.00                               |
| 82  | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 12                              | 105.34                              |
| 83  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 12.04                               |
| 84  | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 10                              | 98.25                               |
| 85  | GAMMAGRAFIA DE TIROIDES | TC 99 M           | 5                               | 2.96                                |
| 86  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 12.05                               |
| 87  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 9.78                                |
| 88  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 12.56                               |
| 89  | RASTREO TIROIDEO        | I 131             | 3                               | 25.78                               |
| 90  | RASTREO TIROIDEO        | I 131             | 3                               | 26.80                               |
| 91  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.25                               |
| 92  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 15.46                               |
| 93  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 17.05                               |
| 94  | RASTREO TIROIDEO        | I 131             | 3                               | 23.15                               |
| 95  | RASTREO TIROIDEO        | I 131             | 3                               | 22.45                               |
| 96  | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 14.56                               |
| 97  | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 15                              | 135.21                              |
| 98  | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 10                              | 102.12                              |
| 99  | TERAPIA DE HIPERFUNCION | I 131             | 10                              | 96.54                               |
| 100 | GAMMAGRAFIA OSEA        | TC 99 M           | 25                              | 16.55                               |

Fuente: Datos tomados a través del registro de datos de pacientes que acudieron al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque (Elaboración Propia).



**CUADRO N° 5: RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS EN RELACION TASA DE EXPOSICION – ESTUDIO GAMMAGRAFICO.**

| <b>ESTUDIO GAMMAGRAFICO</b> | <b>TASA DE EXPOSICION PROMEDIO<br/>(<math>\mu</math>Sv/h)</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| GAMMAGRAFIA DE TIROIDES     | 3.59                                                          |
| GAMMAGRAFIA OSEA            | 15.43                                                         |
| GAMMAGRAFIA RENAL           | 5.18                                                          |
| RASTREO TIROIDEO            | 24.48                                                         |
| TERAPIA DE HIPERFUNCION     | 118.05                                                        |

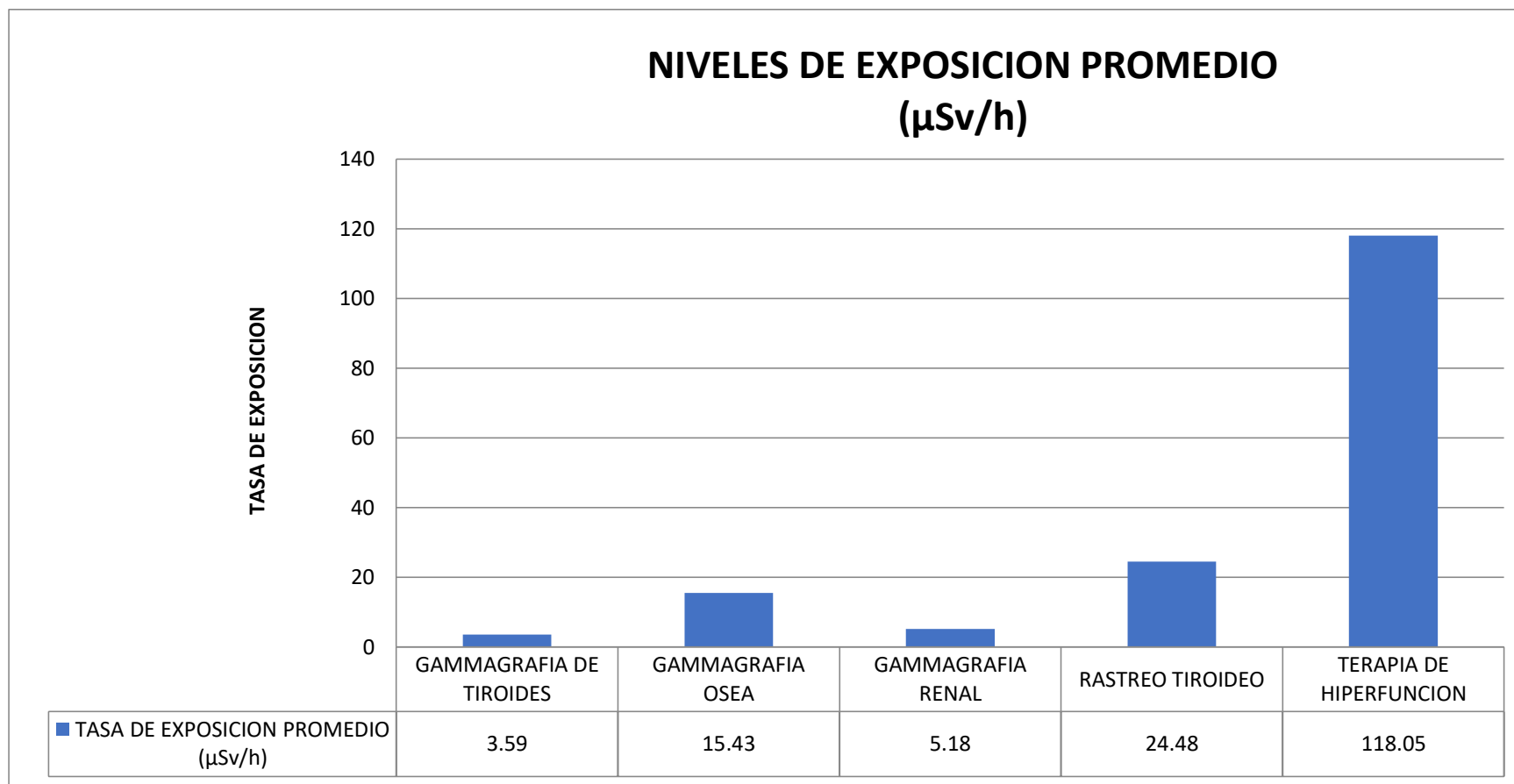
**CUADRO N° 6 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS EN RELACION TASA DE EXPOSICION – ISOTOPO.**

| <b>TIPO DE ISÓTOPO</b> | <b>TASA DE EXPOSICIÓN PROMEDIO<br/>(<math>\mu</math>Sv/h)</b> |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| I 131                  | 75.46                                                         |
| TC 99 M                | 11.55                                                         |

**CUADRO N° 7: RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS EN RELACION TASA DE EXPOSICION – ACTIVIDAD**

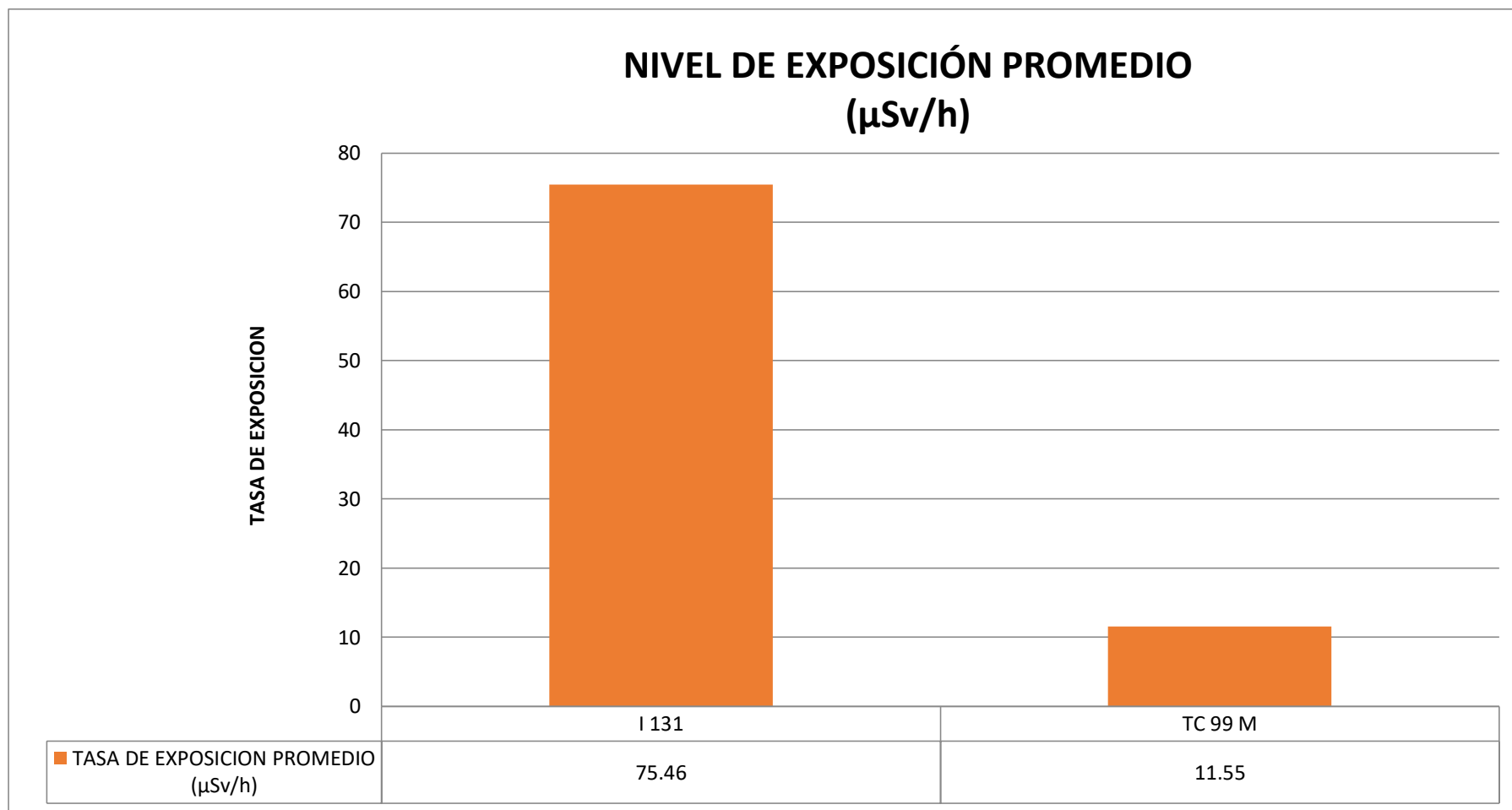
| <b>ACTIVIDAD ADMINISTRADA<br/>(mCi)</b> | <b>TASA DE EXPOSICION PROMEDIO<br/>(<math>\mu</math>Sv/h)</b> |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 25                                      | 21.91                                                         |
| 23                                      | 12.56                                                         |
| 7                                       | 5.53                                                          |
| 5                                       | 3.99                                                          |

**GRAFICO N° 1 - REPRESENTACION DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS EN  
RELACION TASA DE EXPOSICION – ESTUDIO GAMMAGRAFICO.**



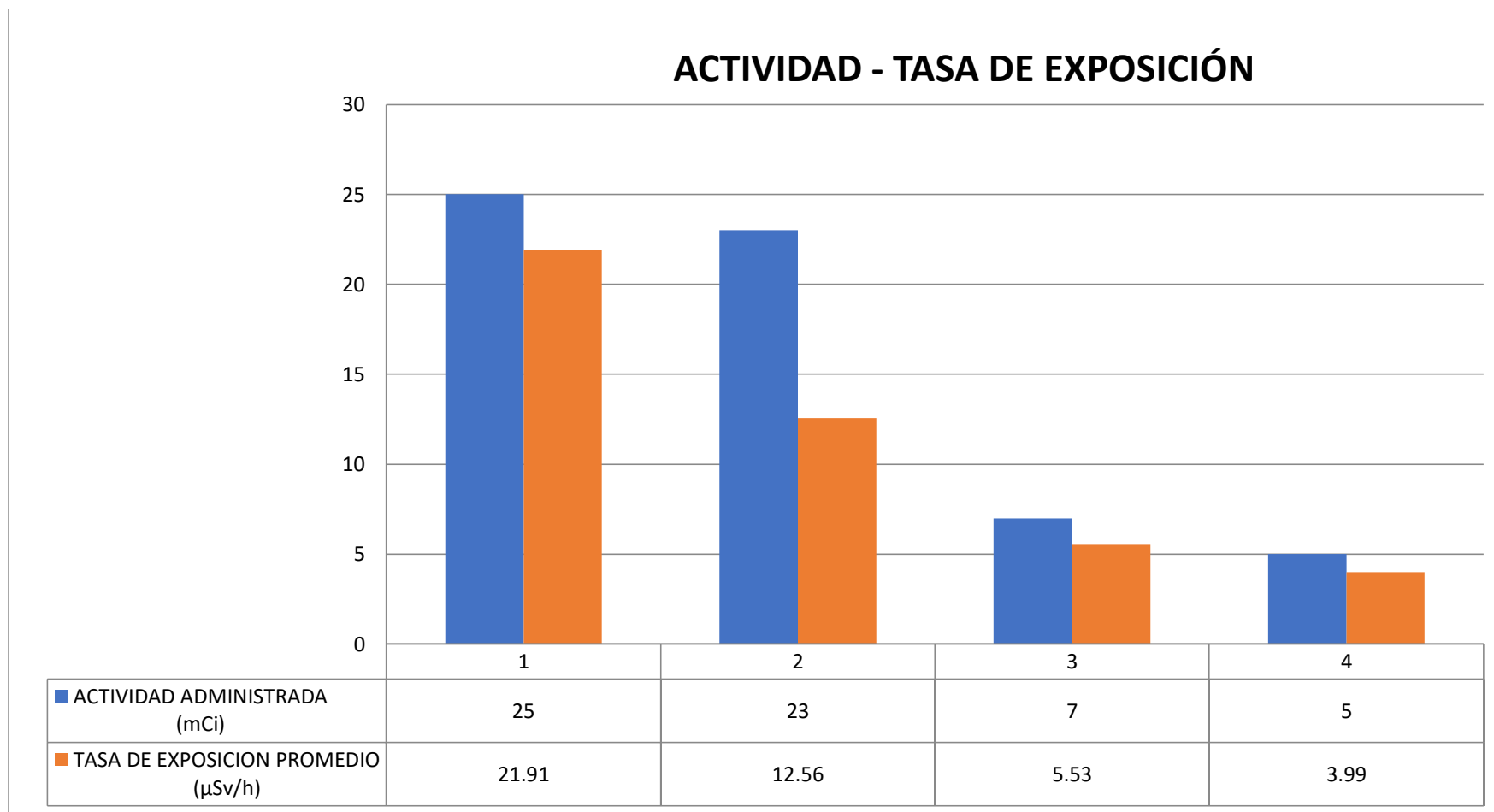
Fuente: Cuadro N° 5 (Elaboración Propia)

**GRAFICO N° 2 - REPRESENTACION DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS EN  
RELACION TASA DE EXPOSICIÓN – ISOTOPO.**



Fuente: Cuadros N° 6 (Elaboración Propia)

**GRAFICO N° 3 - REPRESENTACION DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS EN  
RELACION TASA DE EXPOSICIÓN – ACTIVIDAD**



Fuente: Cuadros N° 7 (Elaboración Propia)

## **INTERPRETACIÓN**

1. El total de los datos registrados fue de 100.
2. Se observa mayor tendencia en exposición a isótopo de mayor energía (I – 131) en procedimientos de terapias de hiperfunción, según gráfico N° 2
3. Se observa menor tasa de exposición en estudios de gammagrafía de tiroides, según gráfico N° 1
4. Se observa mayor tasa de exposición en relación a la actividad administrada por cada uno de los procedimientos desarrollados según gráfico N° 3

## **RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE NIVELES DE EXPOSICIÓN**

Los resultados obtenidos en la evaluación de los registros de datos (cuadros 1 - 7) de niveles de exposición en los diferentes procedimientos desarrollados a pacientes que acudieron al Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque de la Ciudad de Chiclayo, indican que se debe tener en cuenta los sistemas de seguridad y protección radiológica en el desarrollo de los procedimientos y técnicas utilizadas para la obtención de imágenes de diagnóstico clínico con calidad diagnóstica; minimizando de esta manera la exposición a la radiación ionizante en el personal asistencial y por ende disminuyendo la probabilidad de efectos estocásticos al personal de salud involucrado en la realización de los procedimientos ofertados por el Servicio de Medicina Nuclear.

## **RESULTADOS DE LA INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN DE LOS REGISTROS DE DATOS**

1. Los registros de datos (cuadro N° 1 – 4), indican los niveles de exposición diferenciados por cada tipo de procedimiento e isótopo utilizado, lo cual representa un posible efecto estocástico en la salud del personal asistencial en el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Regional Lambayeque de la Ciudad de Chiclayo.
2. Los registros de datos (cuadro N° 1 – 4) indican una elevada tasa de exposición, registrada en procedimientos de terapia de hiperfunción, el cual deberá tener en cuenta el personal asistencial de salud al momento de desarrollar el procedimiento respectivo, como parte del tratamiento del paciente.
3. Del gráfico N° 1 se tiene que los niveles de exposición altos registrados con el uso de isótopo de energía menores (Tc 99 m) se registra en los exámenes de gammagrafía ósea, los cuales deberá tener en cuenta el personal asistencial de la salud en el Servicio de Medicina Nuclear.
4. Del gráfico N° 2 se tiene que la menor tasa de exposición se produce con el isótopo de menor energía (Tc 99 m), así mismo la mayor tasa de exposición corresponde al isótopo de mayor energía (I 131).
5. El mayor nivel de exposición se produce en relación a las terapias de hiperfunción dadas con isótopos de alta energía (I131) según gráfico N° 1

## CONCLUSIONES

1. El resultado de la evaluación de los niveles de exposición al personal asistencial del Servicio de Medicina Nuclear, según los procedimientos desarrollados a pacientes sometidos a la realización de estudios de diagnóstico radiológico (gammagrafías), indica que se debe tener en cuenta las técnicas de protección radiológica en el personal de salud, disminuyendo los posibles efectos estocásticos producidos por la exposición a fuentes de radiación ionizantes abiertas (Tc 99 m, I 131).
2. Existe relación directa entre los procedimientos desarrollados con fuentes de radiación ionizante abierta y los niveles de exposición al personal del Servicio de Medicina Nuclear; dichos niveles podrían desarrollar posibles efectos estocásticos en el personal asistencial involucrado en la realización de los procedimientos de diagnóstico y/o terapias.
3. Del registro de tasa de exposición que generan los pacientes atendidos por administración del radiofármaco para la realización del estudio, se evidencia una exposición enmarcada dentro de los límites permitidos en los protocolos de estudios desarrollados en el servicio de medicina nuclear; pudiendo ser optimizados de acuerdo al principio ALARA (tan bajo como razonablemente sea posible)

## **RECOMENDACIONES**

Se deberá tener presente los sistemas de seguridad y protección radiológicas en cada una de las técnicas y /o procedimientos desarrollados en el Servicio de Medicina Nuclear, a fin de disminuir los posibles efectos estocásticos en el personal de salud que participa en el desarrollo de las actividades en relación a sus funciones asistenciales.

Se deberá tener en cuenta la vigilancia radiológica de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales, para el seguimiento oportuno en la exposición inesperada a las radiaciones ionizantes con el uso de fuentes de radiaciones abiertas.

Se deberán mejorar los protocolos de realización de estudios gammagraficos a fin de disminuir como tan bajo razonablemente sea posible la tasa de exposición en el personal asistencial; manteniendo la calidad de imagen para el diagnóstico radiológico.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Yovera A. Juan, (2015) Evaluación de la efectividad de los medios de radioprotección en el personal de imagenología del hospital nacional de policía ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes en el periodo de enero 2011 a junio 2011.
2. Hernández D, Marrero LO, Ledea O. Empleo de la Medicina Nuclear y las Técnicas de las Imágenes en las afecciones del Sistema Óseo. Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología. 2012 Setiembre-Diciembre; 26(2).
3. Del Cura JL, Pedraza S, Gayete A. Radiología Esencial. primera ed. Buenos Aires: Panamericana; 2009.
4. Alexandra J. Hernández-Piñero; Martha E. Pernalet-Ruiz (2017) .leucemia ocupacional: importancia de la prevención. *Comunidad y Salud* 15 (1),86
5. Méndez A, Maldonado JJ. Trastornos Hematopoyéticos en trabajadores expuestos a Radiaciones Ionizantes. Medicina y Seguridad del Trabajo. 2014 Enero-Marzo; 60(234).
6. Raya P. (2017) Aportación del Servicio de Protección Radiológica a la Seguridad y Salud del Personal Expuesto a Radiaciones Ionizantes en la Universidad de Córdoba (Tesis Doctoral) Universidad de Córdoba. España
7. Chuco S, (2016) Valores de dosimetría efectiva y equivalente de tecnólogos médicos que laboran en el servicio de radiología. Hospital Nacional PNP “Luis N. Sáenz”. Enero 2015 - diciembre 2015 (Tesis pre grado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú
8. Izaguirre A. (2018) Exposición a la radiación ionizante en el personal médico del departamento de anestesiología. (Tesis de Post Grado) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala

9. Tomasina Fernando, Laborde Amalia, Spontón Freddy, Blanco Daniel, Pintado Carlos, Stoloivas Nurit et al . Vigilancia de la exposición a radiaciones ionizantes en el personal universitario de la salud. Rev. Cubana Salud Pública [Internet].2010 Mar [citado 2016 Abr 20] ; 36( 1 ): 119-127. Disponible en : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662010000100012&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662010000100012&lng=es).
10. Caspe N. Dosimetria Personal Fundamentos de la Protección Radiológica. [Tesis]. Buenos Aires: Universidad Nacional General San Martín. Escuela de Ciencia y Tecnología.
- 11 Díaz-Valecillos Marbenis, Fernández Janice, Rojas Alicia, Valecillos José, Cañizales Jenny. Alteraciones cromosómicas en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Investclín [Internet]. 2004 Sep [citado 2016 Jul 22].
- 12 Sont W. N, Zielinsk, J. M. i, Ashmore J. P., Jiang H., Krewski D, M. E. Fair, P. R. Band and E. G. Létourneau . First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the national dose registry of Canada.
13. Baños MA. Bases Físicas y Biológicas del Radiodiagnóstico Médico. Segunda ed. España: Universidad de Murcia; 2003.
14. IPEN [página principal en internet].Perú: Ipen; c2003 [actualizado 2013 Ago 02; citado 2015 Dic 10]. [Aprox. 3 pantallas].Disponible en: [http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ds009\\_97em.pdf](http://www.ipen.gob.pe/site/regulacion/normatividad/ds009_97em.pdf)
15. Andisco D, Blanco S, Buzzzi AE. Dosimetría en Radiología. Revista Argentina de Radiología. 2014 Abril-Junio; 78(114-117).

16. Cherry Jr. Vigilancia de la salud en el trabajo. Seguridad radiológica. Radiaciones ionizantes. Enciclopedia de salud y seguridad e el trabajo.3ra ed. Madrid: Ministerio de Trabajo Sociales;2010:48-9. [En español].
17. Magnitudes y unidades dosimétricas. Viena: International Atomic Energy Agency
18. Instituto Catalán de la Salud. Técnico Especialista en Radiodiagnóstico de Atención Primaria Sevilla: MAD; 2006.
19. Carrio I, Gonzales P. Medicina Nuclear: Aplicaciones Clínicas .España: Masson; 2003.
20. Ziessman H, O'Malley J, Thrall J. Medicina Nuclear: Los Requisitos en Radiología. Tercera ed. España: Elsiever; 2007.
21. Cromer AH. Física para las Ciencias de la Vida. Segunda ed. Barcelona: Reverte; 2007.
22. Cristina PM. La Física en la Medicina. Segunda ed. D.F México: Fondo de Cultura Económica; 2013.
23. Fernández JM, González AM, Gracia A. Fundamentos de Física Medica. Brosed A.Madrid: ADI Servicios Editoriales.
24. Protección radiología's Blog: Dosimetría[Internet].España: protección radiológica.2010. [Consultado 2015 Dic 12]. Disponible en:  
<https://proteccionradiologica.wordpress.com/category/5-dosimetria/>
25. Nuclear control[página en internet]. Perú: nuclear control; c2007 [citado 9 ene 2016];[aprox. 3 pantallas]. Disponible en:  
<http://www.nuclearcontrol.com.pe/pe/dosimetro.pdf>

26. Nuclear control[página en internet]. Perú: nuclear control;  
c2007 [citado 9 ene 2016];[aprox. 3 pantallas]. Disponible en:  
  
<http://www.nuclearcontrol.com.pe/pe/lector.pdf>
27. Cortez JM. In Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales: Seguridad e Higiene del Trabajo. novena ed. Madrid: Tebar; 2007.
28. Fuentes L, Felipe S, Valencia V. Efectos Biológicos de los Rayos x en la Práctica de Estomatología. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2015 Mayo- Junio; 14(3).18.
29. Díaz J. Manual Básico de Enfermería: Técnica y Quirúrgica Madrid: Díaz de Santos; 1998.
30. Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. Real Decreto 783/2001 [página en internet]. España: Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes;c2001 [citado 15 ene 2016];[aprox. 1 pantalla]. Disponible en: .  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2001-14555](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2001-14555)
31. Gil JM, Andrades H, Ramos S, Rodríguez R, De la Corte L. Técnico especialista en Radiodiagnóstico del Servicio Gallego de Salud MAD E, editor. Sevilla: MAD; 2006.