



UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO

Título del proyecto de investigación:

**DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A RADIACIONES
IONIZANTES MEDIANTE RESULTADOS DE MEDICION DOSIMETRICA
TERMOLUMINISCENTE**

Autor

LCDO. ANDERSSON ALEXANDER SANTANA ESPINALES

Proyecto de Titulación presentado como requisito para la obtención del título de
Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

Portoviejo, Abril del 2021



UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO

Dirección de Postgrados

Título del Proyecto de Investigación

**DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A RADIACIONES
IONIZANTES MEDIANTE RESULTADOS DE MEDICION DOSIMETRICA
TERMOLUMINISCENTE**

Autor

LCDO. ANDERSSON ALEXANDER SANTANA ESPINALES

Proyecto de Titulación presentado como requisito para la obtención del título de
Magister en Seguridad y Salud Ocupacional

Portoviejo, Abril 2021

Derechos de autor: Según la actual Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5:

“el derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.” (Ecuador. Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5)

Inscribir el derecho de autor es opcional y si el estudiante lo decide debe inscribir los derechos de autor en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI). Si lo va a hacer internacionalmente debe tomar en cuenta las normas internacionales para microfilmado.

Portoviejo Abril del 2021



Universidad San Gregorio de Portoviejo

Dirección de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A RADIACIONES
IONIZANTES MEDIANTE RESULTADOS DE MEDICION DOSIMETRICA
TERMOLUMINISCENTE**

Dr. Eugenio Radamés Borroto Ph.D

Director De Postgrado

Dr. Luis Vásquez Zamora Ph.D

Coordinador De la Maestría De MSSO

Dra. Janeth Salvador Moreno Ph.D

Directora De La Maestría De MSSO.

Portoviejo, Abril del 2021

ÍNDICE

CERTIFICACION INICIAL DE APROBACION DEL TUTOR	iv
FICHA DE SEGUIMIENTO DEL TUTOR	v
ARTICULO CIENTIFICO	1

TESINA:

INTRODUCCIÓN	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
JUSTIFICACION	24
OBJETIVOS	25
METODOLOGIA	26
RESULTADOS	28
DISCUSION	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43



CERTIFICACION INICIAL DE APROBACION DEL TUTOR

En calidad de tutor del estudiante Andersson Alexander Santana Espinales, que cursa sus estudios en el programa de cuarto nivel: MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, dictado en la facultad de postgrado de la Universidad San Gregorio Portoviejo.

CERTIFICO

Que he analizado el informe del trabajo científico con el título: **DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES MEDIANTE RESULTADOS DE MEDICION DOSIMETRICA TERMOLUMINISCENTE**, presentado por el estudiante **ANDERSSON ALEXANDER SANTANA ESPINALES** con cedula de ciudadanía No 1312048679, como requisito previo para optar por el grado académico de: **MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**, considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos necesarios de carácter académico y científico, por lo que lo apruebo

Atentamente

Mg. José Luis Saá
Abril del 2021

FICHA DE SEGUIMIENTO DEL TUTOR

ARTICULO CIENTIFICO

DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES MEDIANTE RESULTADOS DE MEDICION DOSIMETRICA TERMOLUMINISCENTE

*DETERMINACION DEL GRADO DE EXPOSICION A RADIACIONES
IONIZANTES MEDIANTE RESULTADOS DE MEDICION DOSIMETRICA
TERMOLUMINISCENTE*

Autor: Andersson Alexander Santana Espinales

Graduado de la Maestría de Seguridad y Salud Ocupacional "Cuarta Cohorte" de la Universidad San Gregorio de Portoviejo, Manabí Ecuador.

Resumen

La radiología es una rama de la medicina que en la actualidad se ha convertido un pilar fundamental del diagnóstico médico, porque interviene para precisar, tratar y seguir la evolución de una patología.

El constante crecimiento del uso de radiación ionizantes en el campo médico y con relación al campo de protección radiológica obliga a cada operador portar un dosímetro personal Termoluminiscente los cuales son instrumentos sensibles a la radiación que permiten medir la dosis acumulada durante un periodo determinado, de esta manera se realiza un control de dosis recibida por el personal ocupacionalmente expuesto. Estos dosímetros miden la radiación pasiva midiendo la intensidad de la luz visible emitida por un cristal sensible en el detector cuando el cristal se calienta. La intensidad de la luz emitida es medida por el lector TLD y depende de la exposición a la radiación. Los cristales termoluminiscentes detectores de radiación son del tipo TLD-100 de LiF (Mg, Ti) tipo cuadrado, de alta sensibilidad y tejido equivalente.

El presente artículo se enfoca en las lecturas dosimétricas del personal ocupacionalmente expuesto emitidas por una empresa externa, la cual trabaja de acuerdo a los estándares de calidad y desempeño establecidos por la Subsecretaria

de Control y Aplicaciones Nucleares; de acuerdo a estas mediciones se podrá determinar el grado de exposición ocupacional que recibe cada operador de manera bimestral y anual, comparándolos con valores de referencia internacionalmente emitidos por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas lo que permite tomar acciones de prevención eficaces según corresponda. Este estudio inicia con una población de 46 trabajadores de los cuales se empieza a hacer una exclusión a aquellos que no tengan continuidad de reportes dosimétricos dentro de un periodo de cinco años, con la adecuada exclusión se procesan los datos de 21 trabajadores del área de imagenología de diferentes instituciones los que constan con su dosímetro personal de cuerpo entero.

Palabras clave

Dosimetría, dosimetría personal, Lectura dosimétrica, Protección radiológica, vigilancia de exposición radiológica.

Introducción

La radiología es una rama de la medicina que en la actualidad se ha convertido un pilar fundamental del diagnóstico médico, porque interviene para precisar, tratar y seguir la evolución de una patología.

Los equipos de radiodiagnóstico médico han evolucionado rápidamente de convencional a digital, por lo que “esta situación preocupa a los expertos, dado que con los sistemas digitales modernos pueden producirse sobreexposiciones que pueden pasar inadvertidas para el radiólogo” (Adriana, 2009).

La ejecución de una gran diversidad de procedimientos en la práctica médica, diariamente genera exposición a la radiación ionizante, lo que nos obliga a llevar una vigilancia médica adecuada del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), dentro de esta vigilancia médica se incluyen “la dosimetría personal que en la actualidad es un tema difícil de abordar, pero de vital importancia para una adecuada estimación de las dosis con las cuales estamos trabajando” (D. Andisco, 2014).

Las radiaciones ionizantes implican varios riesgos que afectan a la salud del paciente y del personal ocupacionalmente expuesto, “estos riesgos deben aportar la mayor cantidad de beneficio posible para el paciente, caso contrario cualquier riesgo añadido, no importa cuán pequeño sea, es inaceptable si no se beneficia al paciente” (Oswaldo Ramos N, 2013).

“El uso de la radiación es una actividad cotidiana de la vida moderna que conlleva un riesgo que debe de ser comparable con el riesgo asociado a otras acciones aceptadas por la sociedad” (Ramírez, 2010). “Los beneficios de la radiación ionizante se asocian a los riesgos potenciales que deben abordarse para evitar la aparición de *efectos inducidos por la radiación*” (Felipe Rivera Gonzalez, Programa de Vigilancia Radiológicas Individual, 2020). Para este propósito, es importante un programa de protección radiológica bien definido que nos ayude a prevenir este tipo de efectos que con el tiempo puede afectar nuestra salud, estos se clasifican en

efectos estocásticos (o probabilísticos) y no estocásticos (o no probabilísticos). (D. Andisco, 2014).

“Los principios fundamentales y la importancia de la Protección Radiológica deben ser comprendidos por todo el personal de la institución” (Álvarez, 2020). “Una adecuada protección radiológica de los trabajadores involucrados es esencial para garantizar el uso seguro y aceptable de las radiaciones en esta práctica” (Hernández, 2015). Para esto se debe tomar en cuenta las medidas de control emitidas por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables en conjunto con la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares los cuales están basados en El Decreto Supremo 3640 con su Registro Oficial 891 de 08-ago.-1979.

Desde la perspectiva de protección radiológica los cristales termoluminiscente (TLD) son utilizados para la dosimetría personal, estos cristales “deben acoplarse a un dispositivo pasivo que a través de unos filtros permita determinar la dosis de un trabajador ocupacionalmente expuesto con mayor precisión” (Cruz Salazar, 2011), sin embargo es importante recalcar que existen “diferentes tipos de cristales TLDs con diferentes aplicaciones y tipos de radiación en los cuales pueden ser usados” (Cruz Salazar, 2011). Los dosímetros con cristales TLD miden la radiación pasiva midiendo la intensidad de la luz visible emitida por un cristal sensible en el detector cuando el cristal se calienta, la intensidad de la luz emitida es medida por el lector TLD depende de la exposición a la radiación.

“Las magnitudes dosimétricas recomendadas con fines de protección radiológica son la dosis equivalente (Hp), dosis efectiva (E), dosis absorbida(D), el kerma (K)” (Felipe Rivera Gonzalez, Programa de Vigilancia Radiologica Individual, 2020). El equivalente de dosis individual “Hp (d) que es la dosis equivalente en tejido blando, a una profundidad apropiada a partir de un punto especificado sobre el cuerpo humano y está medido en sieverts” (Renovables, 2015).

Los límites de dosis respecto a la exposición de radiación del POE son 50 mSv/año según Registro Oficial-891 del 8 de agosto de 1979 del Ecuador y 20 mSV/año según la Recomendación Internacional Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) (Arias, 2006) (Atómica, 2016).

En la actualidad, el personal que se desempeña en esta práctica médica debe cumplir a cabalidad con el programa de protección radiológica que incluye efectuar las normativas descritas en El Decreto Supremo 3640, en las que indica, hacer uso adecuado del equipo de protección, así como de los dispositivos de vigilancia radiológica individual el cual “todo licenciatarario está obligado a usar detectores de control de dosimetría personal adecuados (Decreto 3640, 1979)”.

Dentro del territorio nacional las empresas que brindan el servicio de dosimetría personal deben ser especializados y trabajar de acuerdo con estándares de calidad y desempeño establecidos por la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN).

Las lecturas dosimétrica se realizan de manera bimestral o trimestral de acuerdo a las necesidades de la institución a realizar esta práctica, en la mayoría de instituciones dentro del campo de radiodiagnóstico médico se encuentran varias técnicas que implican el uso de radiación ionizantes (tomografía computarizada, mamografía, radiografía convencional fija, radiografía con equipo portátil de rayos X, densitometría ósea), para la cuales la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares indica que se debe tener un Oficial de Seguridad Radiológica (OSR) a tiempo completo o parcial con el fin de vigilar de manera minuciosa las dosis de radiación reportadas de manera bimensual o trimestral. Desde el punto de vista de Seguridad y Salud Ocupacional en este campo de aplicación es necesario disminuir los riesgos físicos por radiación ionizantes con el objetivo de evitar la aparición de los efectos estocásticos o no estocásticos que son inducidos por esta práctica y afectan la salud del personal ocupacionalmente expuesto y del paciente.

Considerando lo antes mencionado nos enfrentamos a una gran problemática en este campo, la cual un mínimo descuido o el no cumplimiento de las normativas emitidas por organismos regulatorios puede afectar la salud del POE provocando desde eritemas en la piel hasta un cáncer inducido por radiación. Las radiaciones ionizantes implican varios riesgos físicos por lo que es de utilidad la presencia de un OSR mínimo de tiempo parcial para que realice los análisis y controles de las

mediciones dosimétricos tomando en cuenta que en condiciones normales no superen los límites establecidos.

El presente estudio tiene por finalidad comparar los valores de referencia internacionalmente emitidos por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas con las lecturas dosimétricas del personal ocupacionalmente expuesto del área de imagenología de las distintas instituciones que se dedican a esta práctica médica lo que permite tomar acciones de prevención eficaces según corresponda.

Metodología

El presente artículo se basa en un estudio descriptivo retrospectivo longitudinal con datos obtenidos del programa de dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto del área de imagenología de diferentes instituciones en las que se brinda atención al público con la realización de estudios imagenológicos tanto a niños como adultos en general. Cabe mencionar que en todas las instituciones se realizan turnos rotativos con jornadas de 24 horas. Como objeto de estudio se excluye al personal que labore con exposición a radiación en más de una institución debido a que esto provoca un error en la lectura de la cantidad de radiación absorbida por el trabajador.

Para la realización de este estudio se utilizaron dosímetros terminoluminiscentes emitido por una empresa externa que brinda el servicio especializado en lecturas de este tipo. El dosímetro se lo describe como:

Un instrumento de medición de radiación inventado en 1954 por el profesor Farrington Daniels de la Universidad de Wisconsin-Madison. Los dosímetros de TLD son aplicables a situaciones en las que no se necesita información en tiempo real, pero se desean registros precisos de monitoreo de dosis acumulada para compararlos con las mediciones de campo o para evaluar el potencial de efectos a largo plazo en la salud. Los dosímetros TLD miden la radiación pasiva midiendo la intensidad de la luz visible emitida por un cristal

sensible en el detector cuando el cristal se calienta. La intensidad de la luz emitida es medida por el lector TLD y depende de la exposición a la radiación. (Connor, 2020)

Los dosímetros TLD pueden medir un mayor rango de dosis en comparación a los de placas con películas, por ende, tienen un grado de fiabilidad muy alto debido a que estos se basan en el Equivalente de dosis individual, Hp (d). “Es la dosis equivalente en tejido blando, a una profundidad apropiada, a partir de un punto especificado sobre el cuerpo humano y está medido en sieverts” (Renovables, 2015). La dosis equivalente recibe dos cantidades operativas comunes para la vigilancia individual emitidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), “El Hp (0,07), es la dosis equivalente en piel a 0,07mm de profundidad en el cuerpo desde el punto de aplicación del dosímetro personal. El Hp (10), es la dosis equivalente en 10mm de profundidad en el cuerpo desde el punto de aplicación del dosímetro. (Carlos Ubeda, 2018)

En la actualidad existen varios cristales TLDs los cuales tienen diferentes aplicaciones y tipos de radiación en la que pueden ser utilizados, para este estudio se utilizó la lectura emitida por cristales terminoluminiscente de tipo TLD-100 de LiF (Mg, Ti) tipo cuadrado, de alta sensibilidad y tejido equivalente (Dosisrad, s.f.) ideales para radiación gamma y rayos x.

La obtención de las lecturas dosimétricas se realizó mediante el dosímetro terminoluminiscente (TLD-100) con datos emitidos por una empresa externa que brinda el servicio especializado en lecturas de este tipo, la población inicial para este estudio fue de 46 trabajadores de diferentes instituciones que realizan esta práctica médica, de los trabajadores en mención se toma una muestra 21 con mediciones en un periodo de 5 años (2015-2019) La normativa legal en la que se basa la investigación es el Decreto Supremo 3640 Registro Oficial 891 de 08-ago.-1979. Durante el desarrollo de esta investigación se tuvo contacto directo con las autoridades y jefes de servicio del área de cada institución los cuales brindaron un grado de aceptación positivo para la obtención y uso de esta información.

Con el inicio del planteamiento del problema para la elaboración del artículo se pretendía realizar una comparación de una muestra de los seis últimos años, pero debido a la pandemia de Covid-19 en algunas instituciones se terminó el contrato dosimétrico y no se dio renovación inmediata al mismo. por lo antes mencionado, existiendo de esa manera una falta de continuidad de las lecturas dosimétricas; lo que se traduce a una limitación para la elaboración de presente artículo.

Resultados

El estudio de investigación se realiza con una población de 46 trabajadores de los cuales se empieza a hacer una exclusión a aquellos que no tengan continuidad de reportes dosimétricos dentro del periodo planteado en este estudio por diferentes motivos como cambio de área, reciente vinculación o desvinculación de la institución, por lo anteriormente expuesto se decide incluir para este estudio una muestra de 21 trabajadores con mediciones bimestrales dentro de los cinco últimos años y excluir a 25 trabajadores que no poseen lecturas dosimétricas únicamente del año 2018 y 2019.

Con el total de dosis acumulada de cada personal ocupacionalmente expuesto se procede a sacar el porcentaje de manera individual con los límites de 20 y 50 mSv/año en relación con la dosis acumulada anualmente. Posterior a esto se prosigue a definir los rangos de porcentaje de la siguiente manera, menor a 0.9%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, mayor a 6%

Con los rangos de dosis determinados se procede a realizar una clasificación por dosis anual acumulada con 20 mSv/año que es el límite de dosis permitido, dando como resultado en el año 2015 a 1 trabajador dentro del rango de dosis equivalente al 1%, en el 2% evidenciamos a 3 trabajadores, dentro del grupo del 3% se sitúan 9 trabajadores, 5 trabajadores en el grupo de 4%, 3 trabajadores en el grupo de 5%; en el año 2016 se sitúa 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 6 trabajadores en el grupo de 1%, 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% dosis, 10 trabajadores en el grupo equivalente al 3% de dosis, 1 trabajador en el grupo

equivalente al 4% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 5% de dosis; en el año 2017 se sitúa 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 5 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 2% de dosis, 2 trabajadores en el grupo equivalente al 3% de dosis, 10 trabajadores en el grupo equivalente al 4% de dosis y 2 trabajadores en el grupo equivalente a mayor a 6% de dosis; en el año 2018 se sitúa 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 4 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 6 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis, 5 trabajadores en el grupo equivalente al 3% de dosis y 5 trabajadores en el grupo equivalente al 4% de dosis; en el año 2019 se sitúan 13 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 3% de dosis y 5 trabajadores en el grupo equivalente al 4% de dosis

De la misma manera ya con los rangos de dosis definidos se procede a realizar una clasificación por dosis anual acumulada con 50 mSv/año que es el límite de dosis máxima permitida para el POE teniendo como resultado en el año 2015 a 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 14 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis y 6 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis; en el año 2016 se sitúan 6 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 13 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis y 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis; en el año 2017 se sitúan 6 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 6 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 8 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis y 1 trabajador en el grupo equivalente al 4% de dosis; en el año 2018 se sitúan 5 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis y 16 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis; en el año 2019 se sitúan 10 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 9 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis y 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis.

En lo que respecta a la dosis total acumulada dentro de un periodo de 5 años los organismo reguladores indican que el POE no debe sobrepasar los 100 mSv, para esto vuelve a tomar en consideración los rangos anteriormente establecidos y a la

vez se procede a determinar la cantidad de Personal comprendidas en cada rango, de la misma manera se establece el porcentaje de la muestra total (21 trabajadores) evidenciando que el 19% de trabajadores se encuentra en el grupo equivalente al 1% de dosis, el 24% de trabajadores se sitúa en el grupo equivalente al 2% de dosis, el 48% de trabajadores se encuentra en el grupo equivalente al 3% de dosis, y el 10% de trabajadores se encuentra en el grupo equivalente al 4% de dosis, abarcando así al 100% de la población inmersa en este estudio.

Con los resultados obtenidos podemos realizar la comparación de los mismos con los valores establecidos por organismos reguladores de dosis de radiación para el personal ocupacionalmente expuesto la misma que indica en el Registro Oficial 891 del 8 de ago-70 del Ecuador que el operador no puede exceder los 50mSv/año y como recomendación internacional del Organismo Mundial de Energía Atómica (OIEA no debe superar los 20mSv/año, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio de investigación se determina que el personal ocupacionalmente expuesto escogido como muestra se encuentran por debajo del límite de dosis máximo permisible, lo cual se traduce a un buen uso de las prendas de protección radiológicas y a sus vez el adecuado uso del dosímetro personal.

Discusión

Las organizaciones distinguidas en materia de protección radiológica son 3: La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) que fue conformada desde 1928 con el fin de emitir recomendaciones y prestar asesoramiento sobre todos los aspectos relacionados con la protección contra las radiaciones ionizantes. De la misma manera existe el Organismo Mundial de Energía Atómica (OIEA) que se creó en 1958 que es una organización independiente de las Naciones Unidas con el fin de procurar, establecer estándares de seguridad y la aplicación de estos, el Comité Científico de Naciones Unidas Sobre los Efectos de la Radiación Atómica creada en el año 1955 y se encarga de estudiar los efectos de la radiación atómica.

Todos estos organismos desde su creación han encaminado normas internacionales sobre protección radiológica que con el pasar del tiempo han ido evolucionando con el fin de precautelar la seguridad de las personas; la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) para el personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes “estableció un límite de dosis anual de 500 mSv. Para 1947 este límite fue reducido a 150 mSv, en 1977 fue de 50 mSv y desde 1990 el límite de dosis anual ocupacional recomendado es de 20 mSv” (Saravia-Rivera, 2013).

La OIEA establece que las normas constituyen la referencia internacional en relación con los requisitos de seguridad radiológica y tienen importantes repercusiones para la elaboración de políticas y la toma de decisiones. Su aprobación y aplicación facilitarán la puesta en práctica que contribuirán a lograr una mayor coherencia entre las disposiciones en materia de protección y seguridad de los distintos Estados (Atómica, 2016).

En base a los límites de dosis permisibles de radiación ionizantes del POE en el continente Europeo específicamente en España “el límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial” (Real Decreto 783, 2001) mientras que en el territorio ecuatoriano dentro de su (Decreto 3640) en el apartado de límite de dosis nos direcciona al Registro Oficial de 1979 el cual es parte fundamental del organismo regulador del país.

La dosimetría es la medición de la exposición de los rayos X, gamma u otro tipo de radiación que se usan en el tratamiento o diagnóstico (Renovables M. d., s.f.); la cual es medida por el dosímetro que se lo describe como una herramienta de medición en el contexto de protección radiológica.

En relación con el correcto uso del dosímetro, “hay que tener presente que debe llevar dosímetro toda persona profesionalmente expuesta, que dirija u opere dicha instalación” (Ecuador, 2018). De la misma manera lo indica la (Súper Intendencia de Argentina, 2018) haciendo énfasis que los trabajadores con pluriempleo deben contar con dos o más dosímetros por empleo. Además, ambas instituciones incluido

el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España en su Normas de Protección de radiaciones ionizantes redactada por (Adoracion Pascual) concuerdan en que el dosímetro debe ser usado dentro de la jornada de trabajo y al finalizar esta debe ser almacenado en un lugar fuera de la zona controlada, y no deber ser expuesto ni a radiaciones solares debido a que por estos motivos puede existir una lectura de manera bimestral o trimestral errónea.

En las normas de protección radiológica se hace mención de un oficial de seguridad radiológica (OSR) la cual es una persona con conocimientos en ciencias físicas, biológicas, médicas o de ingeniería afín a la práctica los cuales son certificados por la entidad reguladora existente en cada territorio; en la “Norma Técnica Para Las Actividades De Licenciamiento y Operación en Radiología Intervencionista, Radiodiagnóstico Médico, Odontológico; y, Veterinario” del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR) de Ecuador indica que se delega al OSR total o parcialmente la ejecución de tareas necesarias para la seguridad radiológica, pero manteniendo en su totalidad la responsabilidad primaria correspondiente, a su vez en el Anexo VII del MERNNR indica las (Funciones Generales del Oficial de Seguridad Radiológica, 2020).

Todos los países en comparación son pertenecientes a al OIEA, por ende; se basan en las mismas normativas, pero de manera particular en cada país existen organismos reguladores para instituciones que utilizan la radiación con fines médicos que en base los lineamientos de la ICRP surgen distintos reglamentos pero con el propósito del cuidado, control de radiación y de condiciones de seguridad en el trabajo que prevengan riesgos para la salud. En base a lo anterior, se puede determinar que los valores medidos dentro del periodo establecido a estudiar en comparación con los límites dispuestos por organismos reguladores de dosis de radiación para el personal ocupacionalmente expuesto se encuentran debajo del límite de dosis permisible.

Conclusiones y Recomendaciones

La protección radiológica es una actividad multidisciplinar de carácter científico y técnico con la finalidad de la protección de personas y del medio ambiente contra los efectos nocivos provocados por esta práctica. Dentro del programa de protección radiológica incluye la vigilancia radiológica del POE, la cual consiste en dotar de herramientas certificadas para medir la cantidad de radiación a la que está expuesta el personal. La importancia de un correcto programa de vigilancia implica un seguimiento de la dosis absorbida del POE por parte del oficial de seguridad radiológica (cuando fuese necesario) o la persona que se encuentre designado para esta actividad.

Si bien es cierto, es importante mencionar que con esta investigación destacamos una vez más que los equipos o elementos de protección personal son la última barrera de protección ante el riesgo, lo que en el contexto de esta práctica se traduce al correcto uso de las prendas de protección radiológica para evitar la aparición de los efectos estocásticos o determinísticos que afectan la salud e integridad de las personas.

En base a los datos obtenidos de la población y en comparación con los límites de dosis establecidos por organismos reguladores (nacional e internacional) del personal ocupacionalmente expuesto evidenciamos que se encuentran debajo del límite de dosis permisible lo que se traduce a un buen programa de vigilancia radiológica implementado dentro las instituciones. Ante ello se recomienda no relajar u olvidar las medidas de prevención que el uso de esta práctica médica implica, sin olvidar que para hacer posible esto se debe realizar el correcto uso de las prendas de protección y aplicar el principio básico ALARA (As Low As Reasonably Achievable) que se traduce a «tan bajo como sea razonablemente alcanzable»; además se recomienda a aquellos trabajadores con pluriempleo mantengan un dosímetro por cada empleo, para que los reportes dosimétricos de cada institución no contengan datos erróneos.

Por consiguiente, el uso de radiación con fines médicos cada vez es más frecuente y es necesario que el personal en formación pre-profesional para esta área tenga plasmado la finalidad e importancia del programa de protección radiológica que deben seguir a cabalidad dentro del ejercicio de su profesión para prevenir la aparición de efectos que conlleva esta práctica sin protección.

Bibliografía

Adoracion Pascual, E. G. (s.f.). Radiaciones Ionizantes: Normas de protección NTP 614.

Adriana, C. (2009). Riesgos asociados con las radiaciones ionizantes. *Revista Argentina de Cardiología*, pp. 123-128.

Álvarez, R. A. (Agosto de 2020). *Revista Médica Ocronos*. Obtenido de <https://revistamedica.com/proteccion-radiologica/#Introduccion>

Arias, C. F. (2006). La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Revista Panaman Salud Pública*.

Atómica, O. I. (2016). Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación; Normas Básicas Internacionales de Seguridad. *Normas de Seguridad del OIEA para la Protección de las Personas y el Medio Ambiente*.

Carlos Ubeda, D. N. (2018). Magnitudes y unidades para dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto en radiodiagnóstico e intervencionismo. *Revista chilena de radiología*, 5-11.

Connor, N. (Junio de 2020). *Radiation Dosimetry*. Obtenido de <https://www.radiation-dosimetry.org/es/que-es-el-dosimetro-termoluminiscente-tld-definicion/#:~:text=Dosimetr%C3%ADa%20de%20radiaci%C3%B3n,Un%20dos%C3%ADmetro%20termoluminiscente%20%2C%20abreviado%20como%20TLD%20%2C%20es%20un%20dos%C3%ADmetro%20de,cuando>

Cruz Salazar, A. C. (2011). Lectura de Dosímetros Tld en el Contexto de la Protección Radiológica. *TECCIENCIA*, 28-39.

- D. Andisco, S. B. (2014). Dosimetría en Radiología. *Revista Argentina en Radiología*.
- Decreto 3640, R. O.-a. (1979). Reglamento de Seguridad Radiológica . Quito.
- Dosisrad. (s.f.). *Dosisrad - Servicio Especializado en Seguridad Radiológica*.
Obtenido de <http://dosisrad.com/>
- Ecuador, D. (6 de abril de 2018). *Dosisrad Ecuador , Servicio Especializado en Seguridad Radiologica*. Obtenido de <http://dosisrad.com/uso-correcto-del-dosimetro>
- Felipe Rivera Gonzalez, A. V. (2020). Programa de Vigilancia Radiologica Individual. *Trabajo de Grado para obtener el grado de Maestría en Protección Radiológica - Universidad Especializada de las Américas*.
- Felipe Rivera Gonzalez, A. V. (2020). Programa de Vigilancia Radiológicas Individual. En A. V. Felipe Rivera Gonzalez. Panamá.
- Funciones Generales del Ofical de Seguridad Radiológica, O. d. (2020). *Anexo VII, Funciones Generales del Ofical de Seguridad Radiológica - Osr de una Instalacion Radioactiva*. Ministerio de Energia y Recursos Naturales noRenovables, .
- Hernández, R. ,. (2015). PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OCUPACIONAL EN PRÁCTICA. *Radioprotección: Nuevos Desafíos para un Mundo en Evolución*.
- Ministerio De Energía Y Recursos Naturales No Renovables. (2020). *Acuerdo No MERNNR-MERNNR-2020-0026-AM*. Quito.
- Oswaldo Ramos N, M. V. (2013). Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico. *Revista Chilena de Radiología*.
- Ramírez, M. P. (2010). Medidas Básicas de Protección Radiológica . *Instituto Nacional de Cancerología , 25-30*.

- Real Decreto 783. (2001). Reglamento Sobre Protección Sanitaria Contra Radiaciones Ionizantes. *Ministerio de la presidencia - Legislación Consolidada*, BOE-A-2001-14555.
- Renovables, M. d. (2015). *Requisitos Técnicos y Administrativos Para los Servicios de Dosimetría Personal de Radiación Externa*. Quito: Registro Oficial - Tribunal Constitucional de la República del Ecuador.
- Renovables, M. d. (s.f.). *GOb.ec*. Obtenido de *Gob.ec*:
https://www.gob.ec/mernnr/tramites/dosimetria-personal-externa-cuerpo-entero#:~:text=*La%20dosimetr%C3%ADa%20es%20la%20medici%C3%B3n,en%20el%20tratamiento%20o%20diagn%C3%B3stico.
- Renovables., M. d. (2020). *Norma Técnica Para Las Actividades De Licenciamiento Y Operación En Radiología Intervencionista, Radiodiagnóstico Médico, Odontológico; Y, Veterinario*. QUITO .
- Saravia-Rivera, G. E. (2013). Protección y seguridad radiológicas. *Anales de Radiología México*, 105-110.
- Súper Intendencia de Argentina, R. d. (2018). *Manual de Buens Practicas Tecnologías Radiológicas/Radiodiagnóstico*. En e. y. ministerio de trabajo.

TESINA

INTRODUCCIÓN

La radiología es una rama de la medicina que en la actualidad se ha convertido un pilar fundamental del diagnóstico médico, porque interviene para precisar, tratar y seguir la evolución de una patología.

Los equipos de radiodiagnóstico médico han evolucionado rápidamente de convencional a digital, por lo que esta situación preocupa a los expertos, dado que con los sistemas digitales modernos pueden producirse sobreexposiciones que pueden pasar inadvertidas para el radiólogo.

Las radiaciones ionizantes son capaces de producir daños orgánicos, así como lo hacen muchos otros agentes físicos, químicos o biológicos. Las radiaciones ionizantes interactúan con los átomos que componen las moléculas de la materia viva, provocando principalmente el fenómeno de ionización, el mismo que puede dar lugar a cambios importantes en las células, tejidos, órganos, y en el individuo en su totalidad. La clase y magnitud del daño dependen del tipo de radiación, de su energía, de la dosis absorbida (energía depositada), de la zona afectada, y del tiempo de exposición.

Así como en cualquier otro tipo de lesión, este daño orgánico en ciertos casos puede recuperarse; esto dependerá de la severidad del caso, de la parte afectada, y del poder de recuperación del individuo, en la posible recuperación, la edad y el estado general de salud del individuo serán factores importantes.

La ejecución de una gran diversidad de procedimientos en la práctica médica diariamente genera exposición a la radiación ionizante, lo que nos obliga a llevar una vigilancia médica adecuada del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), dentro de esta vigilancia médica se incluye la dosimetría personal que en la actualidad es un tema difícil de abordar, pero de vital importancia para una adecuada estimación de las dosis con las cuales estamos trabajando.

Las radiaciones ionizantes implican ciertos riesgos que afectan a la salud del paciente y del personal ocupacionalmente expuesto, estos riesgos deben aportar la

mayor cantidad de beneficio posible para el paciente, caso contrario cualquier riesgo añadido, no importa cuán pequeño sea, es inaceptable si no se beneficia al paciente. La exposición a esta desencadenan efectos estocásticos cuya definición indica son aquellos cuya probabilidad de que aparezca aumenta con la dosis de la radiación pero la gravedad es la misma, y efectos no estocásticos o deterministas que son aquellos que aparecen como consecuencia de elevadas exposiciones a radiación, que resultan en daños a un número importante de células y en los que existe una dosis umbral por debajo de la cual no se producirán dichos efectos, ante esto debemos tener en cuenta que no todas las células y órganos reaccionan de la misma manera ante la radiación debido a que unos son más radiosensibles y otros mas radio-resistentes,

Los beneficios de la radiación ionizante se asocian a los riesgos potenciales que deben abordarse para evitar la aparición de efectos inducidos por la radiación. Para este propósito, es importante un programa de protección radiológica bien definido que nos ayude a prevenir este tipo de efectos que con el tiempo puede afectar nuestra salud. Es importante mencionar que una adecuada protección radiológica de los trabajadores involucrados es esencial para garantizar el uso seguro y aceptable de las radiaciones en esta práctica. Para esto se debe tomar en cuenta las medidas de control emitidas por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables en conjunto con la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares los cuales están basados en El Decreto Supremo 3640 con su Registro Oficial 891 de 08-ago.-1979.

Desde la perspectiva de protección radiológica los cristales terminoluminiscente (TLD) son utilizados para la dosimetría personal, los cuales deben acoplarse a un dispositivo pasivo que a través de unos filtros permita determinar la dosis de un trabajador ocupacionalmente expuesto (POE) con mayor precisión, sin embargo es importante recalcar que existen diferentes tipos de cristales TLDs con diferentes aplicaciones y tipos de radiación en los cuales pueden ser usados. Los dosímetros con cristales TLD miden la radiación pasiva midiendo la intensidad de la luz visible emitida por un cristal sensible en el detector cuando el cristal se calienta, la

intensidad de la luz emitida es medida por el lector TLD depende de la exposición a la radiación.

Las magnitudes dosimétricas recomendadas con fines de protección radiológica son la dosis equivalente (Hp), dosis efectiva (E), dosis absorbida (D) y kerma (K). la dosis equivalente es aquella dosis equivalente en tejido blando, a una profundidad apropiada, a partir de un punto especificado sobre el cuerpo humano y está medido en sieverts, esta dosis recibe dos cantidades operativas comunes para la vigilancia individual emitidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP); El Hp (0,07), es la dosis equivalente en piel a 0,07mm de profundidad en el cuerpo desde el punto de aplicación del dosímetro personal El Hp (10), es la dosis equivalente en 10mm de profundidad en el cuerpo desde el punto de aplicación del dosímetro.

Los límites de dosis respecto a la exposición de radiación del POE son 50 mSv/año según Registro Oficial-891 del 8 de agosto de 1979 del Ecuador y 20 mSV/año según la Recomendación Internacional Organismo Internacional de Energía Atómica, a su vez en el reglamento en mención se hace énfasis en dosis permitida por órgano la cual el Cuerpo entero, gónadas, médula ósea 5 rem/año y 3 rem/trimestre; Hueso, piel de todo el cuerpo, tiroides 30 rem/año y 15 rem/trimestre; Manos, antebrazos, pies, tobillos 75 rem/año y 40 rem/trimestre; Todos los otros órganos 15 rem/año y 8 rem/trimestre. Exceptuando la al personal femenino en edad reproductiva, quien no puede recibir más de 1.25 rem/trimestre, y la mujer en estado de gravidez, quien no podrá recibir más de 1 rem durante el período de embarazo.

En la actualidad, el personal que se desempeña en esta práctica médica debe cumplir a cabalidad con el programa de protección radiológica que incluye efectuar las normativas descritas en El Decreto Supremo 3640, en las que indica, hacer uso adecuado del equipo de protección, así como de los dispositivos de vigilancia radiológica individual el cual todo Licenciario está obligado a usar detectores de control de dosimetría personal adecuados.

Dentro del territorio nacional las empresas que brindan el servicio de dosimetría personal deben ser especializados y trabajar de acuerdo con estándares de calidad

y desempeño establecidos por la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN).

Las lecturas dosimétrica se realizan de manera bimestral o trimestral de acuerdo a las necesidades de la institución a realizar esta práctica, en la mayoría de instituciones dentro del campo de radiodiagnóstico medico se encuentran varias técnicas que implican el uso de radiación ionizantes (tomografía computarizada, mamografía, radiografía convencional fija, radiografía con equipo portátil de rayos x, densitometría ósea), para la cuales la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) indica que se debe tener un oficial de Seguridad Radiológica (OSR) a tiempo completo o parcial con el fin de vigilar de manera minuciosa las dosis de radiación reportadas de manera bimensual o trimestral (según corresponda). Desde el punto de vista de Seguridad y Salud Ocupacional en este campo de aplicación es necesario disminuir los riesgos físicos por radiación ionizantes con el objetivo de evitar la aparición de los efectos estocásticos o no estocásticos que son inducidos por esta práctica y afectan la salud del personal ocupacionalmente expuesto y del paciente.

El presente estudio tiene por finalidad comparar los valores de referencia internacionalmente emitidos por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas con las lecturas dosimétricas del personal ocupacionalmente expuesto del área de imagenología de las distintas instituciones que se dedican a esta práctica médica lo que permite tomar acciones de prevención eficaces según corresponda.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de radiaciones ionizantes con fines médicos mejora la calidad de vida y ayuda a la sociedad, para el uso de las mismas se debe tomar en cuenta los beneficios y sus riesgos los cuales cualquier riesgo añadido, no importa cuán pequeño sea, es inaceptable si no se beneficia al paciente; esta problemática se observa a nivel mundial, nacional y local; donde el desconocimiento y relajación de medidas básicas de protección radiológica forma parte importante de los riesgos que se pueden presentar por la aplicación de radiación sin medidas y herramientas de protección radiológica.

El personal ocupacionalmente expuesto para ejercer esta práctica debe cumplir con ciertos requisitos emitidos por Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR) y la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) dentro de los cuales está la obtención de licencia profesional que previa a esta se debe aprobar en su totalidad el programa de protección radiológica el cual es dictado por el SCAN. Dentro del programa de protección radiológica incluye la vigilancia radiológica del Personal ocupacionalmente expuesto (POE), la cual consiste en dotar de herramientas certificadas (dosímetro) para medir la cantidad de radiación a la que está expuesta el personal; el correcto uso del dosímetro es un tema difícil de abordar, pero de vital importancia para una adecuada estimación de las dosis con las cuales estamos trabajando.

Considerando lo antes mencionado logramos evidenciar que nos enfrentamos a una gran problemática en este campo, debido a que un mínimo descuido o el no cumplimiento de las normativas emitidas por organismos regulatorios puede afectar la salud del POE provocando desde eritemas en la piel hasta un cáncer inducido por radiación. Es importante mencionar que por muchas veces los trabajadores constan de más de un empleo que implica el uso de radiaciones ionizantes lo que dificulta la medición de dosis absorbida por este, debido a que no en todos los empleos constan de dosímetro. Ante tal problemática se procede a realizar la

siguiente investigación en diferentes instituciones que se dedican a esta práctica debido a que no en todas se hace un análisis de los reportes dosimétricos que recibe la institución por cada trabajador de esta área, esto por falta de un Oficial de Seguridad Radiológica o persona encargada para realizar esta actividad.

JUSTIFICACION

La siguiente investigación es de vital importancia para el personal ocupacionalmente expuesto debido a que en muchas instituciones no se cuenta con un Oficial de Seguridad Radiológica (OSR) mínimo de tiempo parcial para que realice los análisis y controles de las mediciones dosimétricos bimensuales tomando en cuenta que en condiciones normales no superen los límites establecidos.

Considerando lo anterior, se realiza esta investigación con varias instituciones y se procede a realizar una comparación de los reportes dosimétricos con valores de dosis permitida a nivel nacional e internacional y determinar que no superen los límites de dosis establecidos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Comparar los valores de referencia internacionalmente emitidos por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas con las lecturas dosimétricas del personal ocupacionalmente expuesto del área de imagenología de las distintas instituciones que se dedican a esta práctica médica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar datos de lecturas dosimétricas de varias instituciones de un periodo de cinco años.
- Analizar los reportes dosimétricos recopilados y realizar la exclusión de trabajadores que por tener más de un empleo lleven a una comparación incorrecta de dosis absorbida.
- Comparar valores de dosis permitidas a nivel nacional e internacional, en conjunto con normas de buenas prácticas diferentes continentes del mundo.

METODOLOGIA

El presente artículo se basa en un estudio descriptivo retrospectivo longitudinal con datos obtenidos del programa de dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto del área de imagenología de diferentes instituciones en las que se brinda atención al público con la realización de estudios imagenológicos tanto a niños como adultos en general. Cabe mencionar que en todas las instituciones cuentan con servicio de imagenología y realizan turnos rotativos con jornadas de 24 horas; dos instituciones en estudio cuentan con 19 trabajadores en el área de imagenología y una institución con 8 trabajadores. Como objeto de estudio se excluye al personal que labore con exposición a radiación en más de una institución debido a que esto provoca un sesgo de cantidad de radiación absorbida por el trabajador. Además, se excluye al personal que no tenga lecturas dosimétricas continua en los últimos 5 años.

Para la realización de este estudio se utilizó el dosímetro terminoluminiscente emitido por una empresa externa que brinda el servicio especializado en lecturas de este tipo. El dosímetro se lo describe como un instrumento de medición de radiación inventado en 1954 por el profesor Farrington Daniels de la Universidad de Wisconsin-Madison. Los dosímetros de TLD son aplicables a situaciones en las que no se necesita información en tiempo real, pero se desean registros precisos de monitoreo de dosis acumulada para compararlos con las mediciones de campo o para evaluar el potencial de efectos a largo plazo en la salud. Los dosímetros TLD miden la radiación pasiva midiendo la intensidad de la luz visible emitida por un cristal sensible en el detector cuando el cristal se calienta. La intensidad de la luz emitida es medida por el lector TLD y depende de la exposición a la radiación.

Los dosímetros TLD pueden medir un mayor rango de dosis en comparación a los de placas con películas, por ende, tienen un grado de fiabilidad muy alto debido a que estos se basan en el Equivalente de dosis individual, Hp (d). Es la dosis equivalente en tejido blando, a una profundidad apropiada, a partir de un punto especificado sobre el cuerpo humano y está medido en sieverts. La dosis equivalente recibe dos cantidades operativas comunes para la vigilancia individual

emitidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP); el Hp (0,07) es la dosis equivalente en piel a 0,07mm de profundidad en el cuerpo desde el punto de aplicación del dosímetro personal. El Hp (10) es la dosis equivalente en 10mm de profundidad en el cuerpo desde el punto de aplicación del dosímetro.

En la actualidad existen varios cristales TLDs los cuales tienen diferentes aplicaciones y tipos de radiación en la que pueden ser utilizados, para este estudio se utilizó la lectura emitida por cristales terminoluminiscente de tipo TLD-100 de LiF (Mg, Ti) tipo cuadrado, de alta sensibilidad y tejido equivalente ideales para radiación gamma y rayos x.

La obtención de las lecturas dosimétricas se realizó mediante el dosímetro terminoluminiscente (TLD-100) con datos bimensuales emitidos por una empresa externa que brinda el servicio especializado en lecturas de este tipo, la población inicial para este estudio fue de 30 trabajadores de diferentes instituciones que realizan esta práctica médica, de los trabajadores en mención se toma una muestra 21 con mediciones bimestrales en un periodo de 5 años (2015-2019) La normativa legal en la que se basa la investigación es el Decreto Supremo 3640 Registro Oficial 891 de 08-ago.-1979. Durante el desarrollo de esta investigación se tuvo contacto directo con las autoridades y jefes de servicio del área de cada institución los cuales brindaron un grado de aceptación positivo para la obtención y uso de esta información.

Con el inicio del planteamiento del problema para la elaboración del artículo se pretendía realizar una comparación de una muestra de los seis últimos años, pero debido a la pandemia de Covid-19 en algunas instituciones se terminó el contrato dosimétrico y no se dio renovación inmediata al mismo. por lo antes mencionado, existiendo de esa manera una falta de continuidad de las lecturas dosimétricas; lo que se traduce a una limitación para la elaboración de presente artículo

RESULTADOS

El estudio de investigación se realiza con una población de 46 trabajadores de los cuales se empieza a hacer una exclusión a aquellos que no tengan continuidad de reportes dosimétricos dentro del periodo planteado en este estudio por diferentes motivos como cambio de área, reciente vinculación o desvinculación de la institución, por lo anteriormente expuesto se decide incluir para este estudio una muestra de 21 trabajadores con mediciones bimestrales dentro de los cinco últimos años (**tabla 1**) y excluir a 25 trabajadores que no poseen lecturas dosimétricas únicamente del año 2018 y 2019 (**tabla 2**), (**Gráfico 1**)

Tabla 1. Tabla de inclusión de personal con reportes dosimétricos continuos en un periodo de 5 años

ITEM	NOMBRES	IDENTIFICACION	DOSIS ANUAL					TOTAL DE DOSIS ACUMULADA
			2015	2016	2017	2018	2019	
1	R. FABRICIO ZAMBRANO	5939506031	0.43	0.46	0.66	0	0.24	1.79
2	F. GEOVANNY M. SANTANA	5939057762	0.36	0.62	0.77	0.33	0.22	2.30
3	M. GABRIELA Z. SOLORZANO	5932500563	0.64	0.63	0.80	0.47	0.31	2.85
4	M. ANDREA A. RIVERA	5932179454	0.56	0.64	0.86	0.10	0.23	2.39
5	V. JAVIER C. ZORRILLA	5931029195	0.65	0.00	0.00	0.47	0.26	1.38
6	R. LEONARDO DEMERA	5939817756	0.56	0.57	0.75	0.36	0.24	2.48
7	J. DIEGO Z. ZAMBRANO	5931590327	0.59	0.47	0.70	0.65	0.24	2.65
8	H. ANTONIO G. VERA	5934247858	0.65	0.66	0.89	0.60	0.15	2.95
9	A. MARIA P. MOREIRA	5934104279	0.54	0.59	0.75	0.70	0.11	2.69
10	Y. KARINA C. RIOS	5937928611	0.49	0.86	2.07	0.58	0.29	4.29
11	E. OSWALDO O. MACIAS	5937928622	0.50	0.90	1.10	0.67	0.23	3.40
12	C. ALEXANDRA M. NAREA	593810833	0.71	0.52	0.80	0.35	0.70	3.08
13	J. DAVID V. RUEDA	5935418444	0.11	0.22	0.20	0.20	0.30	1.03

14	J. ALEXIS V. JARAMILLO	5939376555	0.95	0.25	0.70	0.70	0.70	3.30
15	D. LUIS ALFREDO B. SALTOS	5937417666	0.81	0.50	0.10	0.70	0.85	2.96
16	H. ADRIÁN P. MACIAS	5936301777	0.81	0.50	0.20	0.70	0.70	2.91
17	J JANINA P. MARQUINEZ	5933166788	0.95	0.58	0.70	0.70	0.80	3.73
18	A. DE LAS MERCEDES S. JURADO	5939045990	0.99	0.18	0.46	0.50	0.50	2.63
19	M. ROSIBELL L. ZAMBRANO	5939856000	0.74	0.10	0.50	0.46	0.10	1.90
20	A. ERNESTO P. BARANOSKI	5935596111	0.80	0.20	0.10	0.19	0.18	1.47
21	M JOSE U. CARMIGNIANI	5935238222	0.50	0.10	0.10	0.20	0.27	1.17

Fuente: Propio Autor

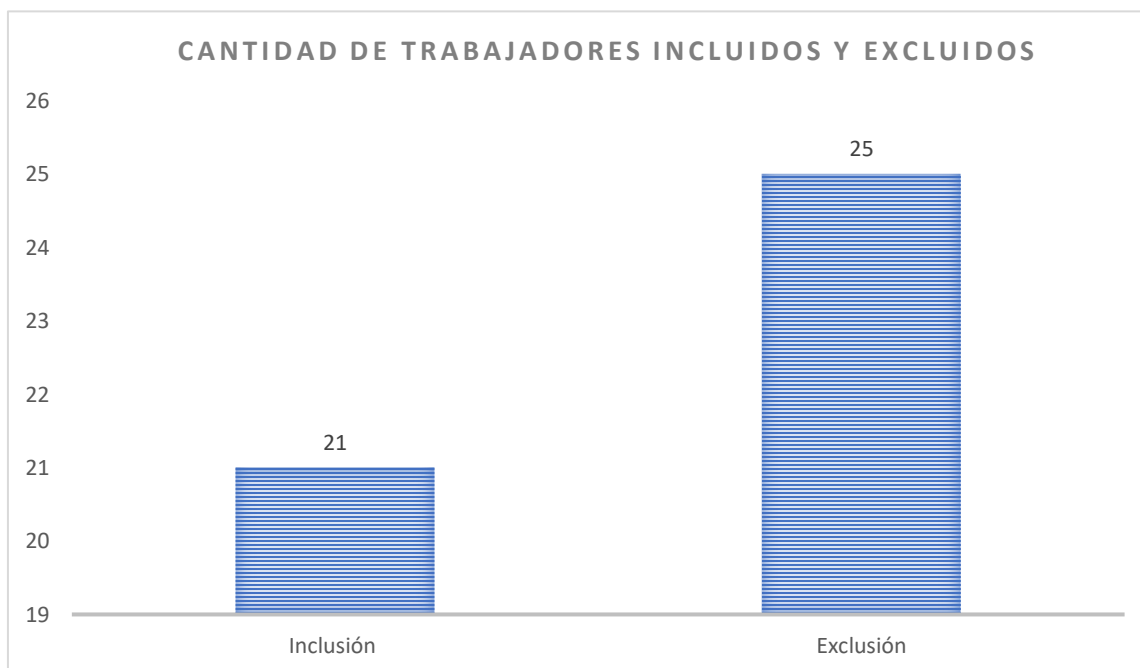
Tabla 2. Tabla de exclusión de personal que no cuenta con reportes dosimétricos continuos

ITEM	NOMBRES	CEDULA	2015	2016.00	2017	2018	2019	TOTAL DE DOSIS ACUMULADA
1	M. EDGAR G. GUENON	5932442611	0.25					0.25
2	M. ELIZABETH M. PALMA	5939496222	0.38					0.38
3	H. JAVIER M. ZAMBRANO	5930084433	0.44					0.44
4	N. CRISILA C. CASTRO	5937312344	0.30					0.30
5	Y. YIMABEL Z. MOREIRA	5939997155	0.45					0.45
6	R. DAVID I. LEON	5938882366	0.30					0.30
7	J. XAVIER A. ZAMORA	5938987977	0.35					0.35
8	G FABIAN G. DE ORO	5930016688	0.32					0.32
9	E. EXIBEL Q. RIVERA	5930016699	0.12					0.12
10	A. ALEXANDER S. ESPINALES	5932048611				0.10	0.22	0.32
11	M. ANGEL M. VERA	5936172322				0.10	0.10	0.20
12	L. MARIANA V. MONTES	5932614633				0.11	0.00	0.11
13	W. DAVID V. MENDOZA	5936482144				0.10	0.00	0.10

14	A. PATRICIA I. MENDOZA	5936482155	0.10	0.00	0.10
15	K. LISSETH P. ALVIA	5932604766	0.12	0.00	0.12
16	J. ANTONIO M. MONTESINO	5930353577	0.10	0.13	0.23
17	A. MNDEL S. NAVIA	5932044088	2.07	0.53	2.60
18	A. NICOLAS J. CAMPUZANO	5931478399	1.04	0.24	1.28
19	M. VALERIA P. POVEDA	5932861611		0.14	0.14
20	J. CARLOS C. VINCES	5933034622		0.27	0.27
21	C. LUIS A. MENDOZA	5931715533		0.27	0.27
22	K. AMANDA S. POSLIGUA	5930952844		0.27	0.27
23	P. RAFAELA S. MOREIRA	5935785955		0.26	0.26
24	M. KATHERINE Z. INTRIAGO	5930098966		0.24	0.24
25	C. STEPHANIA P. MEZA	5935882077		0.31	0.31

Fuente: Propio Autor

Gráfico 1. Cantidad de personal incluido y excluido en la investigación



Con el total de dosis acumulada de cada personal ocupacionalmente expuesto se procede a sacar el porcentaje de manera individual con los límites de 20 y 50 mSv/año en relación con la dosis acumulada anualmente (*tabla 3*) y el porcentaje por 5 años de exposición (*Gráfico 2*).

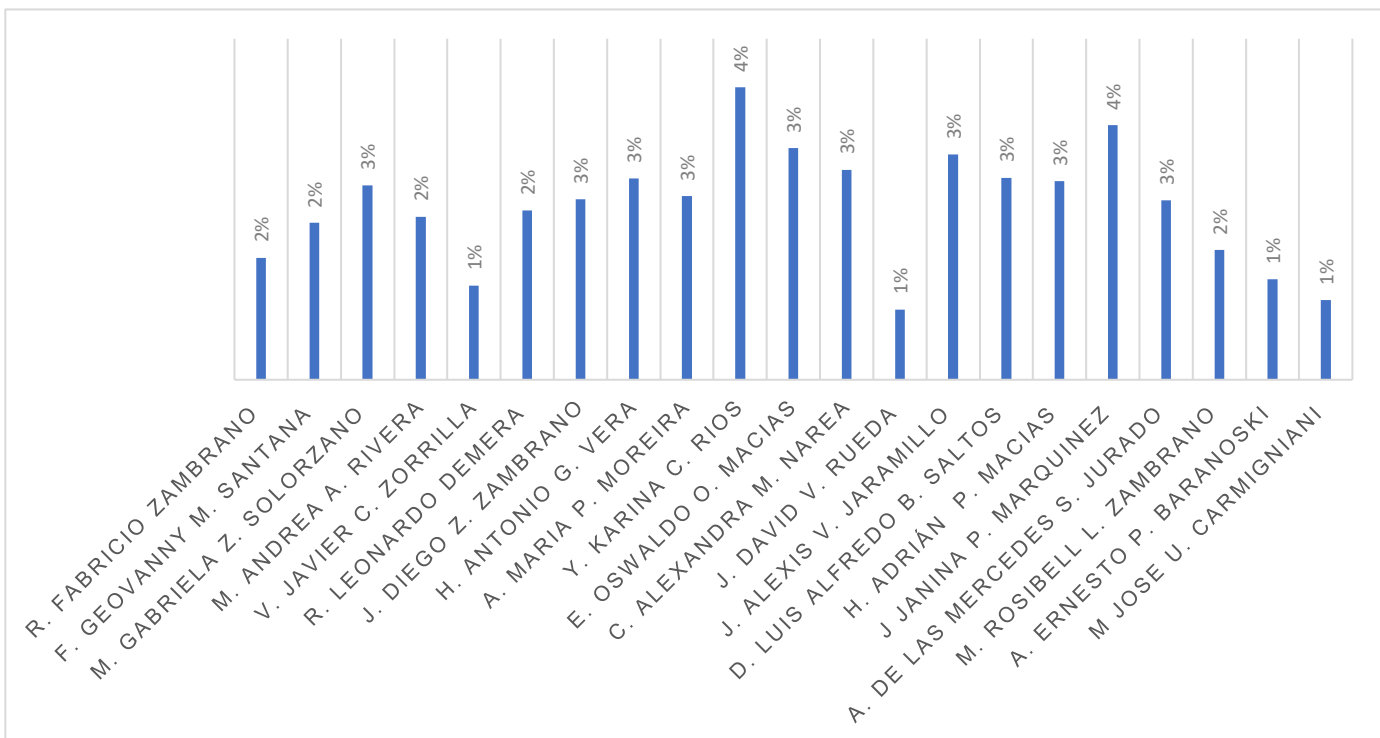
Tabla 3. Tabla de porcentaje individual con dosis de 20, 50 mSv/año y 100 mSv/5 años en relación con la dosis acumulada

ITEM	NOMBRES	2015		2016		2017		2018		2019		% 5 años
		20m Sv	50 mSv	20m Sv	50 mSv	20m Sv	50 mSv	20m Sv	50 mSv	20m Sv	50 mSv	
1	R. FABRICIO ZAMBRANO	2%	1%	2%	1%	3%	1%	0.0%	0.0	1%	0.5	2%
2	F. GEOVANNY M. SANTANA	2%	1%	3%	1%	4%	2%	2%	1%	1%	0.4	2%
3	M. GABRIELA Z. SOLORZANO	3%	1%	3%	1%	4%	2%	2%	1%	2%	1%	3%
4	M. ANDREA A. RIVERA	3%	1%	3%	1%	4%	2%	1%	0.2	1%	0.5	2%
5	V. JAVIER C. ZORRILLA	3%	1%	0.0%	0.0	0.0%	0.0	2%	1%	1%	1%	1%
6	R. LEONARDO DEMERA	3%	1%	3%	1%	4%	2%	2%	1%	1%	0.5	2%
7	J. DIEGO Z. ZAMBRANO	3%	1%	2%	1%	4%	1%	3%	1%	1%	0.5	3%
8	H. ANTONIO G. VERA	3%	1%	3%	1%	4%	2%	3%	1%	1%	0.3	3%
9	A. MARIA P. MOREIRA	3%	1%	3%	1%	4%	2%	4%	1%	1%	0.2	3%
10	Y. KARINA C. RIOS	2%	1%	4%	2%	10%	4%	3%	1%	1%	1%	4%
11	E. OSWALDO O. MACIAS	3%	1%	5%	2%	6%	2%	3%	1%	1%	0.5	3%
12	C. ALEXANDRA M. NAREA	4%	1%	3%	1%	4%	2%	2%	1%	4%	1%	3%
13	J. DAVID V. RUEDA	1%	0.2	1%	0.4	1%	0.4	1%	0.4	2%	1%	1%
14	J. ALEXIS V. JARAMILLO	5%	2%	1%	1%	4%	1%	4%	1%	4%	1%	3%
15	D. LUIS ALFREDO B. SALTOS	4%	2%	3%	1%	1%	0.2	4%	1%	4%	2%	3%

	H. ADRIÁN P.						0.4					
16	MACIAS	4%	2%	3%	1%	1%	%	4%	1%	4%	1%	3%
	J JANINA P.											
17	MARQUINEZ	5%	2%	3%	1%	4%	1%	4%	1%	4%	2%	4%
	A. DE LAS MERCEDES S.						0.4					
18	JURADO	5%	2%	1%	%	2%	1%	3%	1%	3%	1%	3%
	M. ROSIBELL L.						0.2				0.2	
19	ZAMBRANO	4%	1%	1%	%	3%	1%	2%	1%	1%	%	2%
	A. ERNESTO P.						0.4		0.2		0.4	
20	BARANOSKI	4%	2%	1%	%	1%	%	1%	%	1%	%	1%
	M JOSE U.						0.2		0.2		0.4	
21	CARMIGNIANI	3%	1%	1%	%	1%	%	1%	%	1%	1%	1%

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 2. Porcentaje individual por 5 años de exposición 100mSv/5años



Posterior a esto se prosigue a definir los rangos de porcentaje de la siguiente manera, menor a 0.9%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, mayor a 6%. Con los rangos de dosis determinados se procede a realizar una clasificación por dosis anual acumulada con 20 mSv/año que es el límite de dosis permitido, dando como resultado en el año 2015 a 1 trabajador dentro del rango de dosis equivalente al 1%, en el 2%

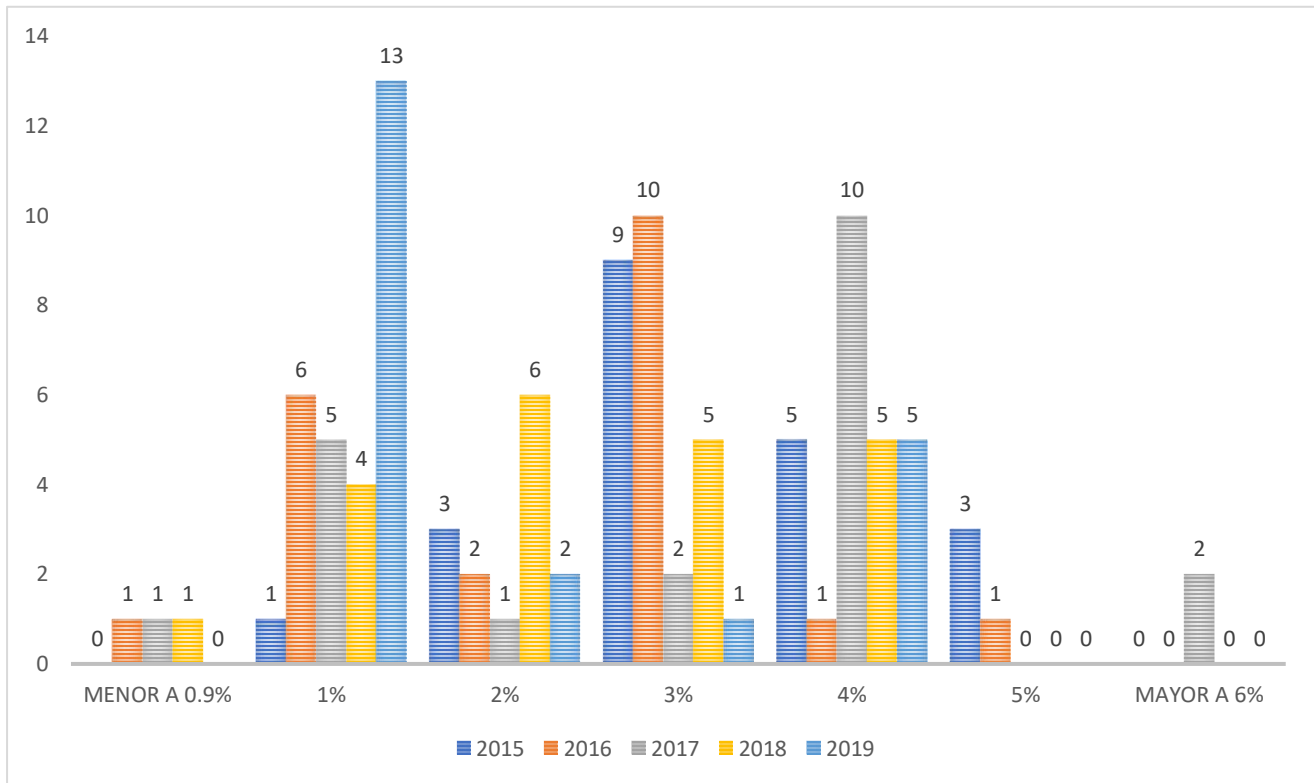
evidenciamos a 3 trabajadores, dentro del grupo del 3% se sitúan 9 trabajadores, 5 trabajadores en el grupo de 4%, 3 trabajadores en el grupo de 5%; en el año 2016 se sitúa 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 6 trabajadores en el grupo de 1%, 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% dosis, 10 trabajadores en el grupo equivalente al 3% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 4% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 5% de dosis; en el año 2017 se sitúa 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 5 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 2% de dosis, 2 trabajadores en el grupo equivalente al 3% de dosis, 10 trabajadores en el grupo equivalente al 4% de dosis y 2 trabajadores en el grupo equivalente a mayor a 6% de dosis; en el año 2018 se sitúa 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 4 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 6 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis, 5 trabajadores en el grupo equivalente al 3% de dosis y 5 trabajadores en el grupo equivalente al 4% de dosis; en el año 2019 se sitúan 13 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis, 1 trabajador en el grupo equivalente al 3% de dosis y 5 trabajadores en el grupo equivalente al 4% de dosis. (tabla 4) y (Gráfico 3).

Tabla 4. Tabla cantidad de POE contenidos en los rangos establecidos – datos referentes con el límite de dosis permitido (20mSv/año)

RANGO %	2015	2016	2017	2018	2019
	20 mSv	20 mSv	20 mSv	20 mSv	20 mSv
MENOR A 0.9%	0	1	1	1	0
1%	1	6	5	4	13
2%	3	2	1	6	2
3%	9	10	2	5	1
4%	5	1	10	5	5
5%	3	1	0	0	0
MAYOR A 6%	0	0	2	0	0
TOTAL	21	21	21	21	21

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 3. POE contenidos en los rangos establecidos – datos referentes con el límite de dosis permitido (20mSv/año)



De la misma manera ya con los rangos de dosis definidos se procede a realizar una clasificación por dosis anual acumulada con 50 mSv/año que es el límite de dosis máxima permitida para el POE teniendo como resultado en el año 2015 a 1 trabajador dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 14 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis y 6 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis; en el año 2016 se sitúan 6 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 13 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis y 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis; en el año 2017 se sitúan 6 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 6 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis, 8 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis y 1 trabajador en el grupo equivalente al 4% de dosis; en el año 2018 se sitúan 5 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis y 16 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis;

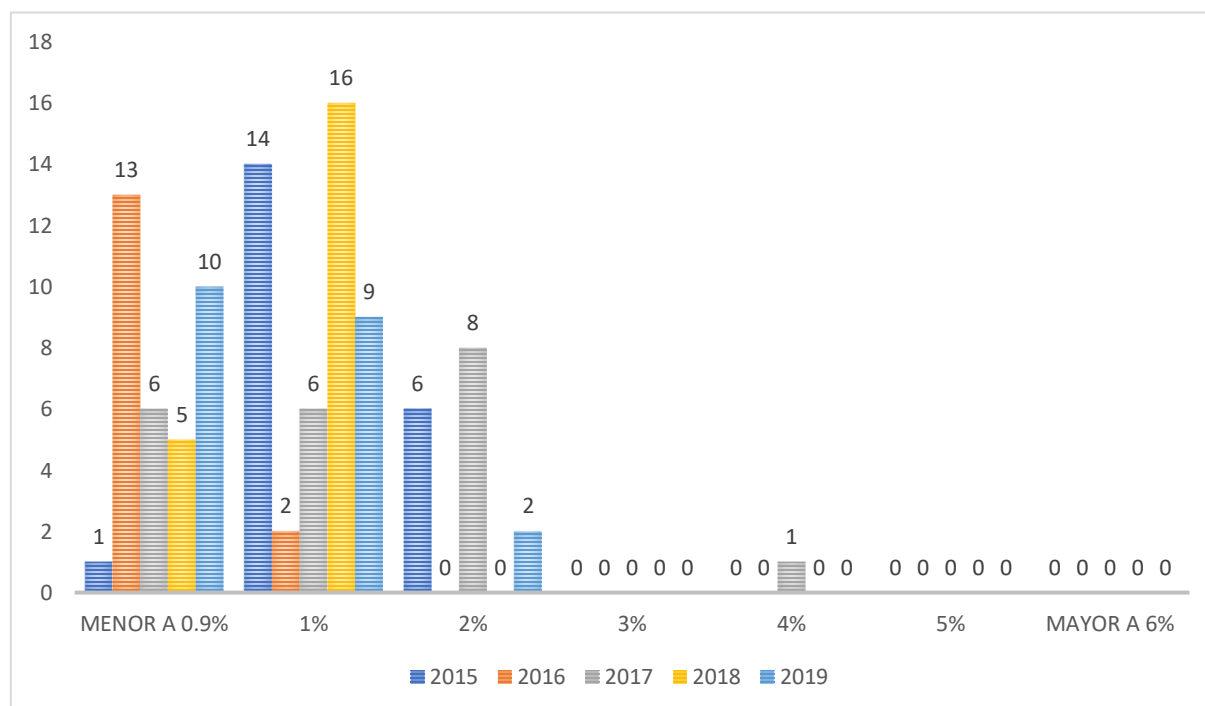
en el año 2019 se sitúan 10 trabajadores dentro del rango menor a 0.9% de dosis, 9 trabajadores en el grupo equivalente al 1% de dosis y 2 trabajadores en el grupo equivalente al 2% de dosis. (Tabla 5) y (Gráfico 4)

Tabla 5. Tabla cantidad de POE contenidos en los rangos establecidos – datos referentes con el límite de dosis máximo permitido (50mSv/año)

RANGO %	2015	2016	2017	2018	2019
	50 mSv	50 mSv	50 mSv	50 mSv	50 mSv
MENOR A 0.9%	1	6	6	5	10
1%	14	13	6	16	9
2%	6	2	8	0	2
3%	0	0	0	0	0
4%	0	0	1	0	0
5%	0	0	0	0	0
MAYOR A 6%	0	0	0	0	0
TOTAL	21	21	21	21	21

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 4. POE contenidos en los rangos establecidos – datos referentes con el límite de dosis permitido (50mSv/año)



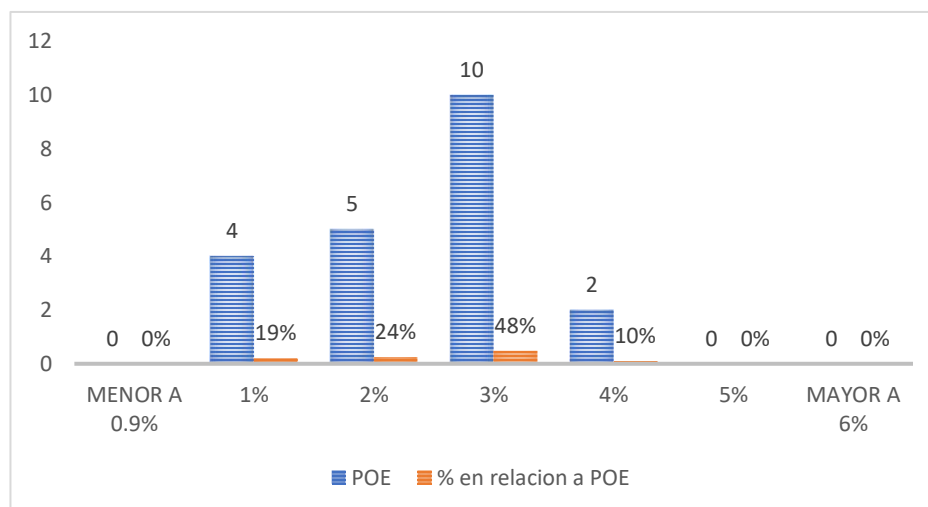
En lo que respecta a la dosis total acumulada dentro de un periodo de 5 años los organismo reguladores indican que el POE no debe sobrepasar los 100 mSv, para esto vuelve a tomar en consideración los rangos anteriormente establecidos y a la vez se procede a determinar la cantidad de Personal comprendidas en cada rango, de la misma manera se establece el porcentaje de la muestra total (21 trabajadores) evidenciando que el 19% de trabajadores se encuentra en el grupo equivalente al 1% de dosis, el 24% de trabajadores se sitúa en el grupo equivalente al 2% de dosis, el 48% de trabajadores se encuentra en el grupo equivalente al 3% de dosis, y el 10% de trabajadores se encuentra en el grupo equivalente al 4% de dosis, abarcando así al 100% de la población inmersa en este estudio. (tabla 6) y (Gráfico 5)

Tabla 6. Tabla de cantidad de POE incluido en el rango establecido, y porcentajes del límite de dosis por 5 años en relación a la cantidad de trabajadores en estudio.

RANGO %	5 AÑOS	
	# POE	%
MENOR A 0.9%	0	0%
1%	4	19%
2%	5	24%
3%	10	48%
4%	2	10%
5%	0	0%
MAYOR A 6%	0	0%
TOTAL	21	100%

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 5. cantidad de POE incluido en el rango establecido, y porcentajes del límite de dosis por 5 años en relación a la cantidad de trabajadores en estudio



Con los resultados obtenidos podemos realizar la comparación de los mismos con los valores establecidos por organismos reguladores de dosis de radiación para el personal ocupacionalmente expuesto la misma que indica en el Registro Oficial 891 del 8 de agosto-70 del Ecuador que el operador no puede exceder los 50mSv/año y como recomendación internacional del Organismo Mundial de Energía Atómica (OIEA no debe superar los 20mSv/año, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio de investigación se determina que el personal ocupacionalmente expuesto escogido como muestra se encuentran por debajo del límite de dosis máximo permisible, lo cual se traduce a un buen uso de las prendas de protección radiológicas y a sus vez el adecuado uso del dosímetro personal. **(tabla 7)**

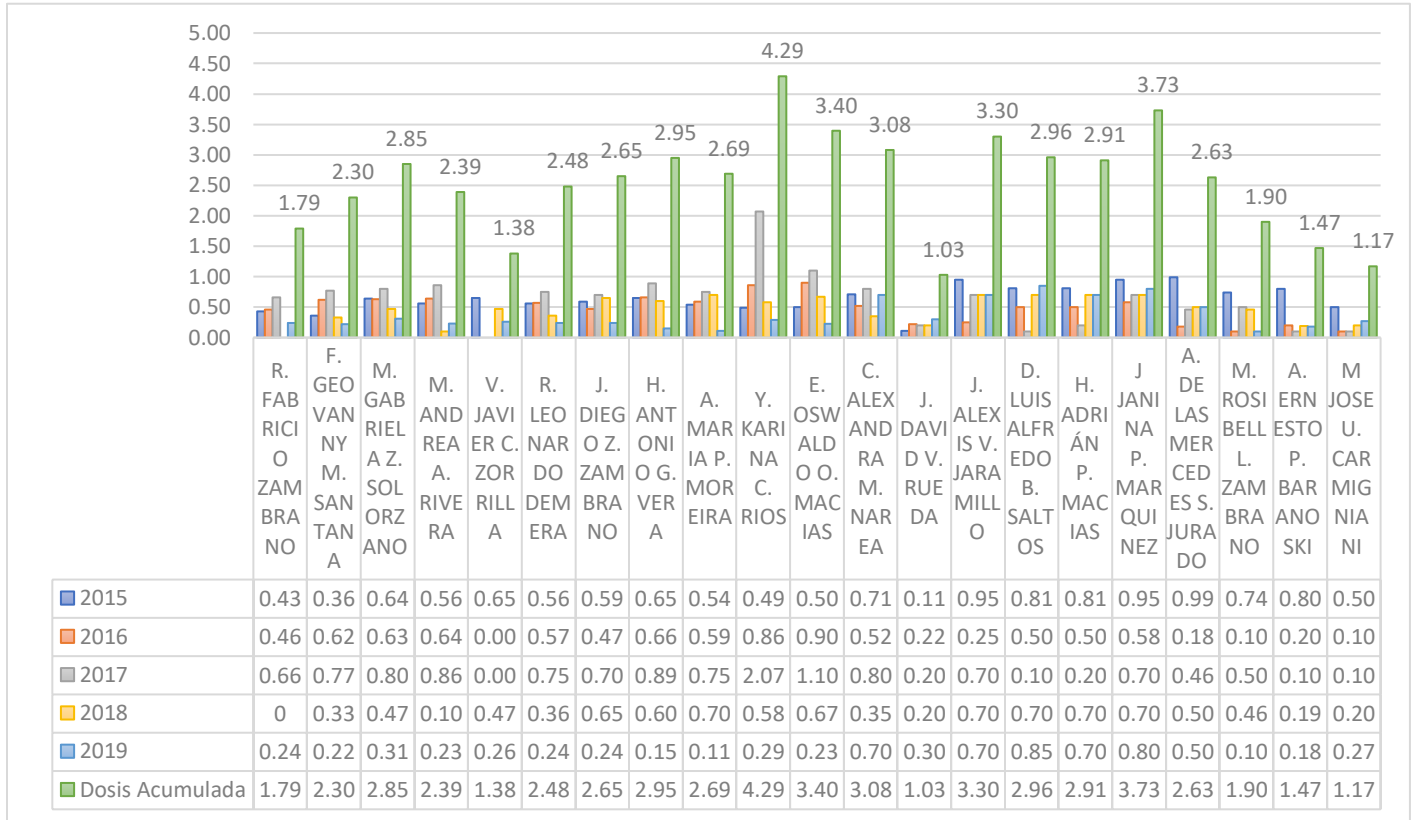
Tabla 7. Tabla de resultados de dosis de manera anual, individual y dosis acumulada por 5 años ; condición de cada POE en relación al los límites establecidos pro normativas vigentes.

ITEM	NOMBRES	DOSIS ANUAL					TOTAL DE DOSIS ACUMULADA	CONDICION 5 AÑOS
		2015	2016	2017	2018	2019		
1	R. FABRICIO ZAMBRANO	0.43	0.46	0.66	0	0.24	1.79	DEBAJO DEL LIMITE
2	F. GEOVANNY M. SANTANA	0.36	0.62	0.77	0.33	0.22	2.30	DEBAJO DEL LIMITE

3	M. GABRIELA Z. SOLORZANO	0.64	0.63	0.80	0.47	0.31	2.85	DEBAJO DEL LIMITE
4	M. ANDREA A. RIVERA	0.56	0.64	0.86	0.10	0.23	2.39	DEBAJO DEL LIMITE
5	V. JAVIER C. ZORRILLA	0.65	0.00	0.00	0.47	0.26	1.38	DEBAJO DEL LIMITE
6	R. LEONARDO DEMERA	0.56	0.57	0.75	0.36	0.24	2.48	DEBAJO DEL LIMITE
7	J. DIEGO Z. ZAMBRANO	0.59	0.47	0.70	0.65	0.24	2.65	DEBAJO DEL LIMITE
8	H. ANTONIO G. VERA	0.65	0.66	0.89	0.60	0.15	2.95	DEBAJO DEL LIMITE
9	A. MARIA P. MOREIRA	0.54	0.59	0.75	0.70	0.11	2.69	DEBAJO DEL LIMITE
10	Y. KARINA C. RIOS	0.49	0.86	2.07	0.58	0.29	4.29	DEBAJO DEL LIMITE
11	E. OSWALDO O. MACIAS	0.50	0.90	1.10	0.67	0.23	3.40	DEBAJO DEL LIMITE
12	C. ALEXANDRA M. NAREA	0.71	0.52	0.80	0.35	0.70	3.08	DEBAJO DEL LIMITE
13	J. DAVID V. RUEDA	0.11	0.22	0.20	0.20	0.30	1.03	DEBAJO DEL LIMITE
14	J. ALEXIS V. JARAMILLO	0.95	0.25	0.70	0.70	0.70	3.30	DEBAJO DEL LIMITE
15	D. LUIS ALFREDO B. SALTOS	0.81	0.50	0.10	0.70	0.85	2.96	DEBAJO DEL LIMITE
16	H. ADRIÁN P. MACIAS	0.81	0.50	0.20	0.70	0.70	2.91	DEBAJO DEL LIMITE
17	J JANINA P. MARQUINEZ	0.95	0.58	0.70	0.70	0.80	3.73	DEBAJO DEL LIMITE
18	A. DE LAS MERCEDES S. JURADO	0.99	0.18	0.46	0.50	0.50	2.63	DEBAJO DEL LIMITE
19	M. ROSIBELL L. ZAMBRANO	0.74	0.10	0.50	0.46	0.10	1.90	DEBAJO DEL LIMITE
20	A. ERNESTO P. BARANOSKI	0.80	0.20	0.10	0.19	0.18	1.47	DEBAJO DEL LIMITE
21	M JOSE U. CARMIGNIANI	0.50	0.10	0.10	0.20	0.27	1.17	DEBAJO DEL LIMITE

Fuente: Propia del Autor

Gráfico 6. Resultados de dosis de manera anual, individual y dosis acumulada por 5 años ; condición de cada POE en relación a los límites establecidos por normativas vigentes.



DISCUSION

Las organizaciones distinguidas en materia de protección radiológica son 3: La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) que fue conformada desde 1928 con el fin de emitir recomendaciones y prestar asesoramiento sobre todos los aspectos relacionados con la protección contra las radiaciones ionizantes. De la misma manera existe el Organismo Mundial de Energía Atómica (OIEA) que se creó en 1958 que es una organización independiente de las Naciones Unidas con el fin de procurar, establecer estándares de seguridad y la aplicación de estos, el Comité Científico de Naciones Unidas Sobre los Efectos de la Radiación Atómica creada en el año 1955 y se encarga de estudiar los efectos de la radiación atómica.

Todos estos organismos desde su creación han encaminado normas internacionales sobre protección radiológica que con el pasar del tiempo han ido evolucionando con el fin de precautelar la seguridad de las personas; la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) para el personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes estableció un límite de dosis anual de 500 mSv. Para 1947 este límite fue reducido a 150 mSv, en 1977 fue de 50 mSv y desde 1990 el límite de dosis anual ocupacional recomendado es de 20 mSv.

La OIEA establece que las normas constituyen la referencia internacional en relación con los requisitos de seguridad radiológica y tienen importantes repercusiones para la elaboración de políticas y la toma de decisiones. Su aprobación y aplicación facilitarán la puesta en práctica que contribuirán a lograr una mayor coherencia entre las disposiciones en materia de protección y seguridad de los distintos Estados.

En base a los límites de dosis permisibles de radiación ionizantes del POE en el continente Europeo específicamente en España el límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial, mientras que en el territorio ecuatoriano dentro de su en el apartado de límite de dosis nos direcciona al Registro Oficial de 1979 y este a su vez a normativas internacionales,

La dosimetría es la medición de la exposición de los rayos X, gamma u otro tipo de radiación que se usan en el tratamiento o diagnóstico; la cual es medida por el dosímetro que se lo describe como una herramienta de medición en el contexto de protección radiológica.

En relación con el correcto uso del dosímetro hay que tener presente que debe llevar dosímetro toda persona profesionalmente expuesta, que dirija u opere dicha instalación. De la misma manera lo indica la Super Intendencia de Argentina haciendo énfasis en que los trabajadores con pluriempleo deben contar con un dosímetro por empleo. Además, ambas instituciones incluido el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España en su Normas de Protección de radiaciones ionizantes concuerdan en que el dosímetro debe ser usado dentro de la jornada de trabajo y al finalizar esta debe ser almacenado en un lugar fuera de la zona controlada, y no deber ser expuesto ni a radiaciones solares debido a que por estos motivos puede existir una lectura de manera bimestral o trimestral errónea.

En las normas de protección radiológica se hace mención de un oficial de seguridad radiológica (OSR) la cual es una persona con conocimientos en ciencias físicas, biológicas, médicas o de ingeniería afín a la práctica los cuales son certificados por la entidad reguladora existente en cada territorio; en la “Norma Técnica Para Las Actividades De Licenciamiento Y Operación En Radiología Intervencionista, Radiodiagnóstico Médico, Odontológico; Y, Veterinario” (Ministerio De Energía Y Recursos Naturales No Renovables, 2020) del (MERNNR) de Ecuador indica que se delega al Oficial de Seguridad Radiológica (OSR) total o parcialmente la ejecución de tareas necesarias para la seguridad radiológica, pero manteniendo en su totalidad la responsabilidad primaria correspondiente, a su vez en el Anexo VII del MERNNR indica las (Funciones Generales del Oficial de Seguridad Radiológica, 2020).

Todos los países en comparación son pertenecientes a al OIEA, por ende; se basan en las mismas normativas, pero de manera particular en cada país existen organismos reguladores para instituciones que utilizan la radiación con fines médicos que en base los lineamientos de la ICRP surgen distintos reglamentos pero

con el mismo propósito de cuidado, control de radiación y de condiciones de seguridad en el trabajo que prevengan riesgos para la salud. En base a lo anterior se puede determinar que los valores medidos dentro del periodo determinado a estudiar en comparación con los límites de dosis establecidos por organismos reguladores de dosis de radiación para el personal ocupacionalmente expuesto se encuentran debajo del límite de dosis permisible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La protección radiológica es una actividad multidisciplinar de carácter científico y técnico con la finalidad de protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos nocivos provocados por esta práctica. Dentro del programa de protección radiológica incluye la vigilancia radiológica del POE, la cual consiste en dotar de herramientas certificadas para medir la cantidad de radiación a la que está expuesta el personal. La importancia de un correcto programa de vigilancia implica un seguimiento de la dosis absorbida del POE por parte del oficial de seguridad radiológica (cuando fuese necesario) o la persona que se encuentre designado para esta actividad.

Si bien es cierto, es importante mencionar que con esta investigación destacamos una vez más que los equipos o elementos de protección personal son la última barrera de protección ante el riesgo, lo que en el contexto de esta práctica se traduce al correcto uso de las prendas de protección radiológica para evitar la aparición de los efectos estocásticos o determinísticos que afectan la salud e integridad de las personas.

En base a los datos obtenidos de la población y en comparación con los límites de dosis establecidos por organismos reguladores (nacional e internacional) del personal ocupacionalmente expuesto evidenciamos que se encuentran debajo del límite de dosis permisible lo que se traduce a un buen programa de vigilancia radiológica implementado dentro las instituciones. Ante ello se recomienda no relajar u olvidar las medidas de prevención que el uso de esta práctica médica implica, sin olvidar que para hacer posible esto se debe realizar el correcto uso de las prendas de protección y aplicar el principio básico ALARA(As Low As Reasonably Achievable) que se traduce a «tan bajo como sea razonablemente alcanzable»; además se recomienda a aquellos trabajadores con pluriempleo mantengan un dosímetro por cada empleo, para que los reportes dosimétricos de cada institución no contengan datos erróneos.

Por consiguiente, el uso de radiación con fines médicos cada vez es más frecuente y es necesario que el personal en formación para esta área tenga plasmado la finalidad e importancia del programa de protección radiológica que deben seguir a cabalidad dentro del ejercicio de su profesión para prevenir la aparición de efectos que conlleva esta práctica sin protección.