

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

### DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

#### Proyecto de Investigación y Desarrollo

#### TEMA:

---

**“EL NIVEL DE EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES EN LA  
PREVALENCIA DE CÁNCER TIROIDEO DEL PERSONAL DEL  
SERVICIO DE RAYOS X Y DE SUS ÁREAS ADYACENTES, DEL IESS -  
HOSPITAL GENERAL AMBATO”**

---

Proyecto de Investigación y Desarrollo, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental

**Autor:** Ingeniero José Mauricio Salas Monteros

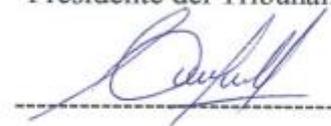
Ambato – Ecuador  
2016

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

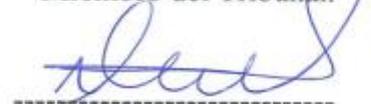
El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por el Ingeniero Franklin Tigres Magíster, Presidente del Tribunal, e integrado por los señores: Ing. Andrés Cabrera Magíster, Ing. Rosa Galleguillos Magíster e Ing. César Rosero Magíster, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el trabajo de Investigación con el tema: “EL NIVEL DE EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES EN LA PREVALENCIA DE CÁNCER TIROIDEO DEL PERSONAL DEL SERVICIO DE RAYOS X Y DE SUS ÁREAS ADYACENTES, DEL IESS - HOSPITAL GENERAL AMBATO”, elaborado y presentado por el Señor Ingeniero José Mauricio Salas Monteros, para optar por el Grado Académico de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Pilar Urrutia Mg.  
Presidente del Tribunal.



Ing. Andrés Cabrera Mg.  
Miembro del Tribunal.



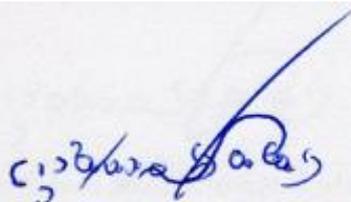
Ing. Rosa Galleguillos Mg.  
Miembro del Tribunal



Ing. Víctor Pérez Mg.  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación con el tema: “EL NIVEL DE EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES EN LA PREVALENCIA DE CÁNCER TIROIDEO DEL PERSONAL DEL SERVICIO DE RAYOS X Y DE SUS ÁREAS ADYACENTES, DEL IESS - HOSPITAL GENERAL AMBATO”, le corresponde exclusivamente al: Ing. José Mauricio Salas Monteros, Autor bajo la Dirección de la Dra. PHD. Sylvia Liliana Guerrero Lana, Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



---

Ing. José Mauricio Salas Monteros.  
C.C. 1803655834  
AUTOR



---

Dra. PHD. Sylvia Liliana Guerrero Lana.  
CC. 1802842508  
DIRECTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



---

Ing. José Mauricio Salas Monteros.  
C.C. 1803655834  
AUTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a las personas más importantes de mi vida, a mis padres, mi esposa y mis hijos, porque ellos son el motor que me impulsa cada día a llegar más lejos, a soñar cada vez alto y a luchar por convertir toda utopía en realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar doy gracias a Dios porque sin él y su gracia nada es posible en este mundo, de igual manera agradezco a mi familia por todo su apoyo, en especial al de mi esposa y mis padres, ya que sin su aliento y sostén continuo este trabajo no hubiera sido posible.

Quiero también agradecer de todo corazón a mi tutora por la paciencia y la apertura para ayudarme en todo lo que necesite.

Del mismo modo extiendo mi sincero reconocimiento al personal del IESS – Hospital General Ambato, por abrirme las puertas de tan dignísima institución, colaborándome en todo lo que solicité.

Finalmente me permito expresar mi gratitud todos quienes hacen parte de la Coordinación de Posgrados de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por la excelente organización de la Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental.

# ÍNDICE GENERAL

## CONTENIDO

PORTADA.....	
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Tema de Investigación.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Análisis crítico.....	7
1.2.3. Prognosis.....	7
1.2.4. Formulación del problema.....	8
1.2.5. Interrogantes de la investigación.....	8
1.2.6. Delimitación de la investigación.....	8
1.2.7. Delimitación espacial.....	9
1.2.8. Delimitación temporal.....	9
1.2.9. Unidades de observación.....	9
1.3. Justificación.....	9
1.4. Objetivos.....	11
1.4.1. Objetivo General.....	11
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO II.....	12

MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Antecedentes investigativos .....	12
2.2. Fundamentación filosófica .....	14
2.3. Fundamentación legal.....	15
2.4. Red de categorías fundamentales .....	22
2.5. Marco conceptual de las variables del problema.....	25
2.5.1. Variable independiente.....	25
2.5.1.1. Higiene ocupacional .....	25
2.5.1.2. Riesgos físicos .....	26
2.5.1.3. Radiaciones ionizantes .....	26
2.5.2. Variable dependiente .....	32
2.5.2.1. Salud ocupacional.....	32
2.5.2.2. Epidemiología laboral .....	33
2.5.2.3. Cáncer de tiroides .....	35
2.6. Hipótesis.....	39
2.7. Señalamiento de variables .....	39
2.7.1. Variable independiente.....	39
2.7.2. Variable dependiente .....	39
CAPÍTULO III.....	40
METODOLOGÍA .....	40
3.1. Enfoque .....	40
3.2. Modalidad básica de la investigación.....	40
3.2.1. <i>Bibliográfica – documental</i> .....	40
3.2.2. <i>De campo</i> .....	41
3.3. Nivel o tipo de investigación.....	41
3.3.1. <i>Exploratorio</i> .....	41
3.3.2. <i>Descriptivo</i> .....	41
3.3.3. <i>Correlacional</i> .....	41
3.3.4. <i>Cuantitativa</i> .....	42
3.3.5. <i>Transversal</i> .....	42
3.4. Población y muestra .....	42
3.4.1. <i>Criterios de inclusión</i> .....	42

3.4.2. Criterios de exclusión .....	42
3.4.3. Criterios de eliminación .....	43
3.4.4. Consideraciones éticas .....	43
3.4.5. Instrumentos a utilizar .....	43
Operacionalización de variables .....	45
3.5.1. Variable independiente .....	45
3.5.2. Variable dependiente .....	46
3.5.3. Variables intervinientes .....	47
3.6. Recolección de información .....	47
3.7. Procesamiento y análisis .....	47
CAPÍTULO IV .....	49
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.1. Análisis e interpretación de resultados de la variable independiente .....	49
4.1.1. Mediciones de radiación ionizante en áreas controladas.....	49
4.1.2. Medición externa de radiación ionizante.....	55
4.1.2. Dosimetrías anuales.....	59
4.2. Análisis e interpretación de resultados de la variable dependiente .....	66
4.2.1. Relación entre las variables .....	72
4.3. Comprobación de la hipótesis .....	73
4.3.1. Formulación de la hipótesis.....	73
4.3.2. Nivel de significancia .....	73
4.3.3. Elección de la prueba estadística.....	73
4.3.4. Cálculo del estadístico de contraste.....	74
CAPÍTULO V .....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
5.1. Conclusiones .....	81
5.2. Recomendaciones .....	82
CAPÍTULO VI.....	83
LA PROPUESTA .....	83
6.1. Tema:.....	83
6.3. Antecedentes de la propuesta .....	83
6.4. Justificación.....	84

6.5. Objetivos de la propuesta .....	84
6.5.1. Objetivo General .....	84
6.5.2. Objetivos específicos.....	85
6.6. Análisis de factibilidad .....	85
6.7. Fundamentación técnica .....	85
6.8. Metodología.....	86
6.9. Desarrollo de la propuesta .....	86
Bibliografía .....	192
ANEXOS .....	194

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Relación Causa – Efecto .....	6
Gráfico No. 2 Red de Inclusiones Conceptuales.....	22
Gráfico No. 3 Constelación de Ideas VI .....	23
Gráfico No. 4 Constelación de Ideas VD.....	24
Gráfico No. 5: Dosis anual en zonas controladas .....	54
Gráfico No. 6: Dosis anual en áreas externas .....	58
Gráfico No. 7: Dispersión de las dosimetrías del 2014.....	61
Gráfico No. 8: Dispersión de las dosimetrías del 2015.....	63
Gráfico No. 9: Dispersión de las dosimetrías del 2016.....	65
Gráfico No. 10: Prevalencia de cáncer tiroideo en radiología .....	66
Gráfico No. 11: Prevalencia de cáncer tiroideo en laboratorio.....	67
Gráfico No. 12: Prevalencia de cáncer tiroideo en trabajo social .....	68
Gráfico No. 13: Prevalencia de cáncer tiroideo en derivaciones .....	69
Gráfico No. 14: Prevalencia de cáncer tiroideo en estadística.....	70
Gráfico No. 15: Prevalencia de cáncer tiroideo en cardiología .....	71
Gráfico No. 16: Prevalencia de cáncer tiroideo en cardiología .....	74
Gráfico No. 17: Ingreso de datos .....	75
Gráfico No. 18: Ingreso a la comparación de medias .....	75
Gráfico No. 19: Ingreso de las variables.....	76
Gráfico No. 20: Configuración del nivel de significancia .....	76
Gráfico No. 21: Curva normal .....	79

## ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1: Tipos de Radiaciones Ionizantes.....	28
Tabla 2: Equipo de Medición.....	44
Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente .....	45
Tabla 4: Operacionalización de la variable dependiente.....	46
Tabla 5: Resultados de medición en tomografía.....	50
Tabla 6: Resultados de medición en radiología convencional.....	51
Tabla 7: Resultados de medición en fluoroscopia .....	52
Tabla 8: Resultados de medición en mamografía .....	53
Tabla 9: Resumen de mediciones en áreas controladas .....	54
Tabla 10: Resultados de medición en trabajo social .....	55
Tabla 11: Resultados de medición en derivación.....	56
Tabla 12: Resultados de medición en archivo y estadística.....	56
Tabla 13: Resultados de medición en cardiología.....	57
Tabla 14: Resultados de medición en laboratorio clínico .....	57
Tabla 15: Resumen de mediciones externas .....	58
Tabla 16: Dosimetrías del año 2014.....	60
Tabla 17: Dosimetrías del año 2015.....	62
Tabla 18: Dosimetrías del año 2016.....	64
Tabla 19: Prevalencia de cáncer de tiroides en radiología.....	66
Tabla 20: Prevalencia de cáncer de tiroides en laboratorio.....	67
Tabla 21: Prevalencia de cáncer de tiroides en laboratorio.....	68
Tabla 22: Prevalencia de cáncer de tiroides en derivaciones .....	69
Tabla 23: Prevalencia de cáncer de tiroides en estadística .....	70
Tabla 24: Prevalencia de cáncer de tiroides en cardiología .....	71
Tabla 25: Relación entre las variables .....	72
Tabla 26: Correlación entre variables .....	77
Tabla 27: Resultados t – student .....	78

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

**Tema:** “EL NIVEL DE EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES EN LA PREVALENCIA DE CÁNCER TIROIDEO DEL PERSONAL DEL SERVICIO DE RAYOS X Y DE SUS ÁREAS ADYACENTES, DEL IEES - HOSPITAL GENERAL AMBATO”.

**Autor:** Ing. José Mauricio Salas Monteros.

**Director:** Dra. PHD. Sylvia Liliana Guerrero Lana.

**Fecha:** 6 de Febrero de 2016

**RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación se motiva por la constante preocupación de quienes laboran en el IEES – Hospital General Ambato, principalmente de los que se desempeñan dentro y cerca del servicio de radiología, ya que en los últimos años se han venido presentando una gran cantidad de casos de trabajadores con cáncer de tiroides, lo que ha ocasionado cierta intranquilidad dentro del ambiente laboral, por esta razón se hizo menester determinar los niveles de radiación tanto en el área de radiodiagnóstico como en las zonas aledañas a esta, para ello se realizaron mediciones ambientales dentro de las zonas controladas y en los sectores circundantes, específicamente en las áreas de laboratorio clínico, trabajo social, derivaciones, estadística y cardiología, con el fin de evaluar el riesgo de exposición en base a los límites permisibles establecidos por la CEEA en el REGLAMENTO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, demostrándose que la tasa de dosis anual está muy por debajo de dichos límites. También se analizaron los resultados de las dosimetrías y los partes médicos del personal desde el 2014 hasta el 2016, con esto se pudo observar que efectivamente existe prevalencia de cáncer tiroideo pese a los

bajos niveles de radiación, por lo que se aplicaron métodos de estadística inferencial para verificar la relación entre estas variables, comprobándose no hay influencia entre la radiación ionizante y el cáncer de tiroides. Sin embargo, durante el desarrollo del estudio se pudo apreciar que las actividades de imagenología no se realizan de acuerdo a las prácticas establecidas por las OIEA, por lo que se debió desarrollar un programa de protección radiológica, donde se establecen los controles y procedimientos necesarios para cumplir con el principio ALARA y para garantizar la calidad radiológica a los usuarios.

**Descriptores:** Exposición a radiación ionizante, prevalencia de cáncer de tiroides, mediciones ambientales de radiación ionizante, límites permisibles, dosimetrías, principio ALARA, garantía de calidad radiológica.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

**Theme:** “THE LEVEL OF EXPOSURE TO IONIZING RADIATIONS IN THE PREVALENCE OF TIROIDEO CANCER OF X-RAY SERVICE PERSONNEL AND ITS ADJACENT AREAS, IESS - HOSPITAL GENERAL AMBATO”.

**Author:** Ing. José Mauricio Salas Monteros.

**Directed by:** Dra. PHD. Sylvia Liliana Guerrero Lana.

**Date:** 6 de Febrero de 2016

**EXECUTIVE SUMMARY**

The present research work is motivated by the constant concern of those who work in the IESS - Ambato General Hospital, mainly those who work in and near the radiology service, since in the last years they have been presenting a great amount of Cases of workers with thyroid cancer, which has caused some uneasiness within the work environment, for this reason it was necessary to determine the levels of radiation both in the area of radiodiagnosis and in the areas surrounding it, for which environmental measurements Within the controlled areas and in the surrounding sectors, specifically in the areas of clinical laboratory, social work, referral, statistics and cardiology, in order to assess the risk of exposure based on the permissible limits established by the EAEC in REGULATION RADIOLOGICAL SECURITY, demonstrating that the annual dose rate is well below these limits. We also analyzed the results of the dosimetry and the medical parts of the personnel from 2014 to 2016, with this it was observed that there is indeed a prevalence of thyroid cancer despite the low levels of radiation, so we applied inferential statistics To verify the relation between these variables, being verified no influence between the ionizing radiation and the thyroid cancer. However, during the course of the

study, it was possible to appreciate that the imaging activities were not carried out according to the practices established by the IAEA, so a radiological protection program had to be developed, establishing the necessary controls and procedures for Comply with the ALARA principle and to guarantee radiological quality to users.

Descriptors: Exposure to ionizing radiation, prevalence of thyroid cancer, environmental measurements of ionizing radiation, permissible limits, dosimetry, ALARA principle, radiological quality assurance.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación tiene por tema: “El nivel de exposición a radiaciones ionizantes en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - Hospital General Ambato”. Su importancia radica en la evaluación del riesgo por exposición a radiación ionizante para verificar si esta tiene relación con los casos de cáncer de tiroides que se han presentado entre los trabajadores del hospital en los últimos tres años, y a partir de ello establecer protocolos de protección radiológica tanto para el personal como para los usuarios del centro médico.

Está estructurado por capítulos: En el Capítulo I denominado “EL PROBLEMA” contiene la contextualización macro, meso y micro, el análisis crítico que parte de la estructuración del árbol de problemas, la prognosis donde se plantea lo puede ocurrir si no se implementan soluciones, la formulación del problema que lleva a establecer las interrogantes de la investigación. También se realiza la delimitación del trabajo de tesis para proceder a redactar la justificación y los objetivos del estudio.

El Capítulo II llamado “MARCO TEÓRICO”, está compuesto por los antecedentes investigativos, la fundamentación legal, la elaboración de las categorías fundamentales con las constelaciones de ideas para cada variable. Estas determinan la estructura del marco conceptual donde se redactan y citan los fundamentos teóricos requeridos para el estudio, después se plantean la hipótesis y las variables de la investigación.

El Capítulo III es la “METODOLOGÍA”, donde, en un principio se fundamenta el enfoque, la modalidad básica y el nivel o tipo de investigación. A partir de esto se determina la población y la muestra que abarca el estudio, para pasar a establecer las dimensiones, indicadores, ítems básicos y las técnicas e instrumentos que conforman la operacionalización de las variables, para finalmente estructurar la metodología para la recolección de la información y el procesamiento y análisis de datos.

El Capítulo IV se refiere al “ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS”, donde se muestran las tablas con los resultados de las mediciones en las áreas controladas y externas, las dosimetrías y la prevalencia del cáncer de tiroides en las zonas de estudio. Estos datos llevan a plantear el método estadístico con el que se comprueba la hipótesis de investigación.

El Capítulo V está conformado por las “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES” obtenidas para cada uno de los objetivos planteados durante la investigación.

El Capítulo VI contiene “LA PROPUESTA” planteada para solucionar el problema formulado en la investigación. Esto se hace en base a los hallazgos encontrados durante la realización del estudio de campo.

Finalmente se determina la bibliografía y los anexos necesarios para complementar el trabajo realizado.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Tema de Investigación**

“El nivel de exposición a radiaciones ionizantes en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - Hospital General Ambato”.

#### **1.2. Planteamiento del Problema**

##### **1.2.1. Contextualización**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) “A nivel mundial, el 19% de todos los cánceres son atribuibles al medio, en particular al entorno laboral, lo que supone 1,3 millones de muertes cada año”, por su parte la Organización Internacional del Trabajo (OIT) afirma que 2,02 millones de personas mueren por cáncer vinculado con el trabajo, mientras que la Agencia Mundial para la Investigación del Cáncer (IARC), ubica a las radiaciones ionizantes dentro del grupo 1 de compuestos o factores físicos evaluados como cancerígenos, es decir, existen pruebas suficientes que confirman la relación entre las radiaciones ionizantes y el cáncer de tiroides, siendo los trabajadores de la salud, especialmente los que realizan radiodiagnóstico, los más vulnerables a causa de la utilización de fuentes radioactivas para la visualización de estructuras anatómicas.

(Hora, 2015) Publicó un reportaje que resulta alarmante desde su título: “El cáncer de tiroides crece en el país”. En él se muestran estadísticas que indican que desde al año 2.000 hasta el 2.010, el número de casos registrados de cáncer tiroideo ha aumentado de 9,5 a 31,4 por cada 100.000 habitantes, ubicando al Ecuador en los puestos 48 y 55 en lo referente a cáncer de mujeres y hombres respectivamente, de un total de 68 posiciones.

Por otra parte, la periodista (Quiroz, 2016) afirma:

“El cáncer de tiroides, entre 1986 y 1990, estaba en el séptimo lugar entre los cánceres femeninos, pero del 2006 al 2010 subió al segundo lugar. Un informe de Globocan coloca al país en la zona de máxima advertencia, tanto por la tasa de incidencia como de mortalidad. Hay más casos conforme avanza la edad y es más notorio desde los 44 años.

Hay factores asociados como: uso de rayos x y otras radiaciones con fines médicos; trabajo en textiles; tiroiditis autoinmune; hipotiroidismo; ingesta de té verde, etc.”

Todos estos datos generan preocupación, porque pese a la fusión entre la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEAA) y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, el control no es el suficiente y las condiciones laborales del personal de radiología de múltiples centros de salud tanto privados como públicos son inadecuados, incumpliendo con la normativa dada en el Reglamento de Seguridad Radiológica y principalmente poniendo en riesgo a pacientes y trabajadores de esas instituciones, lo que contribuye al incremento de los índices antes citados.

Desde 1996, el IESS – Hospital General Ambato ha brindado atención médica a miles de afiliados al seguro social, ampliando sus servicios año a año hasta alcanzar el 90% de la ocupación promedio de su infraestructura, contando en la actualidad con las áreas de hospitalización, consulta externa, auxiliares del diagnóstico, auxiliares del tratamiento, administración, docencia, servicios de apoyo y servicios generales.

Dentro del área de auxiliares del diagnóstico funciona la unidad de radiología, en cuyas dependencias se han venido presentando varios problemas en los últimos años. (Wellintong, 2016) Sostiene que el servicio de radiodiagnóstico no tiene permiso de funcionamiento, ya que no cumple con todos los requisitos de protección exigidos por la CEEA, además se laboró durante algún tiempo con un equipo convencional de rayos x muy antiguo, que fue dado de baja en el 2012.

En la misma investigación (Wellintong, 2016) se presentan datos estadísticos que muestran un elevado porcentaje del personal con cuadros de hipotiroidismo, y lo que es más preocupante, un importante número de casos de trabajadores con cáncer tiroideo, siendo más recurrente la enfermedad mientras más cerca se esté del área de rayos x. Esto ha generado problemas legales contra el IESS debido a que algunos afectados han presentado demandas contra la institución.

### Árbol de Problemas

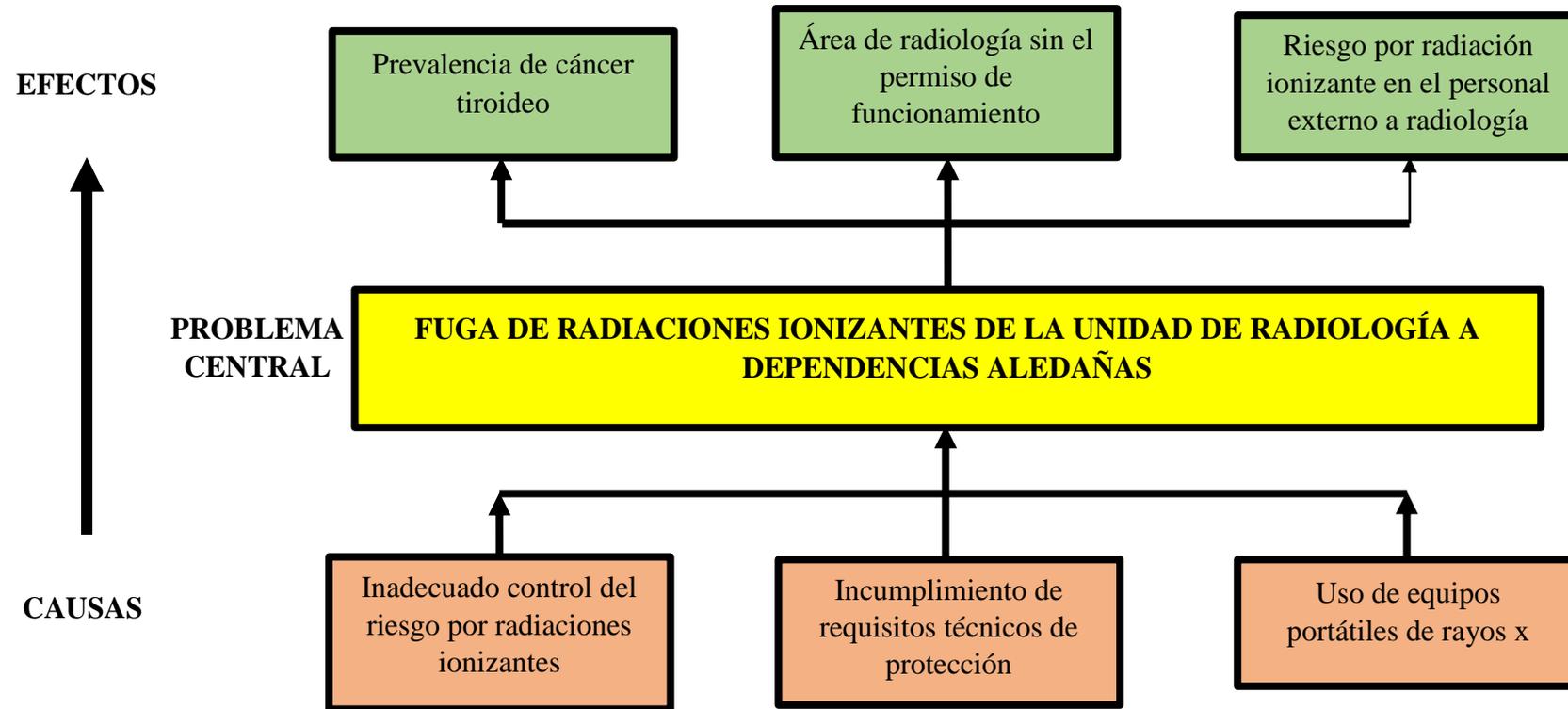


Gráfico No. 1 Relación Causa – Efecto  
Elaborado por: Investigador

### **1.2.2. Análisis crítico**

Pese a que las personas que operan los equipos de radiología poseen sus respectivos dosímetros y se llevan registros de las correspondientes dosis de exposición, de cada trabajador, con el fin de dar cumplimiento al artículo 30 del Reglamento de Seguridad Radiológica, los trabajadores continúan realizando sus actividades aunque exceden los límites permisibles, debido a que no se aplican adecuadamente los controles para disminuir el riesgo evidente, lo que ha ocasionado que exista una alta prevalencia de cáncer tiroideo.

Los monitoreos realizados por la CEEA han establecido que los niveles de radiación se hallan dentro de parámetros aceptables, sin embargo, los datos obtenidos no poseen la confiabilidad de una medición técnica, ya que las muestras fueron tomadas según un itinerario de inspecciones, en el que pudo ocurrir que se midió la radiación en un momento en el que los equipos no estaban funcionando o había pocos usuarios del servicio. Tal es la incertidumbre que se genera, que este organismo, durante la misma inspección determinó que el área no cumple con todos los requisitos técnicos de protección, negando el permiso de funcionamiento al área de radiología.

El uso de equipos portátiles de rayos x se ha convertido en una actividad constante en el quinto piso del hospital, aumentando significativamente el riesgo para el personal ajeno a la labor radiológica, como los son los trabajadores de enfermería, limpieza, pacientes y visitantes de esta planta del hospital.

### **1.2.3. Prognosis**

Es evidente que existe un problema en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato, que en caso de no darse atención, seguirá contribuyendo al aumento de la dosis de exposición a radiaciones ionizantes, no solo para los trabajadores que laboran en el área de rayos x, sino que también se continuará afectando al personal externo a esta zona, con un agravante, y es que la gente que labora en las dependencias aledañas no está consciente del peligro al que se hallan expuestos.

De persistir la exposición no controlada a las radiaciones ionizantes, los efectos serán muy graves, desde el punto de vista médico, por el aumento de casos de cáncer tiroideo entre el personal, con todo el conflicto social y humano que esto desencadena, y desde el punto de vista legal, por las múltiples demandas que los afectados podrían plantear en contra de la institución.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿Cómo influye el nivel de exposición a radiaciones ionizantes en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato?

#### **1.2.5. Interrogantes de la investigación**

¿Cuál es el nivel de riesgo de exposición a radiaciones ionizantes (rayos X) en los puestos de trabajo del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato?

¿Cuál es la prevalencia de cáncer tiroideo en el personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato?

¿Qué medidas preventivas y de control se pueden aplicar para minimizar el riesgo en el área de radiología?

#### **1.2.6. Delimitación de la investigación**

**Campo:** Salud y Servicios

**Área:** Higiene industrial

**Aspecto:** Riesgos físicos

### **1.2.7. Delimitación espacial**

La investigación se realiza en el espacio físico del servicio de radiología y sus áreas adyacentes (trabajo social, derivaciones, estadística, cardiología y laboratorio clínico) del IESS – hospital general Ambato.

### **1.2.8. Delimitación temporal**

La investigación se desarrolla entre los meses de septiembre y diciembre del 2016.

### **1.2.9. Unidades de observación**

Personal de radiología

Personal médico

Personal de laboratorio clínico

Personal de enfermería

Personal administrativo

Personal de servicios

## **1.3. Justificación**

El trabajo es la actividad primordial para el desarrollo de los seres humanos, que siempre debería traer satisfacción y estabilidad física y emocional, sin embargo, los peligros que inevitablemente están presentes en toda profesión, en muchos casos terminan derivando en accidentes o enfermedades, que acaban por reducir la calidad de vida de los trabajadores y sus familias. Por esta razón, es de **interés** de toda empresa u organización, la búsqueda de ambientes laborales más seguros y sanos, principalmente cuando existen factores de riesgo que pueden ocasionar daños graves a la integridad de las personas. Este es el caso de las radiaciones ionizantes, cuyos efectos sobre la salud, suelen llegar a ser fatales, sobre todo por su relación con varios tipos de cáncer, entre ellos el de tiroides. Esta afirmación tiene **relevancia científica** y está sustentada por (American Cancer Society, 2016) quien

afirma: “La exposición a la radiación es un factor de riesgo probado para el cáncer de tiroides. Las fuentes de tal radiación incluyen ciertos tratamientos médicos y precipitación radiactiva de las armas nucleares o accidentes en plantas energéticas”, lo que hace que el personal vinculado a la radiología se convierta en un grupo vulnerable dentro de la carrera médica, y a los hospitales y clínicas en lugares donde se necesitan investigaciones científicas al respecto.

La investigación que se propone, busca evaluar el nivel de exposición de los trabajadores del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato, a las radiaciones ionizantes emitidas por los equipos de rayos x, y verificar si estos tienen alguna relación con la prevalencia de cáncer tiroideo de dichas áreas. Situación que ha ido en aumento en los últimos años, razón por la cual se han hecho investigaciones previas en base a estudios médicos, que muestran la presencia de nódulos tiroideos en un significativo número de trabajadores. Este estudio toma gran **importancia** desde el punto de vista humano y legal, ya que con él se determinarán los fundamentos técnicos para el establecimiento de medidas preventivas y de control, que permitirán cumplir con las disposiciones dadas en el Reglamento de Seguridad Radiológica, **beneficiando** así a la institución y a todas y cada una de las personas que realizan radiodiagnóstico, lo que otorga al presente trabajo **relevancia social** porque se pretende mejorar las condiciones laborales y de vida del personal.

La medición y posterior evaluación de la radiación ionizante, es totalmente **factible** de realización, porque se cuenta con equipos con certificados de calibración, que reúnen las características técnicas exigidas por la norma COVENIN 2258:1995, lo que hace posible el levantamiento de datos confiables, que garantizan la originalidad y veracidad de los resultados de la investigación. Dicha confiabilidad es **trascendental** para ampliar el estudio a otros centros de salud que cuenten con servicio de radiodiagnóstico, con el fin de verificar si el personal de estos centros se halla en situación de riesgo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la influencia del nivel de exposición a radiaciones ionizantes en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes (rayos X) en los puestos de trabajo del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato.
- Establecer la prevalencia de cáncer tiroideo en el personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato.
- Verificar la relación existente entre el nivel de exposición a radiaciones ionizantes y la prevalencia de cáncer tiroideo en el personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - hospital general Ambato, aplicando métodos estadísticos adecuados a la muestra y al tipo de variables de investigación.
- Establecer medidas preventivas y de control para minimizar el riesgo en el área de radiología.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

Mediante la investigación de tesis y artículos científicos realizados sobre riesgos físicos con enfoque a radiaciones ionizantes, se han identificado los siguientes estudios:

En la tesis que lleva por título “Evaluación de la exposición laboral a radiaciones ionizantes en el área de radiología del centro de atención ambulatoria central quito (CAACQ) y propuesta de medidas de prevención y control”, realizada en la Universidad Internacional SEK por (Morera, 2015), se concluye lo siguiente:

- Se determinó con la encuesta realizada al personal del servicio de Radiología que el 91% de ellos no tenían conocimiento sobre la cantidad de radiación en su puesto de trabajo y mucho menos de la importancia de realizarse exámenes periódicos y especiales. Los trabajadores tampoco conocían el resultado de la dosimetría personal ni bimensual ni anual con el 82%.
- Se identificó que el 82% del personal de Radiología piensan que se encuentran expuestos a radiaciones ionizantes y que a futuro podrán tener una repercusión en su salud.
- Se estableció que el 55% de las personas expuestas a radiaciones ionizantes si utilizan adecuadamente los equipos de protección en el área de trabajo y el 45% no lo utilizan.

- Con la encuesta se determinó que el 100% de los trabajadores creen que las instalaciones del servicio de Radiología no brindan la protección adecuada contra la exposición a radiaciones ionizantes.
- En la medición de las diferentes salas del servicio de Radiología se identificó que en la sala 9 la exposición a radiaciones ionizantes fue de 0,0096 mSv/año, en la sala 10 fue de 0,032 mSv/año, en el mamógrafo de 0,020 mSv/año, en el panorámico de 0,64 mSv/año, tomógrafo de 0,64 mSv/año y en el apical de 0,02 mSv/año, lo que dice que en el tomógrafo y en el equipo panorámico la exposición a radiaciones ionizantes son las más altas de 0,64 mSv/año, a pesar de esta medición no existe sobreexposición del trabajador a radiaciones ionizantes, no supera el límite de 20 mSv/año.
- Se estableció con la dosimetría personal anual obtenida durante todo el año 2014 que la mayor fue de 1,89 mSv/año y la menor de 1,23 mSv/año, lo que significa que no existe una sobreexposición ya que la exposición no supera el límite de 20 mSv/año.
- En el examen de fragilidad cromosómica se determinó que 3 personas del servicio de radiología tenían un porcentaje alto de 12, 13 y 22%, siendo el rango normal de 5 – 10%, pero si comparamos con los otros valores de la dosimetría y de la medición notamos que no se debe a las radiaciones ionizantes en el puesto de trabajo, se debe identificar otras causas.

En la tesis de (Moreno, 2012) que lleva por título “Prevención del riesgo laboral en personal del servicio de imagenología del Hospital IESS de Manta 2011”, se concluye lo siguiente:

- El servicio de imagenología y todo el personal que colaboró constituyeron un eslabón de gran importancia para el desarrollo de este trabajo, habiendo siempre una excelente predisposición para colaborar en todo lo necesario de parte de todo y para todos.
- El involucramiento de los coordinadores del servicio y del Hospital fueron un pilar fundamental, lo que permitió el cumplimiento de los objetivos planteados en un 100%.

- Los talentos humanos capacitados se constituyen en un personal mejorado en conocimientos científicos y motivados para brindar atención con calidad y calidez, preparado para actuar en cualquier situación que el medio lo amerite con eficacia efectiva y con espíritu de colaboración logrando el objetivo en su totalidad.
- En cuanto a la difusión, capacitación sobre plan de mitigación y cumplimientos sobre normas de procedimientos de protección radiológicos se logró el 100% pero existen ciertas limitaciones porque constantemente se están renovando personal, hay que valorar el esfuerzo de colaboración del equipo de salud en esta Institución.

En la tesis doctoral de (Carvajal, 2007) que lleva por título “Ocupación, exposición laboral a radiaciones ionizantes, campos electromagnéticos, agentes químicos e incidencia de cáncer de tiroides en Suecia”, se concluye lo siguiente:

- Se observa un exceso de riesgo de carcinomas tiroideos, por orden de consistencia, entre las auxiliares de enfermería, técnicas sanitarias, empresarias de tiendas, modistas, cortadoras, armadoras, acabadoras y cosedoras de calzado, ganaderas e hilanderas, tejedoras y teñidoras.
- El número de varones que trabajan en ocupaciones e industrias con mayor exposición a radiación ionizante es escaso, no detectándose un exceso de riesgo ligado a la exposición ocupacional a dichas radiaciones en este colectivo.
- Las mujeres empleadas en trabajos con una intensidad alta y una probabilidad media-alta de exposición a radiación ionizante presentan una mayor incidencia de cáncer de tiroides. Dicho exceso de riesgo es debido a las mujeres que trabajan como técnicas sanitarias.

## **2.2. Fundamentación filosófica**

Según (Fagin, 2001) los investigadores Duffy y Fitzgerald fueron los primeros en determinar la relación existente entre el las radiaciones y el cáncer de tiroides, al estudiar a niños que habían recibido radio terapia para tratar agrandamientos del

timo. Esta y posteriores investigaciones brindan el sustento necesario para suponer que la prevalencia de trabajadores de radiología y de las áreas aledañas a esta, con cáncer de tiroides es consecuencia de la exposición continua a radiación ionizante.

La presente investigación se fundamenta en el paradigma crítico – propositivo, siendo crítica por su enfoque en el análisis de un fenómeno vinculado a un grupo de estudio relacionado a una empresa, lo que le da un carácter social, desvinculándola de los métodos convencionales de investigación y se vuelve propositiva porque se buscan alternativas de solución al problema planteado.

### **2.3. Fundamentación legal**

La investigación se sustentará en una estructura legal contemplada en:

#### **Constitución de la república del Ecuador**

**Art. 33.-** El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.

**Art. 326. Núm. 5.-** Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

**Art. 332.-** El Estado garantizará el respeto a los derechos reproductivos de las personas trabajadoras, lo que incluye la eliminación de riesgos laborales que afecten la salud reproductiva, el acceso y estabilidad en el empleo sin limitaciones por embarazo o número de hijas e hijos, derechos de maternidad, lactancia, y el derecho a licencia por paternidad.

Se prohíbe el despido de la mujer trabajadora asociado a su condición de gestación y maternidad, así como la discriminación vinculada con los roles reproductivos.

### **Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo (Decisión 584)**

**Art. 1. Lit. h).**- Condiciones y medio ambiente de trabajo: Aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Quedan específicamente incluidos en esta definición:

- i. las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo;
- ii. la naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo, y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia;
- iii. los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores; y,
- iv. la organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores ergonómicos y psicosociales.

**Art. 2.-** Las normas previstas en el presente Instrumento tienen por objeto promover y regular las acciones que se deben desarrollar en los centros de trabajo de los Países Miembros para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

**Art. 7. Lit. a), b), c), d), e).**- Con el fin de armonizar los principios contenidos en sus legislaciones nacionales, los Países Miembros de la Comunidad Andina adoptarán las medidas legislativas y reglamentarias necesarias, teniendo como base los principios de eficacia, coordinación y participación de los actores involucrados, para que sus respectivas legislaciones sobre seguridad y salud en el trabajo contengan disposiciones que regulen, por lo menos, los aspectos que se enuncian a continuación:

- a) Niveles mínimos de seguridad y salud que deben reunir las condiciones de trabajo;
- b) Restricción de operaciones y procesos, así como de utilización de sustancias y otros elementos en los centros de trabajo que entrañen exposiciones a agentes o factores de riesgo debidamente comprobados y que resulten nocivos para la salud de los trabajadores. Estas restricciones, que se decidirán a nivel nacional, deberán incluir el establecimiento de requisitos especiales para su autorización;
- c) Prohibición de operaciones y procesos, así como la de utilización de sustancias y otros elementos en los lugares de trabajo que resulten nocivos para la salud de los trabajadores;
- d) Condiciones de trabajo o medidas preventivas específicas en trabajos especialmente peligrosos;
- e) Establecimiento de normas o procedimientos de evaluación de los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores,

**Art. 18.-** Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar.

Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.

### **Código de trabajo**

**Art. 38.-** Riesgos provenientes del trabajo.- Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

**Art. 42. Núm. 2.-** Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás

disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad.

**Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo (Resolución No. c.d.513)**

**Primer anexo. Núm. 1.2.4., 3.1.10.-**

1. Enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulte de las actividades laborales:

1.2 Enfermedades causadas por agentes físicos

1.2.4 Enfermedades causadas por radiaciones ionizantes

3. Cáncer profesional

3.1 Cáncer causado por los agentes siguientes

3.1.10 Radiaciones ionizantes

**Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (Decreto Ejecutivo 2393)**

**Art. 5. Núm. 2, 3.- DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL.-** El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, por intermedio de las dependencias de Riesgos del Trabajo, tendrá las siguientes funciones generales:

2. Vigilar el mejoramiento del medio ambiente laboral y de la legislación relativa a prevención de riesgos profesionales, utilizando los medios necesarios y siguiendo las directrices que imparta el Comité Interinstitucional.
3. Realizar estudios e investigaciones sobre prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral.

**Art. 11. Núm. 2,3.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.-** Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.

**Art. 62.- RADIACIONES IONIZANTES.-** Se consideran radiaciones ionizantes capaces de producir directa o indirectamente iones a su paso por la materia.

1. Solamente las personas que están debidamente autorizadas mediante licencia concedida por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica pueden trabajar en las áreas de radiaciones.
2. Se prohíbe a los menores de 18 años y mujeres gestantes, realizar cualquier tipo de trabajo sometido al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes.
3. Todas las personas e instituciones que trabajan con radiaciones ionizantes están obligadas a cumplir con el Reglamento de Seguridad Radiológica y los que sobre la materia dictare la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.
4. Las dosis máximas permisibles de radiaciones ionizantes son las que se indican en el Reglamento de Seguridad Radiológica.
5. Todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes deberán ser informados de los riesgos que entrañan para su salud y de las precauciones que deban adoptarse.
6. El patrono está obligado a solicitar a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica las inspecciones de reconocimiento periódicos de sus equipos, instalaciones y contenedores de material radioactivo, así como dar un mantenimiento preventivo a sus equipos.

Asimismo está obligado a llevar un registro de las cantidades de material radioactivo utilizado en la empresa y se proveerá de un cementerio de desechos radioactivos en general.

7. Toda área donde se genere o emita radiación, al igual que todo envase de material radioactivo, deberá estar debidamente etiquetado con el símbolo de radiación, con la identificación del radioelemento y con la fecha en la que se determinó su actividad inicial.
8. Toda persona que ingrese a un puesto de trabajo sometido a riesgo de radiaciones ionizantes se someterá a un examen médico apropiado.  
Periódicamente los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes deberán someterse a exámenes médicos específicos. También se efectuarán reconocimientos médicos cuando sufran una sobredosis a estas radiaciones.
9. El IESS, por intermedio de su Departamento de Medicina del Trabajo, evaluará los registros proporcionados por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica de la dosis de radiación superficial y profunda, así como las actividades de incorporación de radioisótopos en las personas expuestas, y determinará con sujeción a las normas nacionales e internacionales los límites máximos permisibles.
10. (Reformado por el Art. 42 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) El Servicio Médico de la Empresa practicará la evaluación médica de preempleo a las personas que vayan a someterse a radiaciones ionizantes y a aquellas que se encuentren laborando se les sujetará a reconocimientos médicos por lo menos anualmente para controlar oportunamente los efectos nocivos de este tipo de riesgo.  
A los trabajadores en quienes se ha diagnosticado enfermedad profesional radioinducida se les realizará evaluaciones médicas específicas, utilizando los recursos nacionales o la ayuda internacional.
11. Cuando por examen médico del trabajador expuesto a radiaciones ionizantes se sospeche la absorción de cualquiera de sus órganos o tejidos de la dosis máxima permisible, se lo trasladará a otra ocupación exenta del riesgo.
12. Los trabajadores expuestos a radiaciones deberán comunicar de inmediato cualquier afección que sufran o el exceso de exposición a estas radiaciones, al Servicio Médico de la Empresa y al facultativo que corresponda en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, quienes inmediatamente comunicarán el hecho a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

13. Conforme lo establece el Reglamento de Seguridad Radiológica los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes no podrán de ninguna manera laborar en otra Institución, cuando la suma de los horarios de trabajo exceda de ocho horas diarias.
14. Se deberán utilizar señales de peligro y carteles de advertencia visibles destinados a indicar la existencia de riesgos debidos a radiaciones ionizantes.
15. Los haces de rayos útiles serán orientados de modo que no alcancen a las zonas adyacentes ocupadas por personal; la sección de haz útil se limitará al máximo indispensable, para el trabajo a realizar.
16. Para garantizar una protección eficaz se dará preferencia a los métodos de protección colectiva. En caso de que estos métodos no sean suficientes, deberán complementarse con equipos de protección personal adecuados, que se mantendrán limpios y serán descontaminados periódicamente.
17. Se cuidará muy especialmente el almacenamiento sin peligro de productos radiactivos y la eliminación de residuos.
18. No se introducirá en los locales donde existan o se usen sustancias radiactivas: alimentos, bebidas, utensilios, cigarrillos, bolsos de mano, cosméticos, pañuelos de bolsillo o toallas.
19. El diseño de los servicios, la instalación, reparación y pruebas de seguridad de los equipos generadores o emisores de radiación se someterán a las normas y reglamentos que sobre la materia dicte la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, así como a las normativas del Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos y del IESS, para garantizar su seguridad y la salud del personal que labora en este campo.

### **Reglamento de seguridad radiológica**

Títulos 1, 4, 5 y 7 (Ver Anexo 1.)

## 2.4. Red de categorías fundamentales

### Red de inclusiones

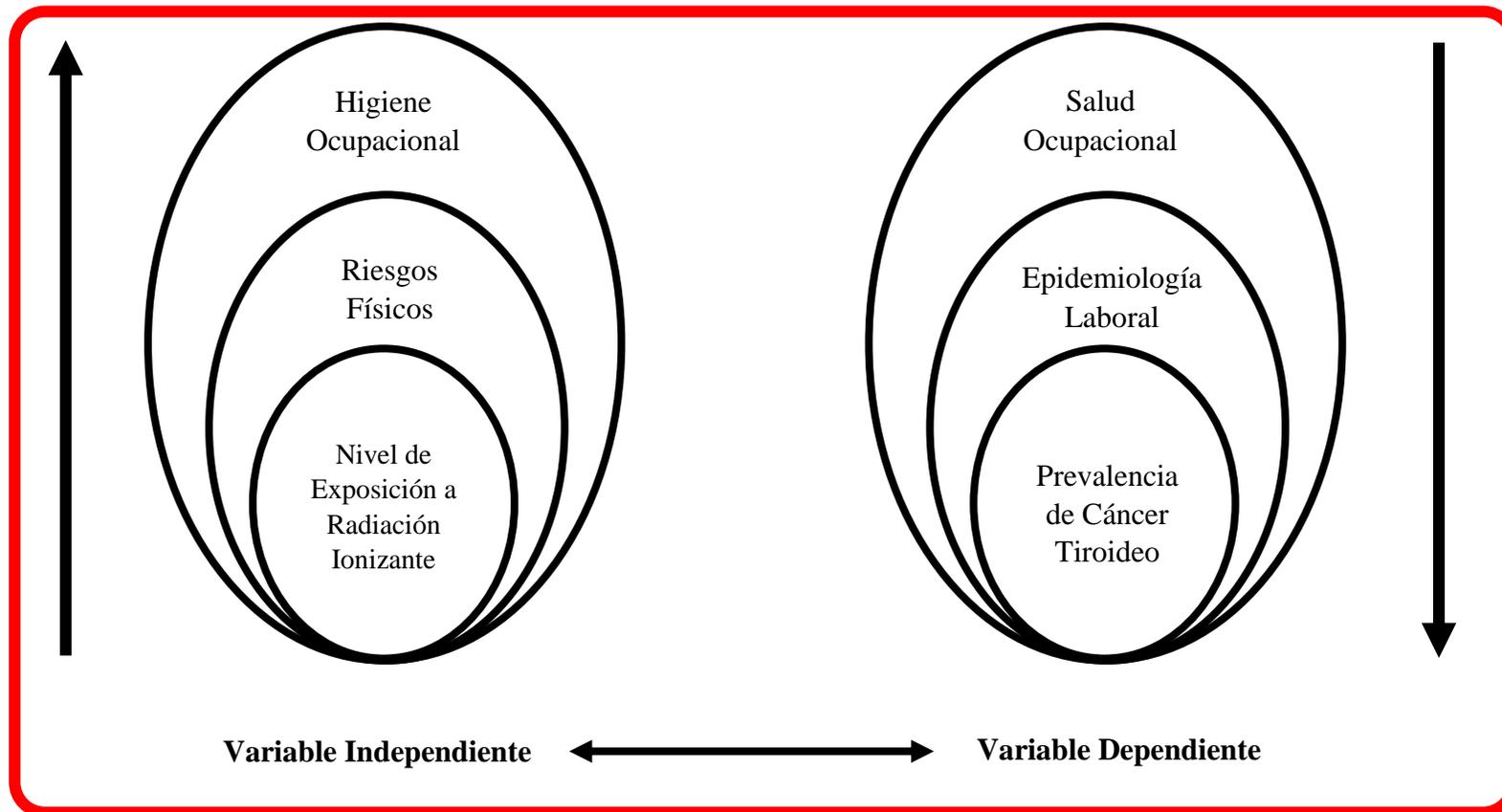
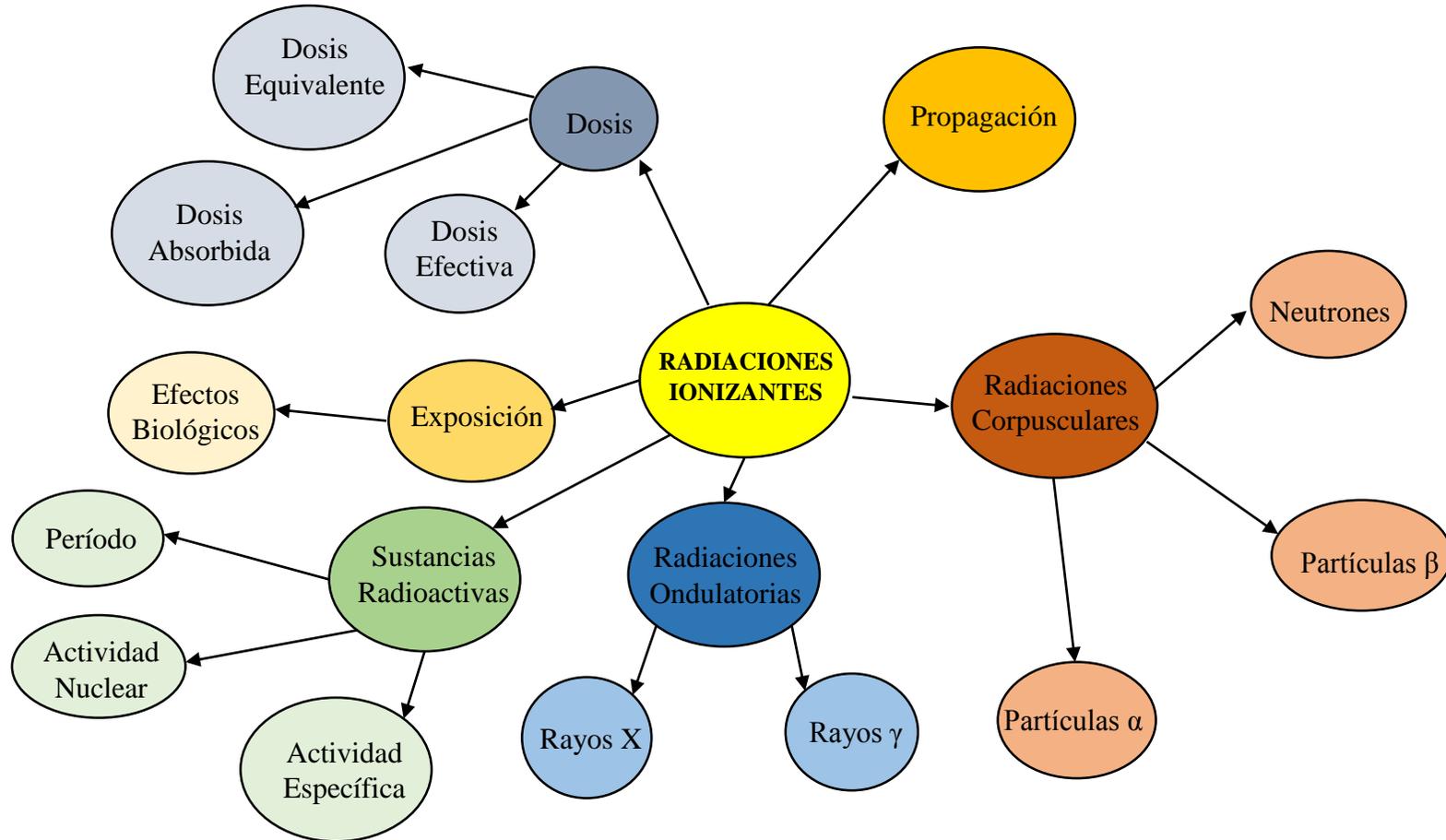


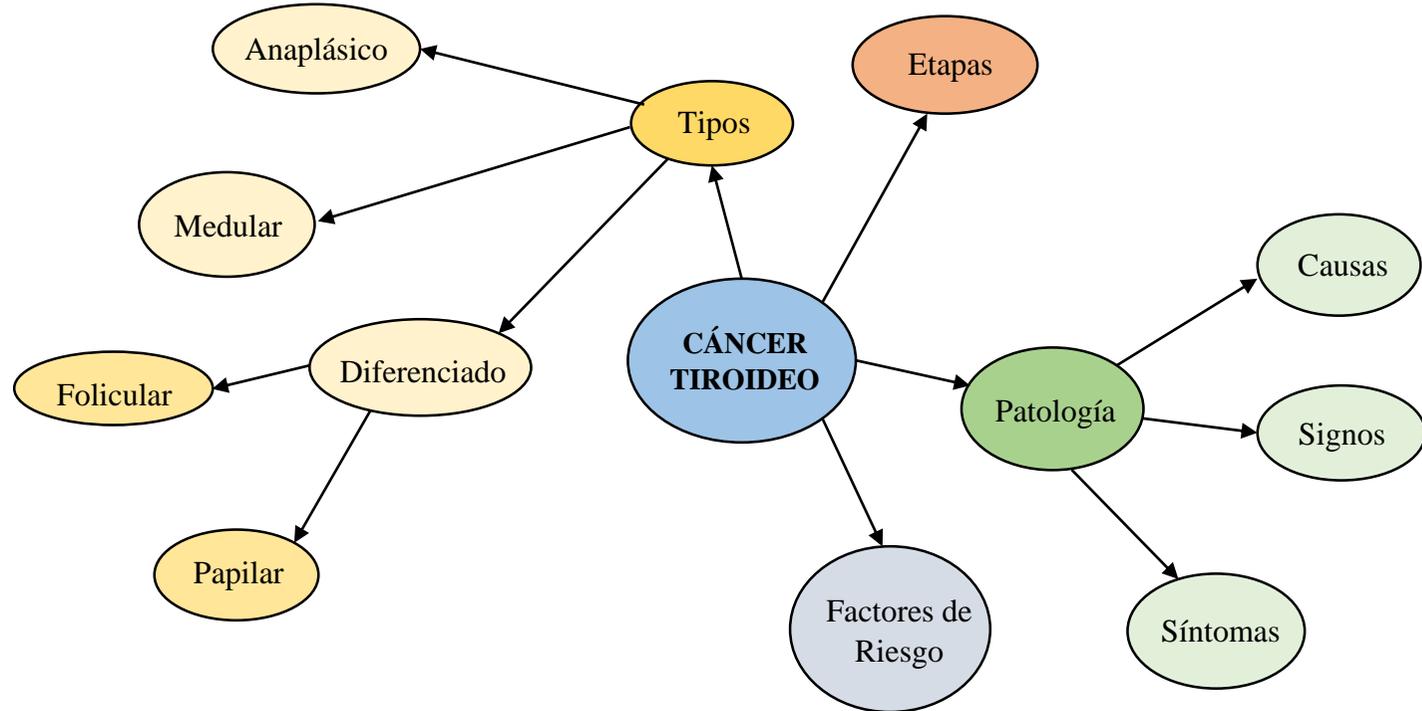
Gráfico No. 2 Red de Inclusiones Conceptuales  
Elaborado por: Investigador

**Constelación de ideas de la variable independiente**



**Gráfico No. 3 Constelación de Ideas VI**  
Elaborado por: Investigador

**Constelación de ideas de la variable dependiente**



**Gráfico No. 4 Constelación de Ideas VD**  
**Elaborado por: Investigador**

## **2.5. Marco conceptual de las variables del problema**

### **2.5.1. Variable independiente**

#### **2.5.1.1. Higiene ocupacional**

La higiene ocupacional es una técnica de prevención no médica utilizada para la prevención de enfermedades de origen laboral.

Según la American Industrial Hygiene Association (A.I.H.A) la higiene industrial (Association, 2012) es:

“La ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que puede ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad.”

La higiene ocupacional actúa como una herramienta técnica que busca mejorar los ambientes laborales, actuando sobre los factores físicos, químicos y biológicos, mediante un proceso basado en la identificación, medición, evaluación y control de los riesgos antes mencionados.

La higiene ocupacional consta de las siguientes ramas:

- **Higiene teórica**

Dedicada a establecer los límites de exposición a los factores de riesgo, permitidos para el ser humano. Para ello emplea la experimentación humana y animal.

- **Higiene de campo**

Encargada de las mediciones ambientales en los puestos de trabajo.

- **Higiene analítica**

Trabaja en combinación con la higiene teórica y de campo para evaluar el nivel de riesgo presente en los puestos de trabajo.

- **Higiene operativa**

Realiza el diseño, implantación y control de las acciones técnicas destinadas a mejorar los ambientes de trabajo.

### **2.5.1.2. Riesgos físicos**

Los riesgos físicos “son aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas que actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo del trabajador y que pueden producir efectos nocivos, de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición de los mismos” (Sánchez, 2007)

Existen varios factores de riesgo físico, como: ruido, vibraciones, iluminación, confort y estrés térmico, radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Los riesgos físicos se evalúan mediante mediciones de campo, utilizando equipos específicos para cada factor de riesgo. Se requieren procedimientos adecuados de muestreo (normados) para el levantamiento de información, la cual se utilizará para cálculos definidos de dosis de exposición, que servirán para estimar el nivel de riesgo.

### **2.5.1.3. Radiaciones ionizantes**

“Las radiaciones ionizantes son, por definición, irradiaciones capaces de producir fenómenos de ionización en el material que penetran” (Falagán, 2008), es decir, son capaces de desprender electrones de los átomos debido a la acción de energías iguales o mayores a 10 keV. Esto causa alteraciones en la estructura de la materia.

Existen dos tipos generales de radiación ionizante (RI), los fotones (ondas electromagnéticas) y las partículas o radiaciones corpusculares. “De entre las radiaciones que se presentan en el trabajo cabe destacar las partículas alfa, beta y los neutrones, así como la electromagnética, gamma y rayos X” (Lisa, 1988).

La carga y la capacidad de ionización y penetración son las características más importantes a tener en cuenta para entender el comportamiento y el riesgo que de las radiaciones ionizantes. Dichas características se describen en el cuadro a continuación:

**Tabla 1: Tipos de Radiaciones Ionizantes**

**Fuente: Higiene Industrial – Manual Práctico Tomo II**

<b>TIPOS DE RADIACIONES IONIZANTES</b>		
<b>RADIACIONES ONDULATORIAS</b>	<b>RAYOS X</b>	Se producen en reacciones o interacciones de las capas electrónicas del átomo, mediante tubos catódicos especiales.
		Poseen una energía superior a los 100 eV.
		En las fuentes en las que normalmente se utilizan se pueden controlar su producción.
		Se propagan en línea recta y tienen un elevado poder de penetración.
	<b>RAYOS <math>\gamma</math></b>	Se producen en isótopos radiactivos mediante reacciones de núcleos atómicos inestables.
		Su poder de penetración es muy elevado.
<b>RADIACIONES CROPUSCULARES</b>	<b>PARTICULAS <math>\alpha</math></b>	Son núcleos de Helio. Poseen cuatro unidades de masa y dos unidades de carga eléctrica positiva.
		Tienen una elevada ionización específica, con energía que varía entre 4 y 7 MeV.
		Su poder de penetración es muy escaso.
	<b>PARTICULAS <math>\beta</math></b>	Son electrones nucleares expulsados a gran velocidad. Su masa es prácticamente nula y posee carga negativa.
		Tienen un alto poder de ionización, con energías que varían desde 18,6 KeV a 1,71 MeV.
		Poseen penetración escasa pero mayor a la de las partículas $\alpha$ .
	<b>NEUTRONES</b>	Forman junto con los protones el núcleo. No tienen masa ni carga.
		Poseen penetración elevada.
	<b>PROTONES</b>	Núcleos de Hidrógeno (carga +1, masa = 1).
		Producidos por aceleradores de partículas.
Poder de penetración considerable en función de su energía.		

## Propagación de la radiación ionizante

Resumiendo lo enunciado por (Falagán, 2008), quien sostiene que los distintos tipos de radiación ionizante se propagan de diversas formas a través de la materia, siendo las partículas  $\alpha$  las que menos distancias pueden alcanzar al recorrer apenas pocos centímetros en el aire, sin poder atravesar la piel, por lo que no representan riesgo por exposición externa, a su vez las partículas  $\beta$  pueden desplazarse por escasos metros, recomendándose los materiales de baja densidad como un blindaje adecuado estas. Por otra parte los rayos  $\gamma$  y X tienen mayor alcance, necesitándose de materiales conformados por átomos y moléculas pesados como el acero y el plomo para el diseño de blindajes eficaces. Los neutrones en cambio presentan una problemática muy particular por su gran capacidad de ionización y alcance, siendo los materiales ricos en hidrógeno (con una pequeña cantidad de boro), como el agua y los hidrocarburos los que constituyen los mejores blindajes.

## Características de las sustancias radioactivas

El Autor (Díaz, 2007) afirma:

“Las sustancias radiactivas ionizantes se caracterizan por su:

**Período:** tiempo para que la radiactividad se reduzca a la mitad de su valor (de minutos a centenares de años).

**Actividad nuclear:** número de desintegraciones por segundo ( $A=dN/dt$ ). Se expresa en CURIO ( $Ci = 37 \times 10^{10}$  desintegraciones/s) o en BEQUERELIO (Bq), unidad del sistema SI ( $1 \text{ Bq} = 2,7 \times 10^{-11} \text{ Ci}$ ).

**Actividad específica:** relación ente su actividad nuclear y su unidad de masa (Ci/g).”

## Exposición

(Falagán, 2008) Afirma:

El concepto de exposición se introdujo para vincular las causas con los efectos y dado que ya existían técnicas adecuadas para medir la ionización producida por los rayos X en un medio gaseoso, se definió (sólo para fotones) como la variación del valor absoluto de la carga total de los iones

del mismo signo producidos en aire cuando todos los electrones liberados por los fotones en un volumen elemental de aire de masa  $dm$ , se han detenido completamente:

Ecuación 1:

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

Donde  $X$  es la exposición a la radiación ionizante,  $dQ$  es la carga eléctrica y  $dm$  es la masa sometida a dicha carga.

Este concepto permite establecer una relación existente entre la capacidad de ionización de una fuente radioactiva y el potencial efecto que tendría sobre el cuerpo humano al provocar cambios moleculares sobre los tejidos. La AEDHE (Henares, 2008) en su proyecto “Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente” enuncia al respecto:

“El daño celular es importante si la radiación afecta a las moléculas que portan ADN o información para sintetizar las proteínas (ácido ribonucleico mensajero), que pueden llegar a impedir la supervivencia o reproducción de las células.

El peligro de la radiación no es que se puedan producir mutaciones, sino que estas se produzcan de forma que el organismo no sea capaz de superar.

La cantidad de mutaciones aumenta según aumenta la dosis de radiación.”

## **Dosis**

La complejidad que representa determinar la exposición a radiaciones ionizantes y su efecto en los seres humanos hace necesaria la incorporación del concepto de dosis para el estudio del riesgo en puestos de trabajo. Por este motivo la (OIT, 2012) establece las siguientes definiciones:

### **Dosis absorbida**

Es la cantidad de radiación ionizante absorbida por cierta cantidad de masa, cuya fórmula matemática se establece de la siguiente manera:

Ecuación 2:

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm}$$

Siendo  $D$  la energía absorbida,  $d\varepsilon$  la energía absorbida y  $dm$  la masa. Obteniendo como unidad de medida los Gray (Gy), que son equivalentes a  $\text{J.Kg}^{-1}$ .

Cuando se relaciona la dosis absorbida en función del tiempo de exposición se establece la “tasa de dosis”, que puede expresarse en Gy/h o mGy/h.

### **Dosis equivalente**

Toma en cuenta el nivel de afectación que puede generar la dosis absorbida de un determinado tipo de radiación ionizante, sobre un órgano del cuerpo humano.

Ecuación 3:

$$H_T = \sum_R W_R D_{T,R}$$

Donde  $H_T$  es la dosis equivalente,  $D_{T,R}$  es la dosis absorbida promedio del tejido y  $W_R$  es el factor de ponderación radiológica (Ver Anexo 2).

Al igual que en la dosis absorbida, la dosis equivalente se obtiene en  $\text{J.Kg}^{-1}$ , pero en este caso toma el nombre de sievert (Sv).

### **Dosis efectiva**

Es la sumatoria de las dosis equivalentes de los tejidos del cuerpo humano. Se calcula con el siguiente modelo matemático:

Ecuación 4:

$$E = \sum_T W_T H_T$$

Donde  $E$  es la dosis efectiva y  $W_T$  es el factor de ponderación tisular (Ver Anexo 3).

## **2.5.2. Variable dependiente**

### **2.5.2.1. Salud ocupacional**

En toda organización es necesario el control de las condiciones de salud de los trabajadores con el fin de evitar la aparición o complicación de los cuadros médicos de quienes laboran dentro de una empresa.

(Dirección General de Salud Ambiental, 2005) en su “Manual de Salud Ocupacional” afirma:

“La Salud Ocupacional a nivel mundial es considerada como un pilar fundamental en el desarrollo de un país, siendo la salud ocupacional una estrategia de lucha contra la pobreza sus acciones están dirigidas a la promoción y protección de la salud de los trabajadores y la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales causadas por las condiciones de trabajo y riesgos ocupacionales en las diversas actividades económicas.”

La salud ocupacional está íntimamente relacionada con la medicina del trabajo, que según La Organización Mundial de la Salud es:

“La especialidad médica que, actuando aislada o comunitariamente, estudia los medios preventivos para conseguir el más alto grado de bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores en relación con la capacidad de éstos, con las características y riesgos de su trabajo, el ámbito laboral y la influencia de éste en su entorno, así como promueve los medios para el diagnóstico, tratamiento, adaptación, rehabilitación y calificación de la patología producida o condicionada por el trabajo.”

La cultura de salud ocupacional dentro de una empresa se desarrolla mediante la aplicación de programas específicos de vigilancia de la salud, aplicando reconocimientos médicos con el fin de “evaluar cualquier deficiencia sanitaria

potencialmente relacionada con la exposición a agentes nocivos inherentes al proceso de trabajo e identificar los casos de enfermedad profesional con arreglo a la legislación nacional” (OIT, 2012). Para ello se deben realizar exámenes médicos de ingreso, periódicos, especiales y de retiro, que permitan llevar fichas médicas actualizadas del personal, para finalmente aplicar planes de medicina preventiva, curativa y reparadora a los trabajadores.

#### **2.5.2.2. Epidemiología laboral**

En términos generales “la epidemiología es el estudio de la aparición (o frecuencia) de las enfermedades u otras características relacionadas con la salud, en las poblaciones humanas” (Merletti, 1990), siendo la Organización Mundial de la Salud (1990) quien la define “como el estudio de la distribución y de los factores determinantes de las condiciones y acontecimientos relacionados con la salud de las poblaciones y la aplicación de dicho estudio al control de los problemas de salud”.

Estas definiciones generales de epidemiología se adecúan al campo laboral a través del “estudio de los efectos de las exposiciones en el lugar de trabajo sobre la frecuencia y distribución de enfermedades y lesiones en la población” (OIT, 2012).

Al hablar de exposición queda claro que la epidemiología laboral guarda una estrecha relación con la higiene y la salud ocupacional, para ello los estudios acerca de los posibles efectos generados por diversos aspectos del ambiente laboral en la salud de los trabajadores se basan en el control epidemiológico, mediante el manejo de datos estadísticos que permitan apreciar tendencias en cuanto al apareamiento de enfermedades en función de las condiciones de trabajo.

Existen diversas formas para realizar un estudio epidemiológico, como: los estudios de caso – control, la evaluación de la exposición y la medición del efecto de una

exposición, siendo esta última una de las más usadas y difundidas en el mundo laboral ya que está basada en la medida de la aparición de enfermedades mediante la aplicación de indicadores, principalmente de incidencia, prevalencia y letalidad.

### **Prevalencia**

Es el número total de casos de una enfermedad en un momento determinado, relacionada con el número total de personas expuestas al riesgo en dicho momento.

Ecuación 5:

$$P = \frac{\text{Número de peronas con la enfermeda}}{\text{Número de personas expuestas al riesgo}} \times 100$$

### **Incidencia**

Cuantifica el incremento de casos de una enfermedad en función del número de casos nuevos relacionados con la cantidad de personas libres de dicha enfermedad.

Ecuación 6:

$$I = \frac{\text{Número de casos nuevos de la enfermedad}}{\text{Total de personas libres de la enfermedad}} \times 100$$

### **Letalidad**

Permite determinar cuan grave es una padencia. Se calcula relacionando el número de muertes por la enfermedad con el número de casos diagnosticados con dicha enfermedad.

Ecuación 7:

$$I = \frac{\text{Número de muertes por una enfermedad}}{\text{Número de casos diagnosticados con la enfermedad}} \times 100$$

### 2.5.2.3. Cáncer de tiroides

Según la Organización Mundial de la Salud “el cáncer es un proceso de crecimiento y diseminación incontrolados de células. Puede aparecer prácticamente en cualquier lugar del cuerpo. El tumor suele invadir el tejido circundante y puede provocar metástasis en puntos distantes del organismo”, siendo el cáncer de tiroides “la malignidad más frecuente de todo el aparato endocrino del cuerpo humano, este representa casi el 2% de todos los tumores malignos que se presentan en el humano” (Severino, 2007).

#### Patología

Las causas exactas de la mayoría de tipos de cáncer de tiroides no están definidas, sin embargo se puede decir en términos generales que el cáncer tiroideo es ocasionado por alteraciones del ADN de una persona.

La (Thyroid Cancer Survivor’s Association, 2013), manifiesta:

“Muchas personas con un nódulo tiroideo no presentan síntomas. La mayoría de los nódulos tiroideos son benignos, no cáncer.

Los síntomas pueden incluir un tumor o nódulo en la parte frontal del cuello; voz ronca, tos, y/o dificultad para hablar, deglutir o respirar.

Otros síntomas posibles pueden incluir ganglios linfáticos inflamados y/o dolor en la garganta o cuello.”

“Muchos de estos síntomas también pueden ser causados por afecciones no cancerosas o incluso por otros cánceres del área del cuello. Los nódulos en la tiroides son comunes y usualmente benignos” (American Cancer Society, 2016)

## **Factores de riesgo**

A pesar de no conocerse la causa exacta del cáncer de tiroides, diversos estudios han revelado la existencia de varios factores de riesgo que influyen en su aparición. Estos pueden ser cambiados en algunos casos por el ser humano mientras que en otros no.

La (American Cancer Society, 2016), sostiene que los factores de riesgo que no pueden ser cambiados son:

- Sexo, siendo las mujeres 3 veces más propensas a contraer cáncer de tiroides, en relación con los hombres.
- Edad, que oscila entre los 40 a 59 años en las mujeres y entre los 60 a 79 años en los hombres.
- Afecciones hereditarias, como el mismo cáncer de tiroideo, la poliposis adenomatosa familiar, la enfermedad de Cowden y el complejo de Carney, tipo I.
- Antecedentes familiares, en caso de parientes en primer grado de consanguinidad que hayan padecido de cáncer de tiroides.

A su vez, los factores de riesgo que pueden ser cambiados por el hombre son:

- Alimentación baja en yodo, encontrándose menor prevalencia de la enfermedad en los países donde la alimentación es rica en yodo.
- Radiación, considerándose un factor comprobado en la aparición de cáncer de tiroides.

## **Tipos de cáncer de tiroides**

Resumiendo lo enunciado por (Basterra, 2009), se puede clasificar a los cánceres tiroideos en:

- Diferenciados, que a su vez se clasifican en: papilares cuando son tumores epiteliales malignos con diferenciación folicular y aspectos nucleares particulares, siendo los más comunes al representar entre el 65 al 80% de los casos de cáncer de tiroides, y foliculares, que al igual que los cánceres diferenciados también son tumores epiteliales malignos con diferenciación folicular pero sin las características nucleares del carcinoma papilar, convirtiéndose en el segundo tipo de cáncer más recurrente.
- Anaplásicos o indiferenciados. Son tumores malignos y muy agresivos que crecen de manera rápida invadiendo el esófago y la tráquea, representando entre el 5 y 10% de los cánceres de tiroides, afectando a personas mayores a 50 años.
- Medulares. Abarcan del 5 al 10% de los carcinomas de tiroides, siendo ligeramente más recurrente en las mujeres femenino.

La (American Cancer Society, 2016), manifiesta:

Este tipo de cáncer de tiroides es más difícil de descubrir y tratar. Hay dos tipos de cáncer medular tiroideo:

El MTC esporádico representa aproximadamente ocho de cada 10 casos de MTC, y no es hereditario (no tiende a darse entre las personas de una misma familia). Este cáncer ocurre principalmente en adultos de edad avanzada y afecta únicamente a un lóbulo tiroideo.

El MTC familiar es hereditario y entre 20% y 25% puede surgir en cada generación de una familia. A menudo, estos cánceres se desarrollan durante la niñez o en la adultez temprana y se pueden propagar temprano. Los pacientes usualmente tienen cáncer en varias áreas de ambos lóbulos. El MTC familiar a menudo está asociado con un riesgo aumentado de otros tipos de tumores.

## **Etapas**

Con el fin de poder entender de mejor manera las diferentes etapas del cáncer de tiroides, es necesario estudiar el sistema de estadificación de las neoplasias mediante la clasificación TNM.

(Medina, 2009) afirma:

El Sistema de Estadificación TNM se basa en:

- T: La extensión del tumor
- N: La extensión de la diseminación linfática
- M: La presencia o ausencia de metástasis

Un número se añade a cada letra para indicar el tamaño o la extensión del tumor y la extensión de la diseminación. La definición de cada categoría depende del sitio y de la histología del cáncer. Para la mayoría de los tumores existen alrededor de 24 combinaciones posibles de T, N y M, y para algunos otros incluso más, sin embargo para simplificar la descripción de la neoplasia se han agrupado en Etapas que se designan con números romanos del I al IV. Básicamente existen 2 tipos de estadificación:

- La clínica que determina la extensión del cáncer basándose en el examen físico, los estudios de imagen y las biopsias de los sitios afectados y
- La patológica que se realiza en pacientes que han sido sometidos a una cirugía para reseca el cáncer o para evaluar su extensión, con la finalidad de determinar la necesidad de tratamientos adyuvantes.
- La categoría T describe al tumor primario
- Tx El tumor primario no puede ser evaluado
- T0 No existe evidencia de tumor primario
- Tis Carcinoma in situ
- T1-T4 Determina el tamaño y/o extensión del tumor primario
- La categoría N describe el involucro de las regiones linfoportadoras adyacentes
- Nx Los linfáticos regionales no pueden ser evaluados
- N0 No existe involucro de los ganglios linfáticos regionales
- N1-3 Existe involucro de los ganglios linfáticos regionales describiendo el número y/o extensión de los mismos
- La categoría M describe si existen o no evidencia de metástasis a distancia
- Mx Las metástasis no pueden ser evaluadas
- M0 No existen metástasis a distancia
- M1 Existen metástasis a distancia

Las etapas del cáncer tiroideo se establecen en base al sistema de estadificación.

Con respecto a esto (Severino, 2007) asegura:

**Etapas I: T1, N0, M0:** el cáncer mide menos de 2 cm y no se ha propagado a los ganglios linfáticos o a áreas distantes.

**Etapas II: T2, N0, M0:** el cáncer mide de 2 a 4 cm y no se ha propagado a los ganglios linfáticos o áreas distantes.

**Etapas III: T1- 3, N0 - N1a, M0:** El cáncer mide más de 4 cm o ha crecido un poco fuera de la glándula tiroidea, pero no se ha propagado a los ganglios

linfáticos o áreas distantes; o es de cualquier tamaño y se ha propagado a los ganglios locales del cuello, pero no a las áreas distantes.

**Etapa IVA: T1 - 4a, N0 - 1b, M0:** el tumor es de cualquier tamaño y ha crecido más allá de la glándula tiroidea para invadir los tejidos cercanos del cuello y pudiera o no haberse propagado a los ganglios linfáticos locales, pero no a áreas distantes; o el tumor es de cualquier tamaño y se ha propagado a los ganglios linfáticos en el tórax superior (ganglios linfáticos del mediastino superior), pero no a áreas distantes.

**Etapa IVB: T4b, cualquier N, M0:** el cáncer ha vuelto a crecer en la columna vertebral o hacia los vasos sanguíneos grandes que están cercanos, pudiese o no haberse propagado a los ganglios linfáticos, pero no se ha propagado a áreas distantes.

**Etapa IVC: cualquier T, cualquier N, M1:** el tumor es de cualquier tamaño y pudiese o no haberse propagado a los ganglios linfáticos. El tumor se ha propagado a áreas distantes.

## **2.6. Hipótesis**

El nivel de exposición a radiaciones ionizantes influye en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - Hospital General Ambato.

## **2.7. Señalamiento de variables**

### **2.7.1. Variable independiente**

Nivel de exposición a radiaciones ionizantes

### **2.7.2. Variable dependiente**

Prevalencia de cáncer tiroideo

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque**

La presente investigación tiene un enfoque predominantemente cuantitativo por la realización de mediciones ambientales de radiación ionizante, con el fin de evaluar el riesgo mediante la aplicación de modelos matemáticos establecidos por normativas técnicas nacionales e internacionales. También se realiza un estudio de los registros de dosimetrías del año en curso y se aplican encuestas para la obtención de indicadores epidemiológicos.

Es importante aclarar que la investigación no es experimental porque no se realizan experimentos sobre las variables, sencillamente se evaluará el nivel de exposición a radiaciones ionizantes para establecer su vínculo con la prevalencia del cáncer tiroideo.

#### **3.2. Modalidad básica de la investigación**

Por la clase de medios utilizados para obtener los datos la investigación es:

##### ***3.2.1. Bibliográfica – documental***

El presente trabajo es de carácter bibliográfico – documental porque sustenta su marco teórico en la información obtenida de libros especializados, publicaciones científicas, normativas y notas de divulgación técnica.

### ***3.2.2. De campo***

El estudio es de campo ya que se realizan mediciones, encuestas, inspecciones y análisis documental, con el fin de recabar los datos necesarios para establecer la incidencia de las variables de investigación.

### **3.3. Nivel o tipo de investigación**

Por el nivel de conocimientos que se adquieren la investigación es de tipo:

#### ***3.3.1. Exploratorio***

La tesis toma un nivel exploratorio porque existe un problema de investigación claramente identificado, del cual no se han realizado estudios técnicos previos, a pesar de existir un evidente problema epidemiológico relacionado al cáncer de tiroides.

#### ***3.3.2. Descriptivo***

La investigación descriptiva porque se establecen las condiciones de trabajo de un grupo humano, en torno a la exposición continua a radiación ionizante.

#### ***3.3.3. Correlacional***

El estudio busca establecer la incidencia de las radiaciones ionizantes en la prevalencia del cáncer de tiroides de una población en estudio, es decir, se evalúa la relación existente entre dos variables, dando a la investigación un carácter correlacional.

Según la naturaleza de la información que se recoge para responder al problema, la investigación es:

### ***3.3.4. Cuantitativa***

La información que se maneja en la investigación es de carácter numérico y está asociada al establecimiento de una causa (variable independiente) y un efecto (variable dependiente), para su tratamiento mediante análisis estadístico.

### ***3.3.5. Transversal***

La investigación es transversal debido a la realización del estudio epidemiológico de una muestra poblacional determinada, con el fin de establecer la prevalencia del cáncer de tiroides en función a la exposición a radiaciones ionizantes, en un solo momento temporal.

## **3.4. Población y muestra**

La investigación implica 6 áreas de trabajo donde laboran 67 personas con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes.

### ***3.4.1. Criterios de inclusión***

Participan en la investigación las personas que presenten las siguientes características:

- Ser trabajadores con más de 3 meses en la institución.
- Ser personal de las áreas de estudio.
- No tener permiso médico o por embarazo.

### ***3.4.2. Criterios de exclusión***

No participan en la investigación las personas que presenten las siguientes características:

- Ser trabajadores con menos de 3 meses en la institución.
- No ser personal de las áreas de estudio.
- Tener permiso médico o por embarazo.

#### ***3.4.3. Criterios de eliminación***

Durante el desarrollo de la investigación se omiten las personas que presenten las siguientes características:

- Trabajar en otras instituciones de salud realizando radiodiagnóstico.

#### ***3.4.4. Consideraciones éticas***

La investigación se realiza en torno a un marco ético fundamentado principalmente en la observancia a la declaración de Helsinki (Ver Anexo 4.), respetando la confidencialidad de la información suministrada y evitando emitir juicios de valor con respecto a la institución donde se realiza el estudio.

#### ***3.4.5. Instrumentos a utilizar***

El trabajo de campo se lleva a cabo utilizando el equipo de medición que se describe en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Equipo de Medición**  
**Fuente: Norma COVENIN 2258 – 95**

Equipo	Error	Sensibilidad		Características
		Min	Max	
Contador Geiger - Müller	+/- 20%	1 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	10 ( $\text{mSv/hr}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado de calibración</li> <li>• Alta linealidad en las escalas</li> <li>• Estabilidad en las lecturas</li> <li>• Dependencia de energía conocida</li> <li>• Señal audible</li> <li>• Fácil cambio de baterías</li> <li>• Resistencia a golpes y vibraciones</li> <li>• Resistencia al cambio de condiciones climáticas</li> <li>• Dependencia direccional poco marcada</li> <li>• Compacto, liviano y fácil de manejar</li> </ul>

## Operacionalización de variables

### 3.5.1. Variable independiente

Variable: Nivel de Exposición a Radiación Ionizante

**Tabla 3: Operacionalización de la variable independiente**  
Elaborado por: Investigador

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Las radiaciones ionizantes son partículas u ondas electromagnéticas, capaces de ionizar (desprender electrones de un átomo) la materia, por lo que su exposición en ambientes no controlados puede ocasionar alteraciones de tipo hereditario o somático en los seres humanos.	Exposición	Tasa de dosis externas  Dosis anual	$\mu\text{Sv/hr}$  $\mu\text{Sv/hr}$	Medición de campo COVENIN 2258:1995 Contador Geiger - Müller  Dosimetrías Art. 32 y 33 del Reglamento de Seguridad Radiológica Registro de dosis individuales

### 3.5.2. Variable dependiente

Variable: Prevalencia de Cáncer Tiroideo

**Tabla 4: Operacionalización de la variable dependiente**  
**Elaborado por: Investigador**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
El cáncer de tiroides es una enfermedad, en la cual los tejidos de la glándula tiroidea son invadidos por células malignas, que ocasionan la aparición de tumores, que pueden ser de varios tipos, diferenciados por su patología y morbilidad.	Cáncer de tiroides	Etapa I  Etapa II  Etapa III  Etapa IVA  Etapa IVB  Etapa IVC	TNM  TNM  TNM  TNM  TNM	Análisis de registros  Partes médicos

### **3.5.3. Variables intervinientes**

- Tiempo de servicio
- Área de trabajo
- Antecedentes patológicos personales
- Servicio en otros centros de salud

### **3.6. Recolección de información**

El estudio de campo requiere levantar información, primeramente de la variable independiente, a través de la medición de los niveles de radiación (utilizando un detector Geiger – Müller) existente en las áreas de trabajo descritas en la tabla 1.

A continuación se realizará el análisis de los registros de dosimetrías del personal que labora en el área de radiología, donde también se efectuará una inspección de seguridad con el fin de identificar los peligros a los que se encuentran expuestos los trabajadores.

Finalmente, se revisarán los partes médicos del personal inmerso en la muestra escogida, para identificar los casos existentes de trabajadores con cáncer tiroideo, tanto en el área de rayos x como en las dependencias adyacentes a esta.

### **3.7. Procesamiento y análisis**

El procesamiento y análisis de la información se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Creación de una hoja de Excel para registrar los resultados de las mediciones y el análisis de los partes médicos.
- Evaluación del riesgo existente por exposición a radiaciones ionizantes en cada una de las áreas escogidas para el estudio.

- Identificación del número de trabajadores que están laborando en radiología, pese a superar la dosis anual permitida.
- Cálculo de la prevalencia del cáncer tiroideo del personal del área de rayos x y dependencias aledañas del IESS – Hospital General Ambato.
- Aplicación del paquete informático SPSS para la generación de tablas de frecuencia con los resultados de las mediciones y de los antecedentes patológicos encontrados, considerando la influencia de otros factores de riesgo, ajenos a las radiaciones ionizantes.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Análisis e interpretación de resultados de la variable independiente**

El análisis de la variable independiente (radiación ionizante) se basa en el cálculo de la dosis anual obtenida en base a las mediciones realizada los días 23 y 27 de Diciembre del 2016 y utilizando también los resultados de las dosimetrías de los últimos 3 años. Estos resultados se comparan con los límites de dosis establecidos por la legislación vigente para evaluar el riesgo.

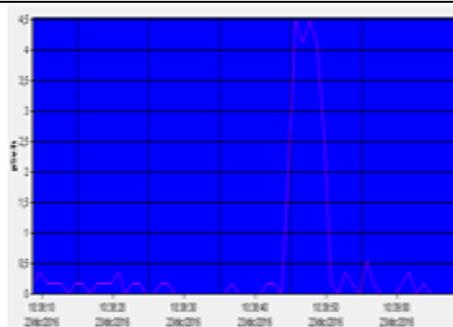
##### **4.1.1. Mediciones de radiación ionizante en áreas controladas**

La medición se realizó inicialmente en las áreas controladas, dentro de las cabinas de tomografía computarizada, radiografía convencional, mamografía y fluoroscopia, durante la jornada de trabajo. Se utilizó el equipo Radiation Alert Inspector Exp (Certificado de calibración el Anexo 5), utilizando la metodología dada en la Norma Covenin 2258 – 95.

## Sala de tomografía computarizada

**Tabla 5: Resultados de medición en tomografía**  
**Elaborado por: Investigador**

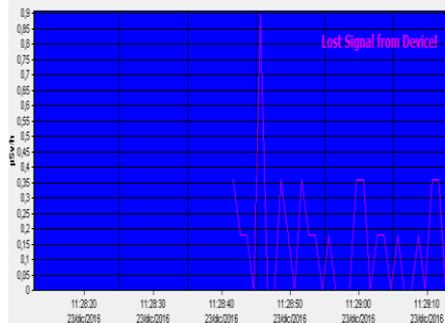
Medición de Radiación Ionizante en Áreas Controladas	
<b>Proceso</b>	Radiodiagnóstico
<b>Subproceso</b>	Tomografía computarizada
<b>Actividad</b>	Realización de tomografías
<b>Tarea</b>	Calibración y disparo del haz
<b>Fecha</b>	23 de Diciembre de 2016
<b>Descripción del Equipo</b>	
<b>Tipo</b>	Tomógrafo
<b>Marca</b>	Hitachi
<b>Modelo</b>	Scenaria
<b>N° de Serie</b>	No refiere
<b>Año de Fabricación</b>	2014
<b>Tensión Pico (KV)</b>	120
<b>Corriente</b>	500 mA
<b>Filtro</b>	3 Al
<b>Descripción del tubo de rayos x</b>	
<b>Marca</b>	Hitachi
<b>Modelo</b>	S027
<b>Serie</b>	KA12722401
<b>Medición</b>	
<b>Tiempo de disparo</b>	0,35 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	6,8263473 $\mu$ Sv/h
<b>Dosis anual</b>	0,0318 mSv/año



## Sala de rayos x

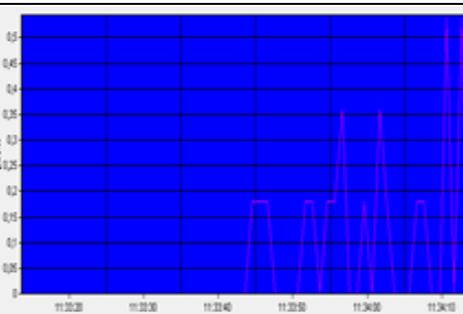
**Tabla 6: Resultados de medición en radiología convencional**  
**Elaborado por: Investigador**

<b>Medición de Radiación Ionizante en Áreas Controladas</b>	
<b>Proceso</b>	Radiodiagnóstico
<b>Subproceso</b>	Radiología convencional
<b>Actividad</b>	Placas de rayos x
<b>Tarea</b>	Calibración y disparo del haz
<b>Fecha</b>	23 de Diciembre de 2016
<b>Descripción del Equipo</b>	
<b>Tipo</b>	Rx Convencional
<b>Marca</b>	Primax Internacional
<b>Modelo</b>	C352 RTM7821 – 1
<b>Nº de Serie</b>	G548L
<b>Año de Fabricación</b>	2012
<b>Tensión Pico (KV)</b>	150
<b>Corriente</b>	250 mA
<b>Filtro</b>	1,5 Al
<b>Descripción del tubo de rayos x</b>	
<b>Marca</b>	I.A.E. SPA
<b>Modelo</b>	RTM782H
<b>Serie</b>	84L687
<b>Medición</b>	
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	0,8982035 $\mu$ Sv/h
<b>Dosis anual</b>	0,006 mSv/año



## Sala de fluoroscopia

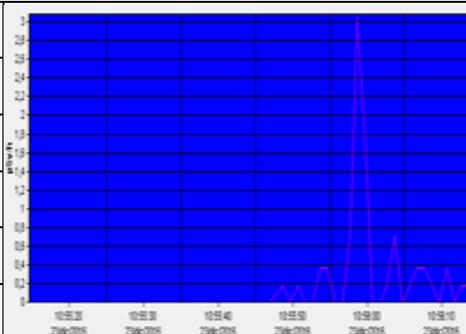
**Tabla 7: Resultados de medición en fluoroscopia**  
**Elaborado por: Investigador**

Medición de Radiación Ionizante en Áreas Controladas		
<b>Proceso</b>	Radiodiagnóstico	
<b>Subproceso</b>	Fluoroscopia	
<b>Actividad</b>	Realización de fluoroscopías	
<b>Tarea</b>	Calibración y disparo del haz	
<b>Fecha</b>	23 de Diciembre de 2016	
Descripción del Equipo		
<b>Tipo</b>	Fluoroscopio	
<b>Marca</b>	Shimadzu	
<b>Modelo</b>	Remote – Controlled	
<b>Nº de Serie</b>	0362A48601	
<b>Año de Fabricación</b>	2007	
<b>Tensión Pico (KV)</b>	110	
<b>Corriente</b>	500 mA	
<b>Filtro</b>	2 Al	
<b>Descripción del tubo de rayos x</b>		
<b>Marca</b>	Shimadzu	
<b>Modelo</b>	0.6/1.2p18de.85	
<b>Serie</b>	CM6F38047032	
Medición		
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s	
<b>Disparos diarios</b>	200	
<b>Días al mes</b>	20	
<b>Meses al año</b>	12	
<b>Dosis medida</b>	0,5389222 µSv/h	
<b>Dosis anual</b>	0,0035928 mSv/año	

## Sala de mamografía

**Tabla 8: Resultados de medición en mamografía**  
Elaborado por: Investigador

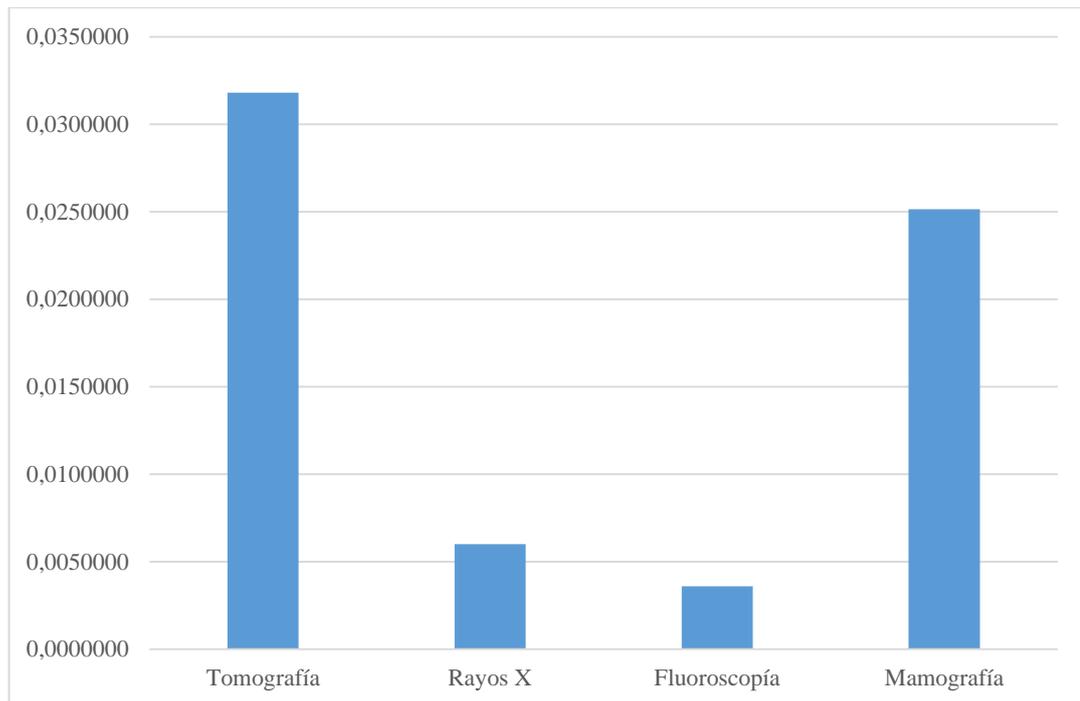
Medición de Radiación Ionizante en Áreas Controladas	
<b>Proceso</b>	Radiodiagnóstico
<b>Subproceso</b>	Mamografía
<b>Actividad</b>	Realización de mamografías
<b>Tarea</b>	Calibración y disparo del haz
<b>Fecha</b>	23 de Diciembre de 2016
<b>Descripción del Equipo</b>	
<b>Tipo</b>	Mamógrafo
<b>Marca</b>	Siemens
<b>Modelo</b>	Mammomat
<b>Nº de Serie</b>	M658F
<b>Año de Fabricación</b>	2007
<b>Tensión Pico (KV)</b>	40
<b>Corriente</b>	250 mA
<b>Filtro</b>	0,5 Be
<b>Descripción del tubo de rayos x</b>	
<b>Marca</b>	I.A.E. SPA
<b>Modelo</b>	XM12
<b>Serie</b>	60F630
<b>Medición</b>	
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	3,7724551 $\mu$ Sv/h
<b>Dosis anual</b>	0,0251497 mSv/año



En la siguiente tabla se resumen los resultados de las dosis anuales de cada una de las salas del servicio de radiología, comparándolas con los límites legalmente permisibles:

**Tabla 9: Resumen de mediciones en áreas controladas**  
**Elaborado por: Investigador**

<b>Tabla Resumen de Mediciones en el Áreas Controladas</b>			
<b>Sala</b>	<b>Dosis Anual (mSv/año)</b>	<b>Dosis Límite Permissible (mSv/año)</b>	<b>Sobreexposición a Radiación Ionizante</b>
Tomografía	0,0318000	20	No
Rayos X	0,0060000	20	No
Fluoroscopia	0,0035928	20	No
Mamografía	0,0251497	20	No



**Gráfico No. 5: Dosis anual en zonas controladas**  
**Elaborado por: Investigador**

## Análisis

En las cabinas de trabajo las dosis pico en mili sieverts por hora son de 0,0318000 en tomografía, 0,0060000 en rayos x, 0,0035928 en fluoroscopia y 0,0251497 en mamografía.

## Interpretación

Considerando que el límite de dosis para el personal operativamente expuesto es de 20 mili sieverts anuales, se puede estimar que no existe sobreexposición a radiaciones ionizantes, sin embargo se aprecia la presencia de radiación dispersa dentro de las cabinas de trabajo, principalmente en tomografía y mamografía.

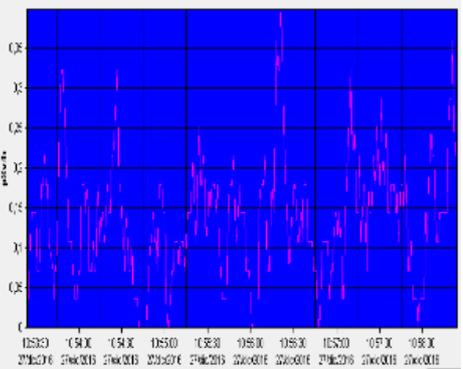
### 4.1.2. Medición externa de radiación ionizante

Para comprobar la presencia de radiación dispersa en áreas consideradas de riesgo por su cercanía al servicio de radiología, se procedió a realizar la medición externa en los servicios de: laboratorio, trabajo social, derivaciones, estadística y cardiología. Con los resultados obtenidos en las mediciones se realiza la conversión a dosis anual.

### Área de trabajo social

**Tabla 10: Resultados de medición en trabajo social**  
Elaborado por: Investigador

Medición Externa de Radiación Ionizante	
<b>Fechas</b>	23 y 27 de Diciembre
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	0,3952095 $\mu\text{Sv/h}$
<b>Dosis anual</b>	0,0026347 $\text{mSv/año}$



## Área de derivación

**Tabla 11: Resultados de medición en derivación**  
Elaborado por Investigador

Medición Externa de Radiación Ionizante	
<b>Fecha</b>	23 y 27 de Diciembre
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	0,3952096 $\mu\text{Sv/h}$
<b>Dosis anual</b>	0,0026347 $\text{mSv/año}$

## Área de archivo y estadística

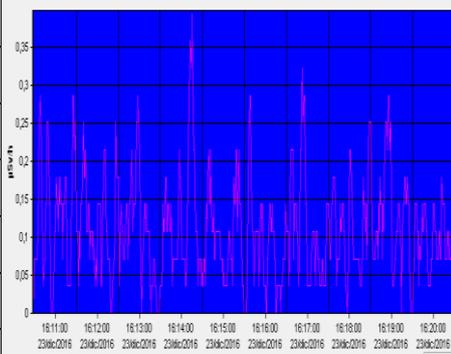
**Tabla 12: Resultados de medición en archivo y estadística**  
Elaborado por: Investigador

Medición Externa de Radiación Ionizante	
<b>Fecha</b>	23 y 27 de Diciembre
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	0,3592814 $\mu\text{Sv/h}$
<b>Dosis anual</b>	0,0023952 $\text{mSv/año}$

## Área de cardiología

**Tabla 13: Resultados de medición en cardiología**  
Elaborado por: Investigador

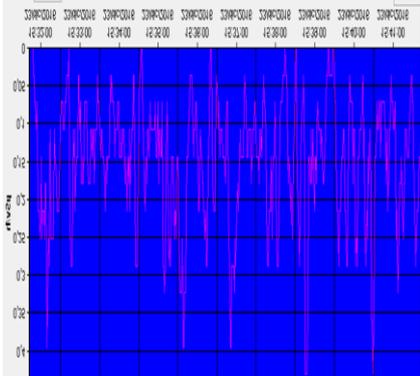
Medición Externa de Radiación Ionizante	
<b>Fecha</b>	23 y 27 de Diciembre
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	0,3952096 $\mu\text{Sv/h}$
<b>Dosis anual</b>	0,0026347 $\text{mSv/año}$



## Área de laboratorio clínico

**Tabla 14: Resultados de medición en laboratorio clínico**  
Elaborado por: Investigador

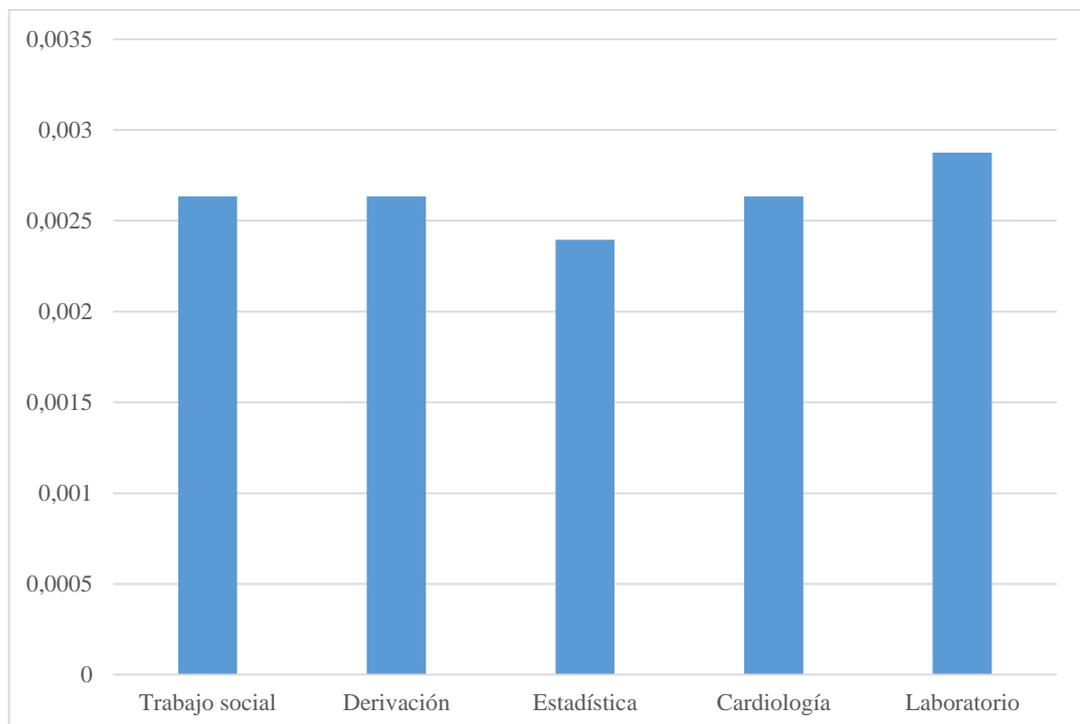
Medición Externa de Radiación Ionizante	
<b>Fecha</b>	23 y 27 de Diciembre
<b>Tiempo de disparo</b>	0,5 s
<b>Disparos diarios</b>	200
<b>Días al mes</b>	20
<b>Meses al año</b>	12
<b>Dosis medida</b>	0,4311377 $\mu\text{Sv/h}$
<b>Dosis anual</b>	0,0028743 $\text{mSv/año}$



En la siguiente tabla se resumen los resultados de las dosis anuales de cada una de las áreas adyacentes al servicio de radiología, comparándolas con los límites legalmente permisibles:

**Tabla 15: Resumen de mediciones externas**  
**Elaborado por: Investigador**

<b>Tabla Resumen de Mediciones Externas</b>			
<b>Sala</b>	<b>Dosis Anual (mSv/año)</b>	<b>Dosis Límite Permisible (mSv/año)</b>	<b>Sobreexposición a Radiación Ionizante</b>
Trabajo social	0,0026347	1	No
Derivación	0,0026347	1	No
Estadística	0,0023952	1	No
Cardiología	0,0026347	1	No
Laboratorio	0,0028743	1	No



**Gráfico No. 6: Dosis anual en áreas externas**  
**Elaborado por: Investigador**

## **Análisis**

En las áreas de trabajo las dosis pico en mili sieverts por hora son de 0,0026347 en trabajo social, 0,0026347 en derivación, 0,0023952 en estadística, 0,0026347 en cardiología y 0,0028743 en laboratorio clínico.

## **Interpretación**

Considerando que el límite de dosis para el personal externo es de 1 mili sievert al año, se puede estimar que no existe sobreexposición a radiaciones ionizantes, sin embargo se aprecia la presencia mínima de radiación dispersa en las áreas cercanas a radiología.

### **4.1.2. Dosimetrías anuales**

Se han recopilado los reportes existentes de las dosimetrías del 2014, 2015 y 2016 con el fin de estimar el nivel de exposición a radiación ionizante de los trabajadores, año a año.

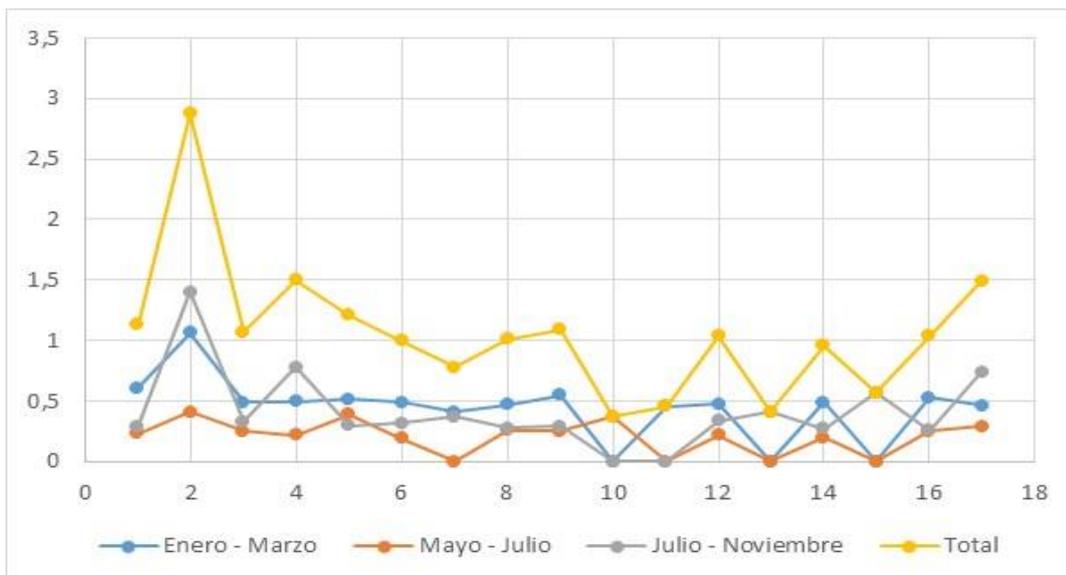
## Año 2014

La siguiente tabla muestra los resultados de los reportes de las dosimetrías realizadas al personal técnico de radiología, durante el año 2014:

**Tabla 16: Dosimetrías del año 2014**

**Elaborado por: Investigador**

Dosis (mSv)				
Trabajador	Enero - Marzo	Mayo - Julio	Julio - Noviembre	Total
1	0,61	0,23	0,29	1,13
2	1,066	0,41	1,4	2,876
3	0,493	0,25	0,33	1,073
4	0,499	0,22	0,78	1,499
5	0,518	0,39	0,3	1,208
6	0,491	0,19	0,32	1,001
7	0,41	N/E	0,37	0,78
8	0,473	0,26	0,28	1,013
9	0,55	0,25	0,29	1,09
10	N/E	0,37	N/E	0,37
11	0,457	N/E	N/E	0,457
12	0,476	0,22	0,34	1,036
13	Nuevo	Nuevo	0,41	0,41
14	0,491	0,2	0,27	0,961
15	N/E	N/E	0,57	0,57
16	0,529	0,25	0,26	1,039
17	0,465	0,29	0,74	1,495



**Gráfico No. 7: Dispersión de las dosimetrías del 2014**  
 Elaborado por: Investigador

### **Análisis**

En el 2014 se han presentado los reportes de las dosimetrías correspondientes a tres períodos del año, en donde se puede apreciar que el trabajador 2 es el más expuesto a radiación ionizante, alcanzando una dosis total de 2,876 mSv, mientras que el trabajador 14 es el menos expuesto con una dosis de 0,961 mSv. También se aprecia que 5 personas no han realizado las entregas (N/E) de sus dosímetros en los plazos estipulados.

### **Interpretación**

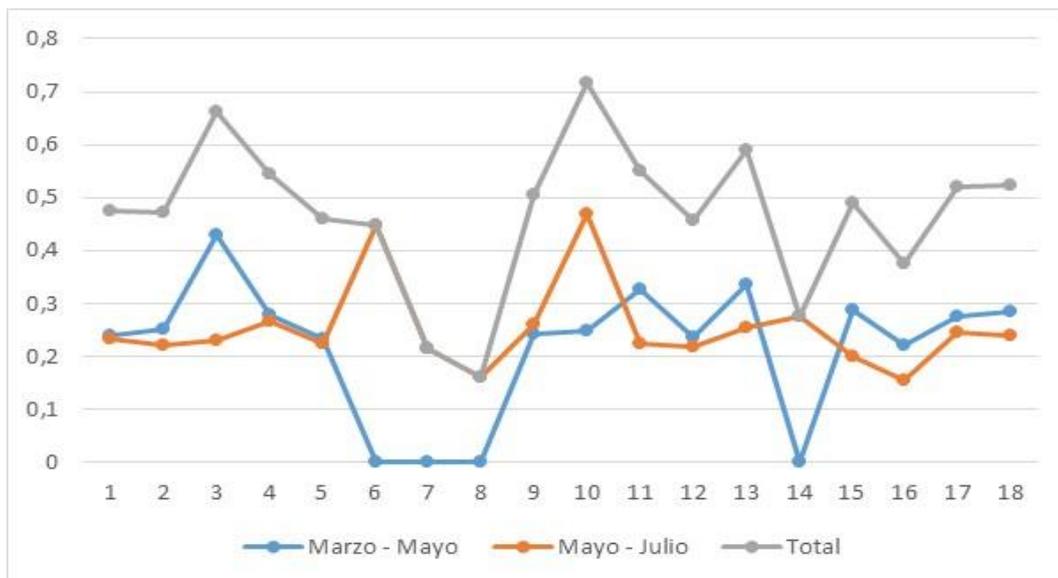
Se aprecia una tendencia muy marcada de la exposición en cada puesto de trabajo, durante los tres períodos, en los que en ningún caso se supera la dosis límite de 1,5 mSv/mes, por lo que se puede estimar que no existe sobreexposición a radiación ionizante. Es evidente también el deficiente manejo de la vigilancia radiológica ya que no se cuenta con todas las dosimetrías del año, ni se asegura la entrega de los dosímetros por parte de todos los trabajadores.

## Año 2015

La siguiente tabla muestra los resultados de los reportes de las dosimetrías realizadas al personal técnico de radiología, durante el año 2015:

**Tabla 17: Dosimetrías del año 2015**  
Elaborado por: Investigador

Dosis (mSv)			
Trabajador	Marzo - Mayo	Mayo - Julio	Total
1	0,239	0,235	0,474
2	0,252	0,22	0,472
3	0,431	0,23	0,661
4	0,278	0,266	0,544
5	0,234	0,226	0,46
6	N/R	0,449	0,449
7	Nuevo	0,214	0,214
8	Nuevo	0,161	0,161
9	0,244	0,262	0,506
10	0,248	0,47	0,718
11	0,326	0,225	0,551
12	0,238	0,219	0,457
13	0,335	0,255	0,59
14	N/E	0,277	0,277
15	0,289	0,2	0,489
16	0,223	0,154	0,377
17	0,277	0,245	0,522
18	0,284	0,239	0,523



**Gráfico No. 8: Dispersión de las dosimetrías del 2015**  
 Elaborado por: Investigador

### **Análisis**

En el 2015 se han presentado los reportes de dosimetrías correspondientes a dos períodos del año, en donde se puede apreciar que el trabajador 10 es el más expuesto a radiación ionizante, alcanzando una dosis total de 0,718 *mSv*, mientras que el trabajador 12 es el menos expuesto con una dosis de 0,457 *mSv*. También se aprecia que 4 personas no han retirado (N/R) ni entregado los dosímetros de sus dosímetros en los plazos estipulados.

### **Interpretación**

Se aprecia una tendencia muy marcada de la exposición en cada puesto de trabajo, durante los dos períodos, en los que en ningún caso se supera la dosis límite de 1,5 *mSv/mes*, por lo que se puede estimar que no existe sobreexposición a radiación ionizante. Es evidente también el deficiente manejo de la vigilancia radiológica ya que no se cuenta con todas las dosimetrías del año, ni se asegura la entrega de los dosímetros por parte de todos los trabajadores.

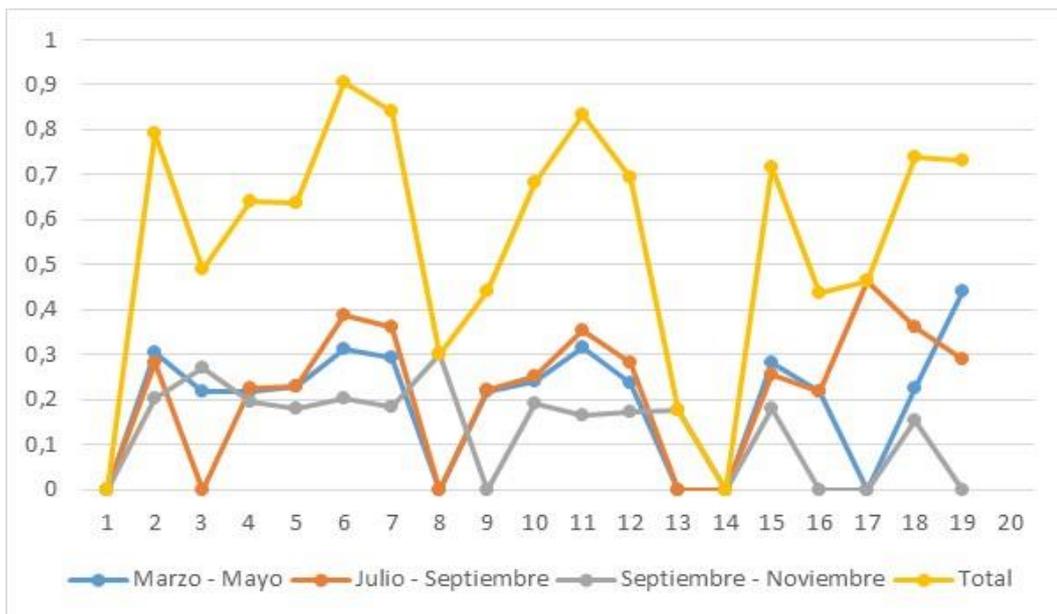
## Año 2016

La siguiente tabla muestra los resultados de los reportes de las dosimetrías realizadas al personal técnico de radiología, durante el año 2016:

**Tabla 18: Dosimetrías del año 2016**

**Elaborado por: Investigador**

Trabajador	Dosis (mSv)			Total
	Marzo - Mayo	Julio - Septiembre	Septiembre - Noviembre	
1	N/R	N/R	N/R	0
2	0,307	0,283	0,203	0,793
3	0,219	N/R	0,272	0,491
4	0,219	0,226	0,197	0,642
5	0,229	0,229	0,179	0,637
6	0,314	0,389	0,203	0,906
7	0,293	0,363	0,184	0,84
8	N/R	N/R	0,3	0,3
9	0,219	0,222	N/R	0,441
10	0,24	0,251	0,191	0,682
11	0,315	0,356	0,164	0,835
12	0,239	0,282	0,173	0,694
13	N/R	N/R	0,176	0,176
14	N/R	N/R	N/R	0
15	0,281	0,255	0,179	0,715
16	0,218	0,22	N/R	0,438
17	N/R	0,465	N/R	0,465
18	0,226	0,36	0,155	0,741
19	0,441	0,291	N/R	0,732



**Gráfico No. 9: Dispersión de las dosimetrías del 2016**  
 Elaborado por: Investigador

### Análisis

En el 2016 se han presentado los reportes de dosimetrías correspondientes a tres períodos del año, en donde se puede apreciar que el trabajador 6 es el más expuesto a radiación ionizante, alcanzando una dosis total de 0,906 *mSv*, mientras que el trabajador 4 es el menos expuesto con una dosis de 0,642 *mSv*. También se aprecia que 9 personas no han realizado las entregas de sus dosímetros en los plazos estipulados.

### Interpretación

Se aprecia una tendencia muy marcada de la exposición en cada puesto de trabajo, durante los tres períodos, en los que en ningún caso se supera la dosis límite de 1,5 *mSv/mes*, por lo que se puede estimar que no existe sobreexposición a radiación ionizante. Es evidente también el deficiente manejo de la vigilancia radiológica ya que no se cuenta con todas las dosimetrías del año, ni se asegura la entrega de los dosímetros por parte de todos los trabajadores.

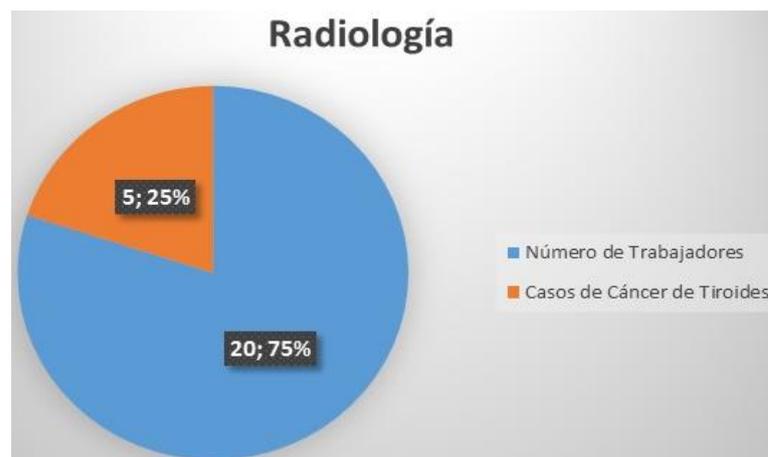
## 4.2. Análisis e interpretación de resultados de la variable dependiente

El análisis de la variable dependiente se basa en el cálculo de la prevalencia del cáncer de tiroides en cada una de las áreas de estudio, para ello se utilizando los datos obtenidos durante la revisión de las fichas médicas de los trabajadores.

**Tabla 19: Prevalencia de cáncer de tiroides en radiología**

Elaborado por: Investigador

Área	Número de Trabajadores	Casos de Cáncer de Tiroides	Prevalencia (%)
Radiología	20	5	25



**Gráfico No. 10: Prevalencia de cáncer tiroideo en radiología**

Elaborado por: Investigador

### Análisis

De un total de 20 trabajadores, 5 que representan el 25% poseen cáncer de tiroides, mientras que el 75% no padecen la enfermedad.

### Interpretación

En el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato hay una prevalencia de cáncer de tiroides del 25%.

**Tabla 20: Prevalencia de cáncer de tiroides en laboratorio**  
**Elaborado por: Investigador**

Área	Número de Trabajadores	Casos de Cáncer de Tiroides	Prevalencia (%)
Laboratorio clínico	24	1	4,17



**Gráfico No. 11: Prevalencia de cáncer tiroideo en laboratorio**  
**Elaborado por: Investigador**

### **Análisis**

De un total de 24 trabajadores, 1 que representa el 4,17% poseen cáncer de tiroides, mientras que el 96,83% no padecen la enfermedad.

### **Interpretación**

En el área de laboratorio clínico del IESS – Hospital General Ambato hay una prevalencia de cáncer de tiroides del 4,17%.

**Tabla 21: Prevalencia de cáncer de tiroides en laboratorio**  
**Elaborado por: Investigador**

Área	Número de Trabajadores	Casos de Cáncer de Tiroides	Prevalencia (%)
Trabajo social	3	1	33,33



**Gráfico No. 12: Prevalencia de cáncer tiroideo en trabajo social**  
**Elaborado por: Investigador**

### **Análisis**

De un total de 3 trabajadores, 1 que representa el 33,33% poseen cáncer de tiroides, mientras que el 66,67% no padecen la enfermedad.

### **Interpretación**

En el área de trabajo social del IESS – Hospital General Ambato hay una prevalencia de cáncer de tiroides del 33,33%.

**Tabla 22: Prevalencia de cáncer de tiroides en derivaciones**  
**Elaborado por: Investigador**

Área	Número de Trabajadores	Casos de Cáncer de Tiroides	Prevalencia (%)
Derivaciones	3	0	0



**Gráfico No. 13: Prevalencia de cáncer tiroideo en derivaciones**  
**Elaborado por: Investigador**

### **Análisis**

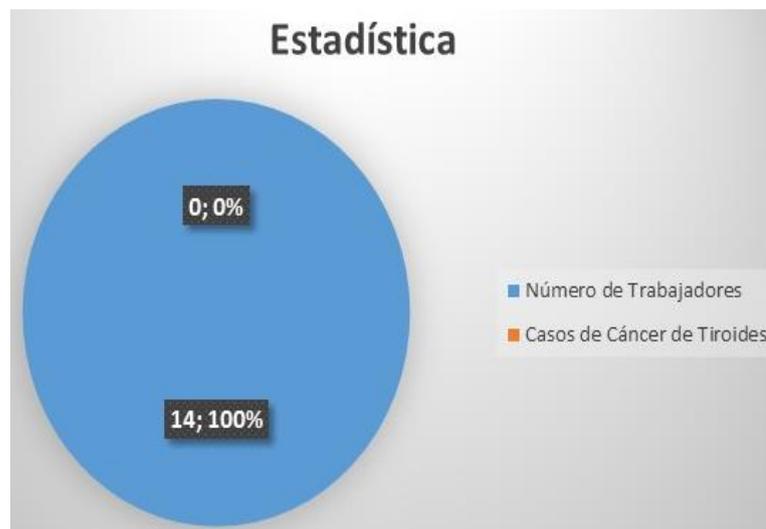
De un total de 3 trabajadores, ninguno posee cáncer de tiroides.

### **Interpretación**

En el área de derivaciones del IESS – Hospital General Ambato no hay una prevalencia de cáncer de tiroides.

**Tabla 23: Prevalencia de cáncer de tiroides en estadística**  
**Elaborado por: Investigador**

Área	Número de Trabajadores	Casos de Cáncer de Tiroides	Prevalencia (%)
Estadística	14	0	0



**Gráfico No. 14: Prevalencia de cáncer tiroideo en estadística**  
**Elaborado por: Investigador**

### **Análisis**

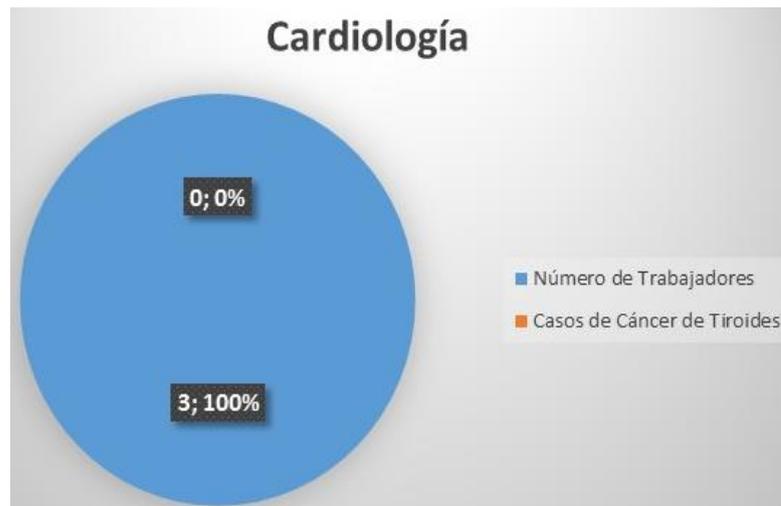
De un total de 14 trabajadores, ninguno posee cáncer de tiroides.

### **Interpretación**

En el área de estadística del IESS – Hospital General Ambato no hay una prevalencia de cáncer de tiroides.

**Tabla 24: Prevalencia de cáncer de tiroides en cardiología**  
**Elaborado por: Investigador**

Área	Número de Trabajadores	Casos de Cáncer de Tiroides	Prevalencia (%)
Cardiología	3	0	0



**Gráfico No. 15: Prevalencia de cáncer tiroideo en cardiología**  
**Elaborado por: Investigador**

### **Análisis**

De un total de 3 trabajadores, ninguno posee cáncer de tiroides.

### **Interpretación**

En el área de cardiología del IESS – Hospital General Ambato no hay una prevalencia de cáncer de tiroides.

#### 4.2.1. Relación entre las variables

En la tabla a continuación se relacionan las dosis anuales de radiación con la prevalencia de cáncer de tiroides en dichas áreas:

**Tabla 25: Relación entre las variables**

Elaborado por: Investigador

Área	Dosis Anual (mSv/año)	Casos de Cáncer Tiroideo	Prevalencia de Cáncer Tiroideo (%)
Radiología	0,0318000	5,00	25,00
Laboratorio Clínico	0,0028743	1,00	4,17
Trabajo Social	0,0026347	1,00	33,33
Derivaciones	0,0026347	0,00	0,00
Estadística	0,0023952	0,00	0,00
Cardiología	0,0026347	0,00	0,00

#### Análisis

Las áreas con mayor dosis anual de radiación son: Radiología con 0,0318000 mSv/año y laboratorio clínico con 0,0028743 mS/año, siendo radiología la que mayor prevalencia de cáncer de tiroides presenta, con 25%, a su vez trabajo social tiene un 33,33% y laboratorio clínico u 4%. El resto de áreas no presentan casos.

#### Interpretación

Se puede apreciar que las áreas con mayor dosis de exposición son las que más prevalencia de cáncer presentan, con excepción de trabajo social que pese a tener menor dosis que laboratorio clínico alcanza un 33,33% pero eso es proporcional al número de trabajadores, ya que ambas áreas tienen la misma cantidad de casos.

### **4.3. Comprobación de la hipótesis**

#### **4.3.1. Formulación de la hipótesis**

Se plantean las hipótesis nula y alterna:

$H_1$  = El nivel de exposición a radiaciones ionizantes influye en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - Hospital General Ambato.

$H_0$  = El nivel de exposición a radiaciones ionizantes no influye en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - Hospital General Ambato.

#### **4.3.2. Nivel de significancia**

Se trabaja con un nivel de significancia del 1%, es decir con un 99% de confiabilidad.

#### **4.3.3. Elección de la prueba estadística**

El estudio tiene las siguientes características:

- Las variables de investigación tienen comportamiento normal.
- Se desconoce la desviación estándar poblacional.
- La muestra es pequeña y mayor a 5.
- Se tienen dos muestras relacionadas.

Esto se ajusta para la utilización del método de t – student para muestras relacionadas.

#### 4.3.4. Cálculo del estadístico de contraste

Para calcular el estadístico de contraste se utiliza el programa SPSS, con los pasos que se muestran a continuación:

##### Paso 1:

Generar las variables en la ventana de “vista de variables”.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Area	Numérico	1	0	Áreas de...	{1, Radiolog...	Ninguna	8	Centrado	Nominal	Entrada
2	Dosis	Numérico	8	7	Tasa de ...	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrada
3	Prevalencia	Numérico	8	2	Prevalen...	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrada
4											
5											

**Gráfico No. 16: Prevalencia de cáncer tiroideo en cardiología**

**Elaborado por: Investigador**

**Fuente: Programa SPSS**

##### Paso 2:

Ingresa los datos en la ventana de “vista de datos”

	Area	Dosis	Prevalencia
1	Radiología	,0318000	25,00
2	Laboratorio	,0028743	4,17
3	Trabajo so...	,0026347	33,33
4	Derivaciones	,0026347	,00
5	Estadística	,0023952	,00
6	Cardiología	,0026347	,00
7	.	.	.

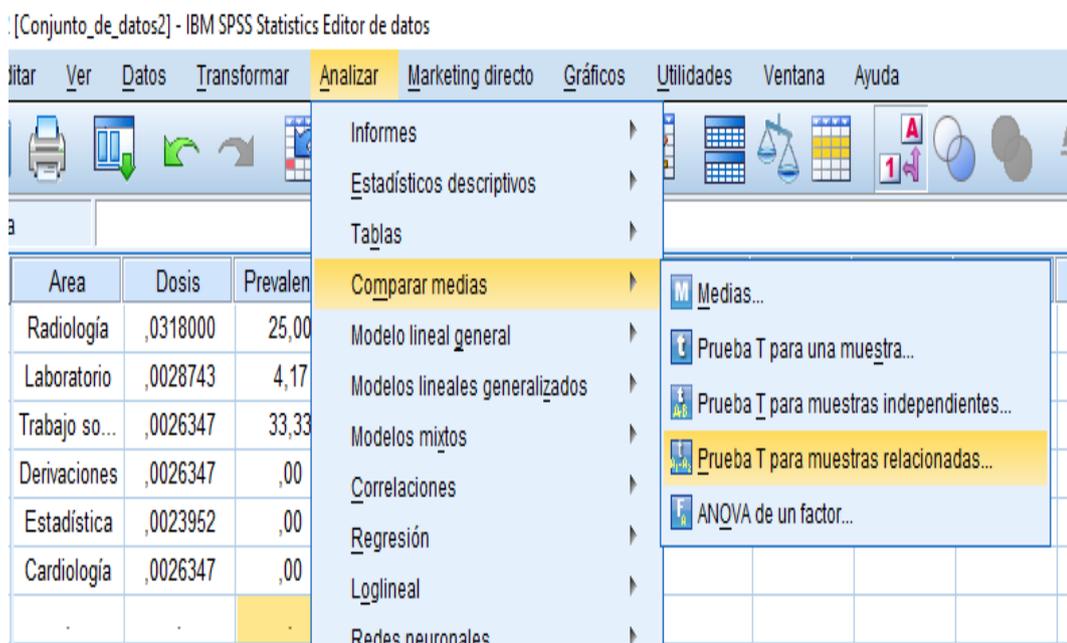
**Gráfico No. 17: Ingreso de datos**

**Elaborado por: Investigador**

**Fuente: Programa SPSS**

**Paso 3:**

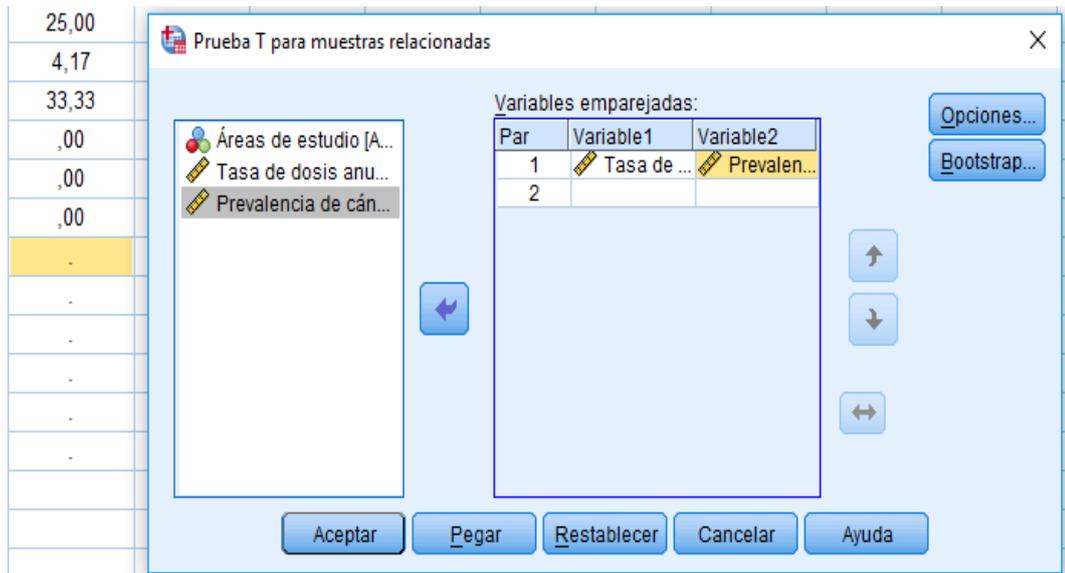
Realizar la prueba de hipótesis con el modelo matemático t – student para muestras relacionadas.



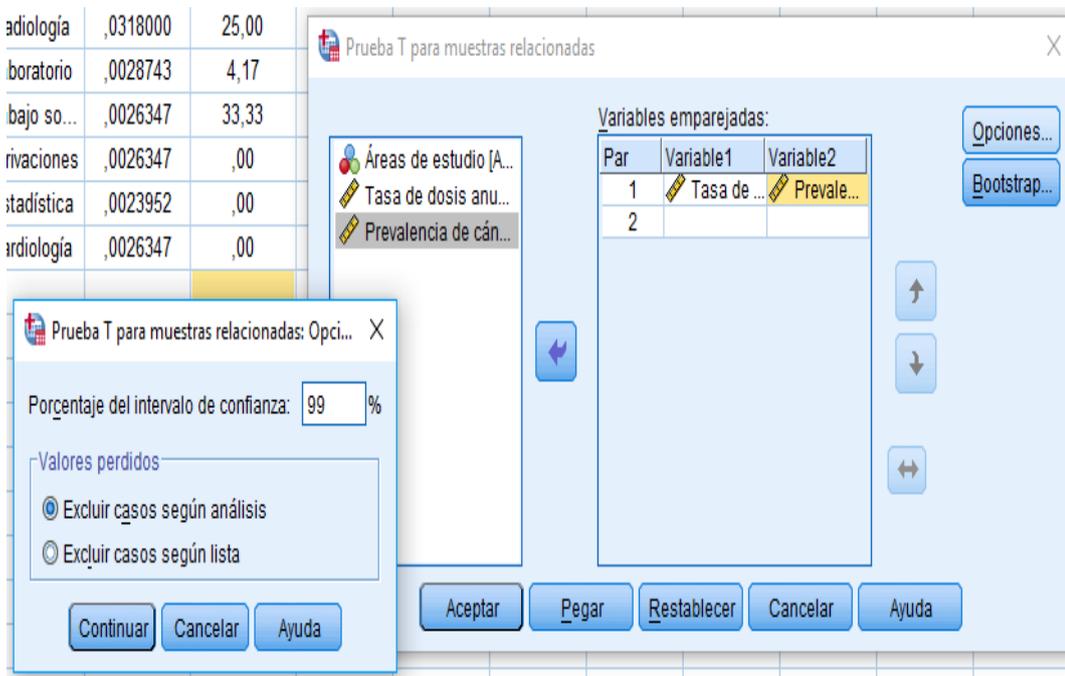
**Gráfico No. 18: Ingreso a la comparación de medias**

**Elaborado por: Investigador**

**Fuente: Programa SPSS**



**Gráfico No. 19: Ingreso de las variables**  
 Elaborado por: Investigador  
 Fuente: Programa SPSS



**Gráfico No. 20: Configuración del nivel de significancia**  
 Elaborado por: Investigador  
 Fuente: Programa SPSS

**Paso 4:**

Generar tabla de datos.

**Tabla 26: Correlación entre variables**

**Elaborado por: Investigador**

**Fuente: Programa SPSS**

<b>Correlaciones de muestras emparejadas</b>				
		<b>N</b>	<b>Correlación</b>	<b>Sig.</b>
<b>Par 1</b>	Tasa de dosis anual en las áreas de estudio & Prevalencia de cáncer de tiroides en las áreas de estudio	6	,482	,333

**Tabla 27: Resultados t – student**

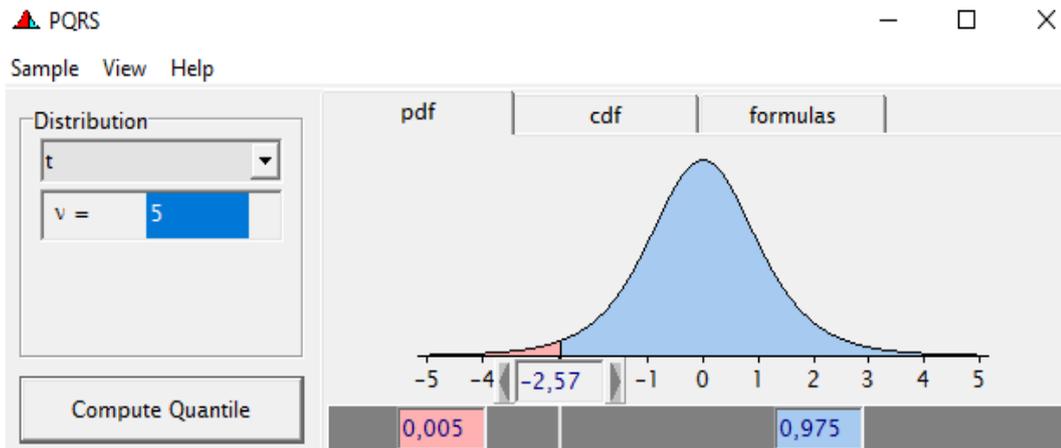
**Elaborado por: Investigador**

**Fuente: Programa SPSS**

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	99% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tasa de dosis anual en las áreas de estudio - Prevalencia de cáncer de tiroides en las áreas de estudio	-10,4091710	14,8417262	6,0591093	-34,8403664	14,0220242	-1,718	5	,146

### Paso 5:

Determinar el valor teórico de t, con 1% de significancia y 5 grados de libertad. Para esto se utiliza el programa PQRS.



**Gráfico No. 21: Curva normal**  
Elaborado por: Investigador  
Fuente: Programa PQRS

#### 4.3.5. Contraste de hipótesis

Mediante la aplicación de la prueba estadística se obtuvo lo siguiente:

- Existe una correlación de variables de 0,482
- Hay 5 grados de libertad
- El nivel de significancia ( $\alpha$ ) = 0,01
- La significancia bilateral (p – value) = 0,146
- El valor t calculado = -1,718
- El valor t teórico = +/- 2,57

Esto genera las siguientes comparaciones:

- $\alpha < p - \text{value}$
- t calculado > t teórico en la cola negativa del estadígrafo.

Por lo tanto, con un nivel de significancia del 1% y 5 grados de libertad se acepta la hipótesis nula, lo que quiere decir que “El nivel de exposición a radiaciones ionizantes no influye en la prevalencia de cáncer tiroideo del personal del servicio de rayos x y de sus áreas adyacentes, del IESS - Hospital General Ambato”.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Durante el desarrollo de la investigación se pudo evaluar el riesgo de exposición a radiación ionizante en todas las áreas de estudio, a su vez se contó con la información necesaria para establecer la prevalencia de cáncer de tiroides en dichas áreas y así se verificó estadísticamente la relación existente entre las variables.
- Tanto las mediciones ambientales como las dosimetrías revelan que pese a existir presencia de radiación dispersa en las cabinas de control, no existe sobreexposición a las radiaciones ionizantes, ni dentro del área de radiología, ni en las zonas aledañas, siendo el equipo de tomografía el que podría considerarse más riesgoso al emitir una tasa de dosis de  $0,0318 \text{ mSv/año}$ , valor que está muy por debajo del límite permisible para el personal operativamente expuesto y para personas externas.
- Existe prevalencia de cáncer de tiroides en varias áreas de trabajo del IESS – Hospital General Ambato, siendo más frecuente la enfermedad en radiología, con 5 casos en los últimos 3 años. Se puede notar además que el indicador se va reduciendo en las áreas donde hay menor exposición a la radiación ionizante.
- La prueba de hipótesis demuestra que las medias poblacionales de las variables de investigación tienden a ser iguales, haciendo válida a la hipótesis nula, por lo tanto se puede afirmar que la radiación ionizante generada por los equipos de radiodiagnóstico no influyen en la prevalencia de cáncer de tiroides, aunque esta sea alta en varias zonas de trabajo.

- Durante la investigación se pudo evidenciar que dentro del área de radiología falta un control adecuado del riesgo, ya que no se han definido procedimientos de trabajo que impliquen medidas preventivas y de vigilancia tanto radiológica como de la salud, por lo que se hace menester implementar un programa de protección radiológica con el fin de mejorar el ambiente laboral y asegurar un servicio de calidad para los usuarios.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se deben definir las zonas que podrían considerarse controladas y supervisadas dentro del servicio de radiología, estableciendo procedimientos de acceso y circulación a cada una de ellas, de acuerdo como lo establece la OIEA y la CEEA.
- Se necesita mejorar el control y supervisión de las dosimetrías personales, ya que la dirección técnica del hospital y la jefatura técnica de radiología no disponen de los registros del control dosimétrico completo de los últimos cinco años, existiendo además un alto número de trabajadores que no usan o no hacen la entrega de los dosímetros en las fechas establecidas.
- Existe radiación dispersa en las cabinas de mando, por lo que se requiere mejorar el blindaje en las áreas controladas, instalando barreras principales y secundarias además de visores de vidrio plomado y protecciones en las comisuras de las puertas de acceso.
- Hay que fomentar el principio ALARA en la cultura organizacional del área de radiología mediante la implementación de procedimiento para garantizar la calidad radiológica en el servicio brindado a los usuarios.

## CAPÍTULO VI

### LA PROPUESTA

#### 6.1. Tema:

Programa de protección radiológica para reducir el riesgo por exposición ocupacional, pública y potencial en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

#### 6.2. Datos informativos

- **Institución Ejecutora:** IESS – Hospital General Ambato.
- **Beneficiarios:** Personal y usuarios del servicio de radiología del IESS – Hospital General Ambato.
- **Ubicación:** Avenida Rodrigo Pachano 1076 y Edmundo Martínez.
- **Responsable:** Directora administrativa del IESS – Hospital General Ambato: Ing. Paulina Romero Cordovilla.
- **Equipo técnico responsable:**
- **Financiamiento:** Recursos asignados por el IESS – Hospital General Ambato.

#### 6.3. Antecedentes de la propuesta

Durante la investigación realizada en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato se pudo notar que las estructuras de dirección, políticas, procedimientos y disposiciones organizativas encaminadas a reducir el riesgo durante la realización de las diferentes actividades relacionadas al radiodiagnóstico,

no están bien definidas, lo que incrementa el riesgo de exposición a radiación ionizante tanto para el personal de radiología como para los trabajadores de zonas cercanas y usuarios del servicio con sus acompañantes.

Además, el personal no cuenta con el formulario instructivo de normas de protección contra la radiación, requisito exigido por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEAA), lo que podría ocasionar observaciones al hospital por parte de la mencionada entidad de control. Esto hace necesaria la elaboración de un programa que garantice la calidad del uso de las radiaciones ionizantes, mediante mecanismos que permitan evaluar la efectividad de las medidas de protección y seguridad.

#### **6.4. Justificación**

El riesgo que conlleva el empleo de radiaciones ionizantes obliga a que su uso sea requerido únicamente para un beneficio mayor, por lo tanto deben evitarse a toda costa las exposiciones injustificadas.

La elaboración de la presente propuesta alcanza gran relevancia porque su implementación es factible y permitirá reducir sustancialmente el riesgo generado por la inadecuada gestión, mejorando de esta manera las condiciones de trabajo para el personal y beneficiando a los afiliados, quienes podrán hacer uso de un servicio más rápido y eficiente.

#### **6.5. Objetivos de la propuesta**

##### **6.5.1. Objetivo General**

Elaborar un programa de protección radiológica para reducir el riesgo por exposición ocupacional, pública y potencial en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

### **6.5.2. Objetivos específicos**

- Designar responsabilidades para la seguridad y protección radiológica ocupacional, estableciendo normas de carácter organizativo para los diferentes miembros del área de radiología.
- Establecer las zonas controladas y supervisadas, clasificando a los trabajadores según el riesgo.
- Definir normas y procedimientos de trabajo seguro para el personal del área de radiología.
- Establecer controles operativos del riesgo.
- Establecer protocolos de vigilancia médica y dosimétrica de los trabajadores expuestos.
- Desarrollar un procedimiento para la realización de capacitaciones e inducciones en seguridad radiológica.
- Elaborar el procedimiento de control de calidad radiológica que contenga medidas planificadas y pautas para el control del riesgo.

### **6.6. Análisis de factibilidad**

La elaboración del programa de protección radiológica es factible porque se cuenta con los permisos de las direcciones, administrativa y de docencia del IESS – Hospital General Ambato, quienes han autorizado la entrega de la información necesaria para el desarrollo de la propuesta y han manifestado su interés en la implementación de la misma.

### **6.7. Fundamentación técnica**

La evaluación del riesgo radiológico se realiza a través de la vigilancia ambiental e individual de los trabajadores, mediante medición ambiental y análisis de registros de dosimetrías, respectivamente. Todo esto basado en la normativa técnica dada en el capítulo 48 de la “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo” de la OIT.

## **6.8. Metodología**

La elaboración del programa de protección radiológica se basa en el desarrollo de un conjunto de normas, procedimientos y controles, adecuados a la estructura organizacional, equipos e infraestructura del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato. Todo esto basado en las “Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación” y en la guía “Protección Radiológica Ocupacional” del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

## **6.9. Desarrollo de la propuesta**

El programa de protección radiológica que se presenta a continuación se ha desarrollado tomando en cuenta la realidad ocupacional del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato. El documento consta de:

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

# PROGRAMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



**HOSPITAL GENERAL  
AMBATO – ECUADOR  
2016**

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Programa de protección radiológica para reducir el riesgo por exposición ocupacional, pública y potencial en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.**

### Índice General

Contenidos	
	Tema
1.	Introducción
2.	Alcance
3.	Fundamentación técnica – legal
4.	Objetivos
4.1.	Objetivo general
4.2.	Objetivos específicos
5.	Definiciones
6.	Asignación de responsabilidades
6.1.	Organización y Responsabilidad
6.2.	Organigrama
6.3.	Descripción de funciones
6.3.1.	Dirección de radiología
6.3.2.	Jefatura técnica
6.3.3.	Técnicos radiólogos
6.3.4.	Jefe de servicio
6.3.5.	Personal administrativo
7.	Designación de áreas
7.1.	Área Controlada
7.2.	Área supervisada

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- 7.3. Límites de dosis
- 7.4. Clasificación establecida
- 7.5. Señalética
- 7.6. Distribución de las áreas
- 8. Normas generales de seguridad
  - 8.1. Normas administrativas de seguridad
  - 8.2. Normas de seguridad para equipos e instalaciones
    - 8.2.1. Seguridad eléctrica
    - 8.2.2. Requisitos técnicos de los equipos de radiodiagnóstico
    - 8.2.3. Requisitos técnicos de las instalaciones
    - 8.2.4. Blindajes
  - 8.3. Equipo de protección personal
- 9. Controles administrativos de seguridad
  - 9.1. Procedimientos administrativos
    - 9.1.1. Procedimiento para la obtención de licencias profesionales de seguridad radiológica
    - 9.1.2. Procedimiento para la obtención de licencia institucional para el uso de rayos x
    - 9.1.3. Procedimiento de acceso y circulación en áreas controladas
    - 9.1.4. Procedimiento de capacitación
    - 9.1.5. Procedimiento de inducción
  - 9.2. Procedimientos operacionales
    - 9.2.1. Procedimiento para rayos x
    - 9.2.2. Procedimiento para rayos x con equipo portátil
    - 9.2.3. Procedimiento para realización de fluoroscopías
    - 9.2.4. Procedimiento para realización de tomografías computarizadas
    - 9.2.5. Procedimiento para realización de mamografías

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

10. Control operativo
  - 10.1. Sala de rayos x
  - 10.2. Sala de fluoroscopia
  - 10.3. Sala de tomografía computarizada
  - 10.4. Sala de mamografía
11. Vigilancia radiológica
  - 11.1.1. Procedimiento para la vigilancia individual
  - 11.1.2. Procedimiento para la vigilancia ambiental
12. Vigilancia de la salud
13. Garantía de calidad
  - 13.1. Procedimiento de control de calidad en radiología convencional
  - 13.2. Procedimiento de control de calidad en fluoroscopia
  - 13.3. Procedimiento de control de calidad en tomografía computarizada
  - 13.4. Procedimiento de control de calidad en mamografía
14. Inspecciones de seguridad
  - 14.1. Procedimiento de inspección de seguridad

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## 1. Introducción

El servicio de radiología hoy en día se ha convertido en una herramienta fundamental para el rápido y preciso diagnóstico médico, pudiendo en muchos casos ser la diferencia entre la vida y la muerte de los pacientes que diariamente acuden a diversos centros de salud buscando aliviar sus males. Sin embargo, el inadecuado uso de la radiación ionizante puede ocasionar graves problemas a la salud del personal que realiza esta actividad, por lo que es de trascendental importancia establecer medidas de seguridad que minimicen el riesgo y su vez garanticen una atención de calidad para los usuarios.

El presente programa establece los procedimientos adecuados para el uso seguro de las radiaciones ionizantes en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato, tomando en cuenta normas internacionales dictadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), asegurando así la mejora del ambiente laboral y el cumplimiento de la normativa nacional regida por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA).

## 2. Alcance

El programa de protección radiológica va dirigido a todo el personal de radiología del IESS – Hospital General Ambato y beneficia a los trabajadores de áreas adyacentes, usuarios del servicio y sus acompañantes.

## 3. Fundamentación técnica – legal

Fundamentación técnica:

- Colección de Normas de Seguridad del OIEA.
- Enciclopedia de Salud y Seguridad de la OIT.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

Fundamentación legal:

- Constitución de la República del Ecuador, artículos: 33, 326 y 332.
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 584), artículos: 1, 2 ,7 y 18.
- Código de Trabajo, artículos: 38 y 42.
- Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (Resolución C.D. 513), primer anexo.
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo 2393), artículos: 5, 11, 62.
- Reglamento de Seguridad Radiológica.

#### **4. Objetivos**

##### **4.1.Objetivo general**

- Establecer los lineamientos para la aplicación de normas de seguridad en el uso médico de radiación ionizante en el servicio de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

##### **4.2.Objetivos específicos**

- Reducir el riesgo por exposición pública y ocupacional a radiación ionizante.
- Establecer protocolos de acceso y circulación en las áreas supervisadas y controladas del servicio de radiología.
- Determinar los procedimientos adecuados para los diferentes servicios que brinda el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato, estableciendo controles que garanticen la calidad del servicio radiológico.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## 5. Definiciones

**Área controlada:** Toda zona en la que son o pudieran ser necesarias medidas de protección y disposiciones de seguridad específicas para controlar las exposiciones normales, y para prevenir las exposiciones potenciales o limitar su magnitud.

**Área supervisada:** Toda zona que no está definida como zona controlada pero en la que se mantienen en examen las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas protectoras ni disposiciones de seguridad concretas.

**Calibración:** Establecimiento de la correspondencia exacta entre los valores indicados por el equipo o instrumento y los valores medidos con un instrumento patrón.

**Contaminación:** Presencia de sustancias radiactivas dentro de una materia o en su superficie, o en el cuerpo humano o en otro lugar donde no son deseables o pudieran ser nocivas.

**Cultura de seguridad:** Conjunto de características y actitudes en las organizaciones y en los individuos que establece como primera prioridad la atención a las cuestiones de protección y seguridad, y desalienta la complacencia y/o el conformismo.

**Daño radiológico y/o nuclear:** Pérdida de vidas humanas, lesión corporal, perjuicio material o del medio ambiente, que se produce como resultado de las propiedades peligrosas de las radiaciones ionizantes.

**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,

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

dosis efectiva, dosis comprometida o dosis efectiva comprometida, cuando no es necesario indicar los términos modificantes para definir la cantidad de interés.

**Exposición:** Exposición de personas a la radiación o a sustancias radiactivas, que puede ser externa, debida a fuentes situadas fuera del cuerpo humano, o interna, causada por fuentes existentes dentro del cuerpo humano.

**Exposición crónica:** Exposición persistente en el tiempo.

**Exposición del público:** Exposición recibida por miembros del público debida a fuentes y prácticas autorizadas y a las situaciones de intervención, pero excluidas la exposición ocupacional o la médica y la radiación natural de fondo normal en una localidad.

**Exposición médica:** Exposición recibida por los pacientes en el curso de su diagnóstico o tratamiento médico o dental; o la recibida por personas que no estén expuestas profesionalmente, a sabiendas, mientras ayudan voluntariamente a procurar alivio y bienestar a pacientes; y asimismo, la recibida por voluntarios en el curso de un programa de investigación biomédica que implique su exposición.

**Exposición ocupacional:** Toda exposición de los trabajadores recibida durante el trabajo, con excepción de las exposiciones excluidas del ámbito del reglamento y de las exposiciones causadas por fuentes o prácticas exentas por el reglamento.

**Exposición potencial:** Exposición que no se prevé que ocurra con seguridad, pero que puede ser el resultado de un accidente ocurrido en una fuente o deberse a un suceso o una serie de sucesos de carácter probabilista.

**Fuente:** Entidad física que puede causar exposición a la radiación, concretamente emitiendo radiación ionizante o liberando sustancias o materias radiactivas. A los

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

efectos de la aplicación del reglamento, se considera que una instalación compleja o múltiple situada en el mismo lugar o emplazamiento es una sola fuente.

**Inspección:** Acción de verificar en el lugar de que se cumple el reglamento, normas y disposiciones vigentes de seguridad y protección.

**Instalación:** Construcción, ambiente, planta o cualquier ubicación física donde se realizan actividades con una o más fuentes de radiaciones, según lo establece el reglamento y normas específicas.

**Intervención:** Toda acción encaminada a reducir o evitar la exposición o probabilidad de exposición a fuentes que no formen parte de una práctica controlada o que se hallen sin control a consecuencia de un accidente.

**Licencia:** Autorización concedida por la Autoridad Nacional a una entidad, instalación o un individuo en base a una evaluación de seguridad y complementada con requisitos y condiciones específicas que debe cumplir el titular licenciado.

**Límites anuales de dosis:** Valores de la dosis efectiva o equivalente causada a los individuos por prácticas controladas, que no deben ser rebasadas en un año.

**Nivel de actuación:** Tasa de dosis o concentración de actividad por encima de las cuales deben adoptarse acciones reparadoras o protectoras en situaciones de exposición crónica o de emergencia.

**Nivel de intervención:** Nivel de dosis evitable al alcanzarse el cual se realiza una acción protectora o reparadora específica en una situación de exposición crónica o de emergencia.

**Nivel de investigación:** Valor de una magnitud al rebasarse la cual debe efectuarse una investigación relativa a la situación que la ocasiona.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Nivel de referencia:** Término genérico que incluye a los niveles de actuación, de investigación, de intervención y de registro.

**Nivel de registro:** Nivel de dosis, de exposición o de incorporación especificado por la Autoridad Nacional que, si son alcanzados o rebasados por trabajadores, deben ser registrados.

**Niveles orientativos para exposición médica:** Valores de la dosis, la tasa de dosis o la actividad especificados por la Autoridad Nacional, al rebasarse los cuales conviene efectuar un examen a cargo de los médicos para determinar si son o no excesivos, considerando las circunstancias particulares y aplicando criterios adecuados.

**Protección y seguridad:** Protección de personas contra la exposición indebida a la radiación ionizante y a sustancias radiactivas, así como seguridad de las fuentes de radiación, incluidos los medios para conseguir esa protección y seguridad, prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de estos si ocurrieran.

**Radiación ionizante:** Radiación de energía suficientemente alta para producir pares de iones en una materia o en materias biológicas.

**Registro:** Forma de autorización de prácticas y fuentes de radiaciones de riesgo poco relevante.

**Restricción de dosis:** Restricción prospectiva de la dosis individual en relación a una fuente que sirve como una frontera en la optimización de la protección y seguridad de la fuente.

**Riesgo:** Magnitud de atributos múltiples con la que se expresa peligro o probabilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Trabajador expuesto:** Persona que trabaja, en jornada completa, parcial o temporalmente, por cuenta de un empleador y tiene derechos y deberes reconocidos en cuanto a seguridad y protección durante su ocupación.

**Vigilancia médica:** Supervisión médica cuya finalidad es asegurar la aptitud inicial y permanente de los trabajadores para la tarea designada.

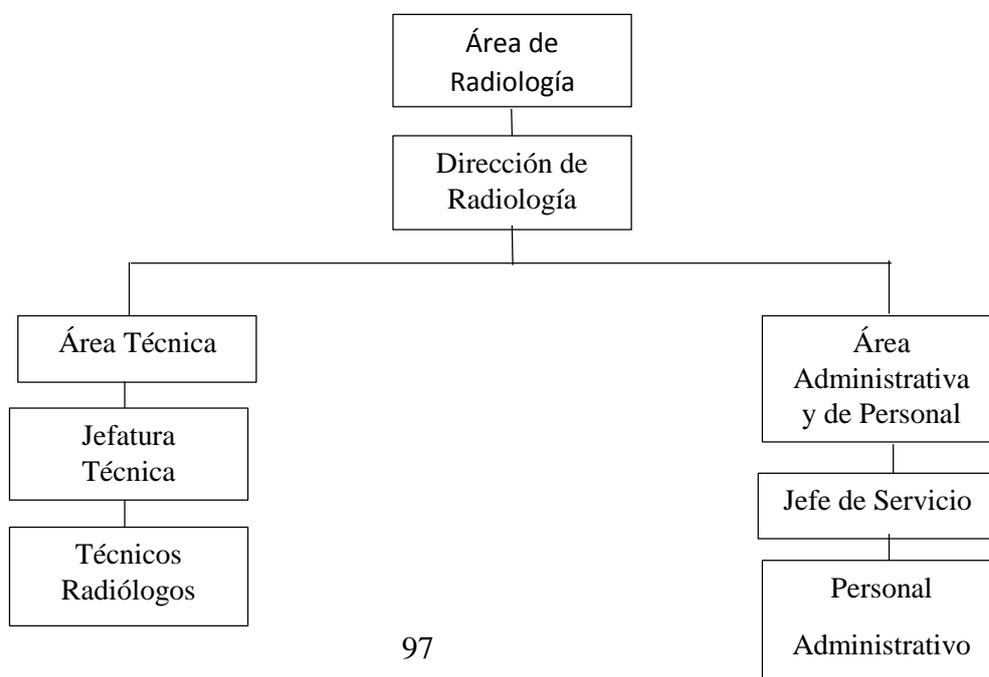
**Vigilancia radiológica:** Medición de la exposición, la dosis o la contaminación por razones relacionadas con la evaluación o control de la exposición a la radiación o a sustancias radiactivas, e interpretación de los resultados.

## 6. Asignación de responsabilidades

### 6.1. Organización y Responsabilidad

La correcta implementación del programa de protección radiológica depende de todo del personal que labora en el servicio de radiología. Para ello, cada miembro de esta área debe conocer claramente las responsabilidades y funciones de su cargo.

### 6.2. Organigrama



	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### 6.3.Descripción de funciones

#### 6.3.1. Dirección de radiología

##### Responsabilidad

El director de la unidad de radiología observará y hará observar a su personal, el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Programa de Protección Radiológica y en la normativa dada en el Reglamento de Seguridad Radiológica emitido por la CEEA.

##### Funciones

- Organizar y supervisar el desempeño del personal del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.
- Verificar el cumplimiento de los procedimientos y protocolos establecidos en el presente programa.
- Obtener la licencia de operación para el personal técnico.
- Asegurar que el personal necesario para la operación del servicio esté instruido en el uso y características del equipo.

#### 6.3.2. Jefatura técnica

##### Responsabilidad

El jefe técnico coordinará y controlará la atención a los usuarios, en función de los estudios solicitados por los médicos del hospital, cumpliendo y haciendo cumplir las normas y procedimientos de seguridad establecidos para asegurar la eficiencia y calidad del servicio.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## Funciones

- Organizar y supervisar el desempeño del personal del área técnica de radiología.
- Cumplir y hacer cumplir los procedimientos y protocolos establecidos en el presente programa.
- Supervisar que los turnos estén debidamente asignados y guarden conformidad con los pedidos realizados por el médico tratante.
- Participar en las tareas de interpretación de imágenes y realización de informes.
- Supervisar la digitalización de placas realizadas en el exterior e impresión de imágenes digitales realizadas en el hospital.
- Verificar que los equipos cumplan con los requisitos establecidos en el Reglamento de Seguridad Radiológica.

### 6.3.3. Técnicos radiólogos

#### Responsabilidad

Los técnicos radiólogos son profesionales licenciados por la CEEA para ejecutar los procedimientos de realización de estudios de rayos x, fluoroscopia, mamografía, tomografía, densitometría, ecografía y resonancia magnética, cumpliendo las normas de seguridad establecidas para asegurar la eficiencia y calidad del servicio.

#### Funciones

- Realizar los estudios radiológicos a los pacientes, de acuerdo a los pedidos realizados por los médicos tratantes.
- Cumplir los procedimientos y protocolos establecidos en el presente programa.
- Orientar al paciente en los aspectos referentes al procedimiento que se va a realizar.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Participar en las tareas de interpretación de imágenes y realización de informes.
- Informar acerca de cualquier problema técnico que puedan presentar los equipos de radiología a su cargo.

#### **6.3.4. Jefe de servicio**

##### **Responsabilidad**

El jefe de servicio coordinará las actividades relacionadas a los procesos técnicos – administrativos, asegurando que el personal brinde un servicio de calidad, rápido y eficiente.

##### **Funciones**

- Cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad en cuanto al acceso y circulación del personal en áreas controladas y supervisadas.
- Coordinar la recepción de pedidos y entrega de turnos en ventanilla.
- Verificar la correcta asignación de pacientes a las unidades correspondientes.
- Mantener actualizada la plantilla del personal administrativo.
- Controlar la emisión y archivo de los registros generados en el área.
- Mantener actualizados y en orden los archivos del área.
- Coordinar el abasto de los insumos requeridos para el buen funcionamiento del Servicio.
- Llevar estadísticas del servicio brindado en el área.
- Coordinar con la dirección de radiología la solicitud de las requisiciones de compras requeridas por el servicio.
- Coordinar con la dirección de radiología la solicitud del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, instalaciones y mobiliarios del área.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### 6.3.5. Personal administrativo

#### Responsabilidad

El personal administrativo realizará actividades relacionadas a la atención rápida y eficiente a los usuarios.

#### Funciones

- Cumplir las normas de seguridad en cuanto al acceso y circulación del personal en áreas controladas y supervisadas.
- Receptar pedidos y entregar turnos en ventanilla.
- Asignar a los pacientes a las unidades correspondientes.
- Emitir y archivar los registros establecidos en los procesos administrativos.

### 7. Designación de áreas

Es necesario identificar de acuerdo al nivel de riesgo, las zonas dentro de las cuales se deben establecer restricciones y normas de ingreso y circulación. Estas zonas toman los nombres de: área controlada y área supervisada, y están definidas por organismos internacionales, siendo adoptadas en el Ecuador mediante el Reglamento de Seguridad Radiológica.

#### 7.1. Área Controlada

El Organismo Internacional de energía Atómica (2004) en la Guía de Seguridad de “Protección Radiológica Ocupacional”, establece como área controlada a:

Toda zona en la que se prescriban o pudieran prescribirse medidas protectoras o disposiciones de seguridad específicas para:

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- a) controlar las exposiciones normales o impedir la dispersión de la contaminación en condiciones normales de trabajo; y
- b) prevenir las exposiciones potenciales o limitar su magnitud.

## 7.2. Área supervisada

El Organismo Internacional de energía Atómica (2004) en la Guía de Seguridad de “Protección Radiológica Ocupacional”, establece como área supervisada a “toda zona que no haya sido ya definida como zona controlada, pero en la que sea preciso mantener bajo examen las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas de protección ni disposiciones de seguridad específicas”.

## 7.3. Límites de dosis

Para determinar las áreas controladas dentro del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato se deben establecer los límites permisibles. Esto se hará en base a lo dispuesto tanto en normas nacionales como internacionales.

Los límites se muestran en la siguiente tabla:

<b>Tipo de Exposición</b>	<b>Dosis Efectiva</b>	<b>Dosis Equivalente</b>
Ocupacional	20 mSv de dosis efectiva en un año, como promedio, en un período de 5 años consecutivos.	150 mSv de dosis equivalente en un año, en el cristalino,
	50 mSv de dosis efectiva en un año, siempre que no sobrepase 100 mSv en 5 años consecutivos.	500 mSv de dosis equivalente en un año, para la piel y extremidades.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

<b>Tipo de Exposición</b>	<b>Dosis Efectiva</b>	<b>Dosis Equivalente</b>
Ocupacional para Aprendices y Estudiantes de 16 a 18 Años	Una dosis efectiva de 6 mSv en un año.	Una dosis equivalente al cristalino de 50 mSv en un año.
		Una dosis equivalente a las extremidades o piel de 150 mSv en un año.
Pública	Una dosis efectiva de 1 mSv por año.	Una dosis equivalente en cristalino de 15 mSv por año.
		Una dosis equivalente a la piel de 50 mSv por año.

#### 7.4. Clasificación establecida

Se establecen las áreas para el servicio de radiología, de la siguiente manera:

##### Áreas controladas

- Unidad de tomografía.
- Unidad de rayos x.
- Unidad de mamografía.
- Unidad de rayos x.
- Unidad de densitometría.

##### Áreas supervisadas

- Sala de espera.
- Secretaría.
- Información.
- Archivo.
- Unidad de resonancia magnética.
- Sala de digitalización.
- Unidad de ecografía.
- Unidad de Ecocardiograma.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## 7.5. Señalética

La señalética se establece utilizando el Anexo 3 del Reglamento de Seguridad Radiológica, que se cita a continuación:

- a) Las dimensiones mínimas de la señal son 22 cm y 29 cm de longitud.
- b) El color de fondo de la señal es BLANCO.
- c) El triángulo donde está el símbolo de radiaciones tiene un fondo de color AMARILLO, y el símbolo de radiaciones y el triángulo son de color NEGRO.
- d) La franja inferior es de color ROJO para ÁREA CONTROLADA y de color AMARILLO para ÁREA SUPERVISADA.
- e) En el recuadro puede colocarse una leyenda que identifique el área.

## 7.6. Distribución de las áreas

La distribución de las áreas se puede apreciar en el croquis que se muestra en el Anexo 6.

## 8. Normas generales de seguridad

### 8.1. Normas administrativas de seguridad

La correcta implementación del presente programa de protección radiológica depende primeramente de la instauración de medidas administrativas que garanticen el cumplimiento de las normativas vigentes. Tales medidas deben procurar lo siguiente:

- El equipo de rayos x debe ser operado únicamente por personal competente y calificado, con conocimiento de los protocolos de operación y procedimientos de seguridad.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- El equipo de rayos x debe ser operado únicamente por personal que posea la licencia emitida por la CEEA.
- Los equipos de rayos x deben estar registrados en la CEEA para poder operar de forma legal.
- No se permitirá la operación de un equipo de rayos x, a menos que el equipo y el local reúnan los requisitos técnicos de seguridad establecidos en el presente programa.
- Se deben establecer y reglamentar protocolos para controlar el acceso y circulación de los usuarios en las áreas controladas y supervisadas.
- Se implementaran programas de inducción y capacitación para el personal técnico.
- Se deben establecer procedimientos para la operación de los diferentes equipos de radiodiagnóstico.
- Se deben establecer los casos donde el uso del equipo de protección personal debe ser obligatorio.
- Se deben establecer y reglamentar los procedimientos para el control y seguimiento de las dosimetrías personales.
- Se implementará un sistema de limitación de dosis (criterio ALARA).
- Se implementarán controles para evitar la repetición innecesaria de estudios médicos, debiendo llevarse un registro del rechazo de imágenes.

## **8.2. Normas de seguridad para equipos e instalaciones**

El control del riesgo en la fuente depende de la observancia de los requisitos técnicos y legales que deben cumplir los equipos e instalaciones con fuentes de rayos x.

### **8.2.1. Seguridad eléctrica**

Los equipos de radiodiagnóstico deben instalarse cumpliendo la normativa especificada en la sección 517, del capítulo 5 del Código Eléctrico Nacional (CPE

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

INEN 019), del cual se extraen los ítems relacionados a puestas a tierra y medios de desconexión:

- El conductor de puesta a tierra de los equipos, que esté conectado a tomacorrientes para equipos especiales, como un equipo móvil de rayos x, debe prolongarse hasta los puntos de puesta a tierra de referencia de los circuitos secundarios en todos los lugares en los que sea probable que se utilicen tales tomacorrientes. Cuando ese circuito esté alimentado desde un sistema aislado sin poner a tierra, no es necesario que el conductor de tierra vaya con los conductores en tensión, no obstante, el polo a tierra de los equipos de esos tomacorrientes especiales debe estar conectado al punto de tierra de referencia.
- En el circuito de suministro se debe instalar un medio de desconexión que tenga la mayor de las siguientes capacidades: el 50% como mínimo de la entrada necesaria para régimen momentáneo o el 100% de la entrada necesaria para régimen prolongado del equipo de rayos x.
- El medio de desconexión debe ser accionado desde un lugar fácilmente accesible en el puesto de control de los rayos x.
- Cuando se trabaja con equipos portátiles conectados a circuitos ramales de 120 V y 30 A o menos se permite utilizar como medio de desconexión, una clavija conectada a un tomacorriente de capacidad adecuada y con polo a tierra.

### **8.2.2. Requisitos técnicos de los equipos de radiodiagnóstico**

Citando el Art. 78 del Reglamento de Seguridad Radiológica se debe considerar lo siguiente:

- a) Cada tubo de rayos x deberá estar encerrado en una cubierta tal, que la exposición proveniente de fuga de radiación medida a una distancia de 1 metro del foco no exceda 100 mR en 1 hora.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- b) Deberá proveerse de diafragmas, conos o colimadores ajustables capaces de restringir el haz útil de radiación al área de interés clínico.
- c) La filtración mínima total permanente en el haz útil deberá ser determinada para el máximo voltaje especificado en el tubo. La filtración total permanente deberá ser equivalente, a no menos que 2 mm a voltajes hasta 100 kV inclusive, y 3 mm Al, a voltajes sobre 100 kV.

Excepciones. A voltajes de operación bajo 50 kV (por ej. Mamografía) se permite una filtración total permanente menor.

La filtración total permanente en el haz útil deberá ser indicada en la cubierta del tubo:

- d) Si el filtro de la máquina no está accesible para ser examinado o se desconoce la filtración total, puede considerarse que los requisitos de la letra anterior se han cumplido, si la capa hemirreductora no es menor de los valores que constan en la siguiente tabla:

<b>Voltaje de Operación (kVp)</b>	<b>Capa Hemirreductora (mm de Al)</b>
Menor de 50	0,6
Menor de 70	1,6
Menor de 90	2,6
Menor de 100	2,8
Menor de 110	3,0
Menor de 120	3,3

- e) En caso de que el equipo sea móvil, para radiografía destinada a diagnóstico, la distancia foco – piel no debe ser menor de treinta centímetros y el operador se colocará a una distancia mínima de dos metros con relación al paciente; y,
- f) Algunos procedimientos radiográficos especiales, por ej. Mamografía, requieren radiación débil. Tales procedimientos deberán ser llevados a cabo en equipo especial y no equipo de rayos x standard diseñado para potenciales mayores. Bajo ninguna circunstancia deberá ser la filtración total permanente

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

menor de 0.5 mm Al. Cuando un tubo de rayos x especial con filtro de molibdeno es usado para mamografía, un filtro de molibdeno de por lo menos 0,33 mm es preferible en algunos casos y puede ser usado en lugar de filtración de aluminio.

A más de la normativa dada en la legislación ecuatoriana se establecen otras normas complementarias, de carácter internacional:

- Los equipos deben contar con mecanismos de control de haz de radiación, con dispositivos que muestren sin falla la presencia o ausencia del haz.
- Los equipos deben poseer colimadores para limitar el tamaño del haz de radiación al mínimo.
- Si el equipo no poseen elementos para homogenizar el haz de radiación se debe procurar que este sea la más uniforme posible, debiendo estar especificada la falta de uniformidad por el suministrador.
- El tablero de mando debe tener de los siguientes elementos:
  - La señalética de radiación ionizante y de prohibición de uso por personal no autorizada.
  - Un interruptor de llave que evite el accionamiento del equipo por parte de personal no autorizado. El diseño del interruptor debe permitir la extracción de la llave solo cuando este en posición de apagado o de espera.
  - Una luz de alerta para indicar que el equipo está activo y en condiciones de emitir rayos x.
  - Una luz de alerta que indique que el equipo está emitiendo rayos x.
  - Un temporizador que controle la duración de la exposición a rayos x.
  - Indicadores que señalen el voltaje (kV) y la corriente (mA) cuando el equipo esté activado.
  - Un botón para el paro inmediato de emergencia.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- El cabezal del tubo de rayos X debe tener un soporte para fijarse firmemente, disminuyendo al mínimo la radiación dispersa.
- Debe establecerse un proceso para el control y seguimiento a la empresa que realiza el mantenimiento de los equipos.

### 8.2.3. Requisitos técnicos de las instalaciones

- El diseño de las salas debe facilitar la aplicación del protocolo de acceso y circulación a las áreas supervisadas y controladas.
- Los tableros de mando deben estar ubicados en cabinas blindadas. Estas deben disponer de visores y de medios que faciliten la comunicación con los pacientes y estar ubicadas al menos a 2 metros de distancia del tubo de rayos x.
- El porta chasis y chasis no se deben ubicar frente a la cabina de control, en los muros de la sala de revelado o del cuarto de almacenaje de películas o cerca de puertas de acceso.
- No podrán haber en la misma sala dos tubos de rayos x activados por diferentes generadores.
- Las salas de radiodiagnóstico deben contar con la señalética respectiva y luces de advertencia.

### 8.2.4. Blindajes

Citando el Art. 79 del Reglamento de Seguridad Radiológica, las características del blindaje serán las siguientes:

- a) Las paredes, piso y techo hacia los cuales pudiere apuntarse el haz útil de radiación deberán tener barreras primarias.

Las barreras primarias de las paredes tendrán una altura mínima de dos metros sobre el nivel del piso; y,

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- b) Se proveerán barreras secundarias en todas aquellas paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación útil de radiación, no pueden ser afectadas directamente por dicho haz.

El diseño del blindaje debe tomar en cuenta ciertos parámetros de protección como:

- La carga de trabajo de los equipos de radiodiagnóstico.
- La ubicación del tubo con la respectiva dirección del haz de rayos x.
- El nivel de penetración de los rayos x.
- A más de la radiación directa hay que considerar la presencia de radiación residual, dispersa o de fuga.
- El uso simultaneo de varias fuentes de radiación.
- Las propiedades físicas y estructurales de los muros.

Los materiales recomendados para el diseño de los blindajes dependen del tipo de radiación. En el caso de los rayos x dichos materiales son planchas de plomo de 2 mm de espesor, sin embargo se pueden utilizar otros materiales como el hormigón, utilizando las relaciones dadas en las tablas del Anexo 7.

Para la construcción de los blindajes se deben considerar algunos elementos que pasan a través de las barreras y pueden debilitar la protección, como: juntas, conductos, tuberías, etc. Estas consideraciones se muestran a continuación:

- Las planchas de plomo deben unirse con juntas con un ancho equivalente a dos veces el espesor de la plancha.
- Las barreras de ladrillo o bloque deben ser sólidas y unidas con morteros de igual densidad.
- En salas de radiodiagnóstico las barreras pueden llegar hasta una altura de 2,10 m. Cualquier abertura por encima de esta medida no necesita apantallamiento.
- Los accesos a las salas de radiodiagnóstico deben estar protegidos con puertas plomadas. Estas deben sellar a los cuartos herméticamente.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Las ventanas de observación de la cabina de control deben ser hechas de vidrio plomado.

### 8.3. Equipo de protección personal

En los procedimientos en los que un trabajador debe permanecer junto con el paciente durante la exposición a radiación ionizante o cuando una evaluación ambiental haya demostrado la ineficiencia del blindaje, el personal de radiodiagnóstico debe usar el siguiente equipo de protección personal:

<b>Procedimiento</b>	<b>EPP Necesario</b>	<b>Equivalencia del plomo en el EPP</b>
Rayos x convencional y fluoroscopia	Mandil plomado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5 mm si cubre solo el frente del cuerpo.</li> <li>• 0.25 mm si cubre el frente y los costados del tórax y la pelvis.</li> </ul>
	Guantes plomados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5 mm para guantes de compresión.</li> <li>• 0.25 mm para guantes para intervención</li> </ul>
	Protector genital	
	Protector de tiroides	0,5 mm
Tomografía computarizada	Mandil plomado	
	Protector de tiroides	
Mamografía	Mandil plomado	No se requiere EPP únicamente si el procedimiento se realiza desde una zona controlada.
	Protector de tiroides	
Densitometría	Mandil plomado	
	Protector de tiroides	

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## **9. Controles administrativos de seguridad**

Con el fin de asegurar y agilizar el cumplimiento de las normas administrativas generales de seguridad se establecen procedimientos para la aplicación de los puntos más importantes dados. Estos se han dividido en procedimientos administrativos en sí mismo y en procedimientos para la realización de las diferentes operaciones (servicios) que ofrece el área de radiología.

### **9.1. Procedimientos administrativos**

#### **9.1.1. Procedimiento para la obtención de licencias profesionales de seguridad radiológica**

- **Objetivo**

Agilizar el proceso de obtención de licencias personales de seguridad radiológica para el personal técnico del IESS – Hospital General Ambato.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

#### **Director del área de radiología**

Las responsabilidades del director del área están estipuladas en el Artículo 73 y 74 del Reglamento de Seguridad Radiológica, el cual se cita a continuación:

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

El Licenciatario responsable de la unidad operativa está además obligado a lo siguiente:

- a) Obtener la licencia de operación para el personal auxiliar;
- b) Asegurar que el personal necesario para la operación del servicio esté instruido en el uso y características del equipo; y,

El Licenciatario responsable de la unidad operativa, observará y hará observar por sus empleados, el cumplimiento de las disposiciones de protección radiológica contra la radiación establecidas en el presente Reglamento.

#### **Jefe técnico**

- Colaborar con la recolección de los requisitos exigidos por la CEEA a los trabajadores.

#### **Personal técnico**

- Presentar los requisitos exigidos por la CEEA para el trámite de la licencia.
- Renovar la licencia al cumplir el tiempo para el cual fue expedida.

#### **• Definiciones**

**CEEA.-** Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

**Licenciataro.-** Persona a quien la CEEA ha otorgado licencia para trabajar con máquinas y/o fuentes de radiación.

#### **• Políticas**

- No podrá contratarse personal técnico que no cuente con la licencia profesional emitida por la CEEA.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Obtención de requisitos	Se solicitará al personal técnico los requisitos exigidos por la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) para la emisión o renovación de la licencia profesional. (Anexo A1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Personal técnico.</li> </ul>
2	Elaboración de solicitud	Llenar el formulario de solicitud emitido por la SCAN. (Anexo A2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
3	Envío de solicitud	Enviar la solicitud junto con los requisitos a la SCAN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> </ul>
4	Obtención de la licencia	Pasados 30 días de haber entregado la solicitud, comunicarse con la SCAN para verificar el estado del trámite.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> </ul>

- **Referencias**

- Reglamento de Seguridad Radiológica, Art. 15, Art. 18, Art. 73, Art. 74. Y 76.

- **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- **Anexos**

- A1 – Requisitos para obtención y renovación de licencias profesionales.
- A2 – Formato de solicitud emitido por la SCAN.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### 9.1.2. Procedimiento para la obtención de licencia institucional para el uso de rayos x

- **Objetivo**

Agilizar el proceso de obtención de licencias institucional de seguridad radiológica para el servicio de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a la dirección administrativa, salud ocupacional y área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

#### **Director administrativo**

- Nombrar un Oficial de Seguridad Radiológica, de manera que los aspectos de control de radiación estén permanentemente vigilados.
- Asegurar que los locales sean apropiados para el uso de rayos x, manejados sin peligro de exposición a terceros, y que de las facilidades adecuadas para mantener las reglas de seguridad radiológica.
- Asegurar la existencia y disponibilidad de equipos de detección de radiación apropiado, en buenas condiciones y con certificados de calibración.
- Facilitar el acceso a las inspecciones por parte de la CEEA, cuando ésta así lo requiera.

#### **Director del área de radiología**

- Presentar a la CEEA un plan de trabajo en el cual se incluya la función profesional de cada persona que trabaje en la instalación.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Asegurar que todo el personal técnico tenga la licencia profesional de seguridad radiológica.
- Implantar un programa de protección radiológica.

### **Jefe técnico**

- Mantener actualizado el inventario de los equipos de radiodiagnóstico.
- Llevar un control del mantenimiento de los equipos de radiodiagnóstico.

### **Médico ocupacional**

- Mantener actualizado el record dosimétrico del personal técnico de los últimos 4 años.

- **Definiciones**

**CEEA.-** Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

**Licenciario.-** Persona a quien la CEEA ha otorgado licencia para trabajar con máquinas y/o fuentes de radiación.

- **Políticas**

- Quien ejerza la representación legal del IESS – Hospital General Ambato es el responsable ante la ley por los trámites, funcionamiento, personal, accidentes y demás situaciones que se pudieren producir. Además es responsable del licenciamiento de su personal, su protección y de la idoneidad de sus empleados.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

• **Metodología**

N°	Actividad	Descripción	Responsable
1	Obtención de licencias profesionales de seguridad radiológica	Aplicar el procedimiento IESS.S.PA – 001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Personal técnico.</li> </ul>
1	Envío de solicitud	Recopilar requisitos y enviar las solicitudes para instalación, mantenimiento y uso de RX a la SCAN. (Anexos B1 y B2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo.</li> <li>• Director del área de radiología.</li> </ul>
1	Inspección de la SCAN	Presentar evidencias del cumplimiento de los requisitos de Seguridad Física y Protección Radiológica (Reglamento de Seguridad Radiológica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo.</li> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Personal técnico.</li> </ul>
2	Aplicación de recomendaciones	Ejecutar las recomendaciones realizadas por los técnicos de la SCAN durante la inspección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo.</li> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Personal técnico.</li> </ul>
3	Solicitud de re inspección	Enviar la solicitud para la realización de la re inspección de la SCAN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo.</li> <li>• Director del área de radiología</li> </ul>
4	Obtención de la licencia	Una vez que se solventen las observaciones hechas por la SCAN se obtiene el permiso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo.</li> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Personal técnico.</li> </ul>

• **Referencias**

- Reglamento de Seguridad Radiológica, Art. 15, Art. 18, Art. 46, Art. 73, Art. 74. Y 76.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

- B1 – Formato de solicitud para instalación y mantenimiento de equipos de Rayos X emitido por la SCAN.
- B2 - Formato de solicitud para uso de equipos de Rayos X emitido por la SCAN.

### **9.1.3. Procedimiento de acceso y circulación en áreas controladas**

- **Objetivo**

Establecer los mecanismos que permitan regular y controlar el acceso y la circulación de personal operativo y externo en las áreas controladas del servicio de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal y usuarios del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Responsabilidades**

**Director del área de radiología**

- Vigilar el cumplimiento del procedimiento establecido.
- Realizar el seguimiento a la eficacia del procedimiento y proponer cambios en pos de incentivar la mejora continua.
- Aplicar el procedimiento de acceso y circulación en áreas controladas, durante las actividades de radiodiagnóstico.
- Explicar a los pacientes las normas de seguridad establecidas e instarles a colaborar con la correcta aplicación del procedimiento.

**Jefe técnico**

- Controlar el correcto cumplimiento del procedimiento establecido.
- Apoyar a la dirección en el desarrollo del proceso de mejora continua.
- Aplicar el procedimiento de acceso y circulación en áreas controladas, durante las actividades de radiodiagnóstico.
- Explicar a los pacientes las normas de seguridad establecidas e instarles a colaborar con la correcta aplicación del procedimiento.

**Personal técnico**

- Aplicar el procedimiento de acceso y circulación en áreas controladas, durante las actividades de radiodiagnóstico.
- Explicar a los pacientes las normas de seguridad establecidas e instarles a colaborar con la correcta aplicación del procedimiento.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Personal administrativo**

- Respetar las normas de acceso y circulación en áreas controladas, durante las actividades de radiodiagnóstico.
- Explicar a los pacientes las normas de seguridad establecidas e instarles a colaborar con la correcta aplicación del procedimiento.

### • **Definiciones**

**Área controlada.-** Toda zona en la que son o pudieran ser necesarias medidas de protección y disposiciones de seguridad específicas para controlar las exposiciones normales, y para prevenir las exposiciones potenciales o limitar su magnitud.

**Área supervisada.-** Toda zona que no está definida como zona controlada pero en la que se mantienen en examen las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas protectoras ni disposiciones de seguridad concretas.

**EPP.-** Equipo de protección personal.

**Luz preventiva.-** Luz de color rojo colocada sobre la puerta de entrada al área controlada para indicar que se está emitiendo radiación ionizante.

### • **Políticas**

- Solo personal autorizado puede permanecer en áreas controladas durante la emisión de radiación ionizante.
- Los familiares y acompañantes de los pacientes deben permanecer en las salas de espera y circulación establecidas o en las áreas supervisadas.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Se permitirá la entrada de familiares (con vigilancia del personal técnico) únicamente en el caso de que los pacientes sean niños muy pequeños o personas de avanzada edad.
- Solo puede permanecer en el área controlada un paciente a la vez.
- Los pacientes enviados de emergencia ingresarán a las áreas controladas con el personal de enfermería a su cargo.
- Los pacientes internados ingresarán a las áreas controladas con el personal de enfermería a su cargo.
- El uso del EPP completo es obligatorio para el personal externo que va a estar dentro de la zona de irradiación con el fin de ayudar a pacientes que no pueden valerse por sí mismos.
- Las áreas supervisadas deben contar con la señalética respectiva (Anexo C1).
- Las áreas controladas deben contar con la señalética (Anexo C2) respectiva y luz preventiva.
- Es estrictamente prohibido abrir las puertas de las áreas controladas mientras la luz preventiva está encendida.
- No se deben abrir las puertas de las áreas controladas inmediatamente después de terminados los estudios radiológicos. Hay que esperar al menos 10 segundos para que se disipe la radiación que queda en el ambiente.
- Las mujeres que están embarazadas o sospechen estarlo tienen la obligación de informar a los técnicos su estado, al ingresar a la sala controlada. Para ello deben colocarse carteles de advertencia (Anexo C3) para informar el riesgo al que se somete al feto a causa de la exposición a radiación ionizante.
- El personal de limpieza puede hacer su trabajo solo en horarios establecidos y bajo la supervisión del personal técnico.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

• **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Solicitud de turno	El paciente entrega en ventanilla el pedido del estudio solicitado por el médico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico tratante</li> <li>• Paciente</li> <li>• Personal de ventanilla</li> </ul>
2	Asignación del turno	El personal de ventanilla recibe el pedido y asigna el turno a la sala correspondiente a través del sistema informático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal de ventanilla</li> </ul>
3	Entrega de turnos	El personal de ventanilla entrega pasa el turno al técnico correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal de ventanilla</li> </ul>
4	Ingreso del paciente a la sala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El técnico llama al usuario de acuerdo al turno, permitiendo únicamente el ingreso del paciente.</li> <li>• Si el paciente es un niño pequeño o una persona de avanzada edad se permitirá el ingreso de un familiar.</li> <li>• Si el paciente es enviado de emergencia o está internado, ingresará a la sala con ayuda del personal de enfermería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico.</li> <li>• Personal de enfermería</li> </ul>
5	Preparación del paciente	El técnico le explica al paciente (o al familiar en caso de niños o ancianos) como se procederá, cuales son los riesgos, especialmente para mujeres embarazadas y que medidas de seguridad se van a tomar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> <li>• Pacientes</li> <li>• Familiares de pacientes</li> </ul>
6	Prohibición de ingreso	Durante la realización de los estudios radiológicos se debe encender la luz preventiva, prohibiendo el ingreso de todo personal externo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
7	Salida de las áreas controladas	Una vez terminados los estudios, los usuarios y personal externo deben esperar 10 segundos antes de abrir las puertas y salir de las salas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> <li>• Personal de enfermería</li> <li>• Pacientes</li> <li>• Familiares de pacientes</li> </ul>

• **Referencias**

- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 15, Art. 16, Art. 26 y Art. 27.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

- C1 – Señalética para áreas supervisadas.
- C2 – Señalética para áreas controladas.
- C2 – Cartel de advertencia para mujeres embarazadas

#### **9.1.4. Procedimiento de capacitación**

- **Objetivo**

Determinar el método adecuado para el desarrollo correcto de las capacitaciones requeridas por el personal de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Responsabilidades**

**Director administrativo**

- Analizar y aprobar el programa de capacitaciones.
- Entregar los recursos necesarios para el buen desempeño de las actividades de capacitación planteadas.
- Hacer seguimiento del cumplimiento de las actividades de capacitación.

**Director del área de radiología**

- Establecer los temas y el cronograma de las capacitaciones.
- Dar las facilidades para que el personal a su cargo pueda participar de las charlas y cursos programados.
- Motivar a su grupo de trabajadores en la participación de las actividades a desarrollarse en el recinto de la empresa o fuera de este.

**Jefe técnico**

- Colaborar al director del área en el desarrollo del programa anual de capacitaciones.
- Coordinar la realización de las capacitaciones con el técnico de seguridad y el médico ocupacional.
- Convocar y controlar la asistencia a las capacitaciones.

**Técnico de seguridad y médico ocupacional**

- Colaborar al área de radiología en el desarrollo del programa anual de capacitaciones.
- Coordinar la realización de las capacitaciones, en conjunto con las entidades encargadas de dictar las charlas y cursos programados.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Orientar a los trabajadores en las dudas que pudieran tener con respecto a las actividades de capacitación.

### **Personal técnico y administrativo**

- Asistir en forma puntual a las capacitaciones establecidas.
- Participar activamente en las actividades de capacitación.

### ● **Definiciones**

**Capacitaciones internas.-** Son coordinadas y dictadas por personal especializado de la misma área o de la institución.

**Capacitaciones externas.-** Son coordinadas por la institución pero dictadas por entidades públicas o privadas externas a esta.

### ● **Políticas**

- Al inicio de cada año el director del área de radiología, el técnico de seguridad y el médico ocupacional deberán reunirse para establecer los temas y el cronograma para la realización de las capacitaciones en dicho año.
- La asistencia a las capacitaciones es de carácter obligatorio.
- El jefe técnico debe llevar un registro de las convocatorias y la asistencia a las capacitaciones.
- El técnico de seguridad y el médico ocupacional deben poseer copias de las convocatorias y los registros de asistencia a las capacitaciones, adjuntas a la evidencia fotográfica que tienen que levantar durante el desarrollo de estas.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

• **Metodología**

N°	Actividad	Descripción	Responsable
1	Elaboración del programa de capacitación	El director del área se reúne con el técnico de seguridad y el médico ocupacional para elaborar el programa de capacitaciones, estableciendo tema, capacitador y fecha. (Anexo D1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Médico ocupacional</li> </ul>
2	Organización de la capacitación	El técnico de seguridad y el médico ocupacional con el apoyo de la dirección administrativa gestionan la realización de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Médico ocupacional</li> </ul>
3	Promoción y difusión	Al menos 15 días antes de la capacitación se colocarán afiches con la información respecto de la capacitación a realizarse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Médico ocupacional</li> </ul>
4	Convocatoria	Al menos una semana antes de la capacitación se realiza la convocatoria, con el tema, el capacitador, el lugar, la fecha y la hora. El trabajador debe evidenciar con su firma que ha sido convocado. (Anexo D2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> </ul>
5	Realización de la capacitación	El personal asiste y participa activamente de la capacitación. Debe registrar su asistencia. (Anexo D3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Personal técnico y administrativo.</li> </ul>
6	Finalización de la capacitación	Al finalizar la capacitación se entregará a los participantes los certificados emitidos por la empresa capacitadora o a su vez certificados internos si el evento fue realizado por personal del IESS o si el capacitador es un profesional particular contratado por el IESS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Médico ocupacional</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Referencias**

- Decreto Ejecutivo 2393 – Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Art. 9.
- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 4. Lit. j), Art. 8. Lit. b), Art. 11. Lit. h), i), Art. 24. Lit. j)
- Resolución 957 – Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art.1. Lit. c). Núm. 5.

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

- D1 – Formato para elaborar el programa de capacitaciones.
- D2 – Formato para la convocatoria a capacitaciones.
- D3 – Formato para el registro de asistencia a capacitaciones.

### **9.1.5. Procedimiento de inducción**

- **Objetivo**

Adiestrar al personal nuevo de manera rápida y segura, adaptándolo al medio ambiente laboral a través de un procedimiento permita asegurar que todos los trabajadores que ingresan al área de radiología del IESS – Hospital General Ambato conozcan la estructura organizativa, las responsabilidades, funciones y riesgos de sus cargos, además de las medidas y procedimientos de seguridad.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal nuevo, técnico y administrativo del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

**Director administrativo**

- Asegurar la realización un adecuado proceso de selección de personal.

**Director del área de radiología**

- Controlar la correcta aplicación del procedimiento.
- Apoyar al procedimiento designando al personal idóneo para el correcto desarrollo de las inducciones.

**Jefe técnico**

- Dirigir la ejecución del procedimiento de inducción.
- Mantener actualizados los registros de las inducciones realizadas.

**Técnico de seguridad y médico ocupacional**

- Colaborar en el desarrollo y mejora del procedimiento de inducción.
- Mantener actualizados los registros de las inducciones realizadas.

**Personal técnico y administrativo**

- Colaborar con las tareas asignadas por el director del área y el jefe técnico, durante la realización de las inducciones.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### Personal técnico y administrativo nuevo

- Participar activamente del procedimiento, atendiendo a la información que se le suministra, realizando las actividades de adiestramiento y llenando los registros que se le soliciten.

#### • Definiciones

**Riesgo laboral.-** Probabilidad de ocurrencia de un daño causado por la realización de un trabajo.

#### • Políticas

- Todo personal que ingrese a trabajar en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato debe recibir inducción antes de comenzar a desempeñar sus labores.
- El jefe técnico será informado del ingreso de personal con anterioridad, para coordinar la realización de las inducciones.
- Solo trabajadores que hayan completado el proceso de selección de personal pueden recibir inducción.
- El jefe técnico, el técnico de seguridad y el médico ocupacional deben llevar registros de las inducciones realizadas.

#### • Metodología

N°	Actividad	Descripción	Responsable
1	Bienvenida	El director administrativo recibe al trabajador y le da la bienvenida. Se entregará al trabajador una carta motivacional. (Anexo E1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo</li> </ul>
2	Contexto general	El director del área le explica al trabajador cual es la estructura organizativa de la institución y del área, así como las políticas estratégicas, ambientales y de seguridad, obligaciones, responsabilidades y riesgos de su cargo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director del área de radiología.</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

4	Entrega de reglamentos, planes y programas	Se le entrega al trabajador los reglamentos internos de trabajo, de seguridad, los planes de emergencia y vigilancia de la salud además del programa de protección radiológica. Se registra acta de entrega – recepción. (Anexo E2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director administrativo.</li> <li>• Director del área de radiología.</li> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Médico ocupacional.</li> </ul>
5	Procedimientos de trabajo	El jefe técnico u otro miembro del personal designado por el, adiestran al trabajador nuevo en los métodos correctos de trabajo, considerados como procedimientos seguros y adecuados para realizar la labor. (Utilizar Anexo E3).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe técnico.</li> <li>• Personal técnico y administrativo.</li> </ul>
6	Acreditación del proceso	Formalizar la inducción dejando constancia de que el trabajador recibió toda la información necesaria para comenzar a laborar en el área de radiología. (Anexo E4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe técnico.</li> </ul>
7	Control de la inducción	15 días después de que el trabajador terminó la inducción, el jefe técnico le realiza una evaluación. (Anexo E5). Si el trabajador muestra debilidades en algún aspecto se le realiza un refuerzo o una reinducción,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe técnico</li> </ul>

• **Referencias**

- Resolución 957 – Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art.1. Lit. c). Núm. 6.

• **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Anexos**

- E1 – Carta de bienvenida
- E2 – Acta de entrega – recepción de reglamentos, planes y programas de seguridad.
- E3 – Formato para la organización del proceso de adiestramiento.
- E4 – Formato para la acreditación de la inducción.
- E5 – Formato para el control de la inducción.

## **9.2.Procedimientos operacionales**

### **9.2.1. Procedimiento para rayos x**

- **Objetivo**

Realizar placas de la estructura interna del cuerpo humano (radiografías) utilizando equipo de rayos x con el mínimo riesgo del paciente y el técnico radiólogo.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica el personal técnico y a los usuarios del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

#### **Director del área de radiología**

- Asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Jefe técnico**

- Supervisar la correcta ejecución del procedimiento para evitar la repetición de los estudios.
- Verificar la calidad y veracidad de los resultados.

### **Personal técnico**

- Aplicar correctamente el procedimiento establecido.

### **Personal administrativo**

- Mantener un archivo actualizado con los registros de atención al cliente.

### **• Definiciones**

**Colimador.-** Un colimador es un sistema que a partir de un haz (de luz, de electrones, etc.) divergente obtiene un "haz" paralelo. Sirve para homogeneizar las trayectorias o rayos que, emitidos por una fuente, salen en todas direcciones y obtiene un chorro de partículas o conjunto de rayos con las mismas propiedades.

**Radiación dispersa.-** Parte de la radiación directa que no es absorbida por el paciente.

**Radiación directa.-** Radiación absorbida por el paciente durante la exposición médica a rayos x.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Radiación de fuga.-** Radiación que atraviesa la protección del cabezal que encapsula al tubo de rayos x.

**Radiación residual.-** Radiación que atraviesa la película y el chasis, chocando contra el suelo y las paredes de la sala.

- **Políticas**

- Todo estudio que implique radiodiagnóstico deberá realizarse respetando las normas generales de seguridad y cumpliendo con el procedimientos IESS.S.PA – 003 de acceso y circulación en áreas controladas.
- No se podrá brindar un servicio específico de radiodiagnóstico si las instalaciones no cumplen con los requisitos de seguridad.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no cumple cuenta con el equipo de protección personal adecuado.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no lleva consigo su dosímetro en perfectas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Ingreso del paciente	Se aplica el procedimiento: IESS.S.PA – 003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal administrativo</li> <li>• Personal técnico</li> </ul>
2	Ubicación del paciente	El técnico ubica al paciente en la posición adecuada para el estudio a realizar, dirigiendo tubo de rayos x de manera correcta para asegurar una colimación apropiada al diagnóstico. Si el paciente no puede valerse por sí mismo el técnico debe recibir ayuda de un acompañante o del personal de enfermería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

3	Protección del técnico	El técnico se ubica en la cabina blindada para evitar la exposición a la radiación dispersa, residual y de fuga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
4	Calibración del equipo	El técnico calibra los valores de voltaje y corriente de acuerdo a la contextura de los pacientes y el tipo de estudio a realizar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
5	Disparo	El técnico verifica visualmente que el paciente no se ha movido de la posición establecida y efectúa el disparo de rayos x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
6	Realización de la placa	El técnico extrae el chasis con la película y lo lleva al área de digitalización y revelado para generar la placa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
7	Entrega de la placa	El técnico entrega la placa al paciente o a un acompañante dependiendo del caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

- **Referencias**

- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. h), Art. 11. Lit. d).
- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 7. Lit. a), Art. 52. Lit. c), Art. 62., Art. 77. Lit. a), Art. 78. Lit. f), Art. 80.

- **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- **Anexos**

No aplica

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### 9.2.2. Procedimiento para rayos x con equipo portátil

- **Objetivo**

Realizar placas de la estructura interna del cuerpo humano (radiografías) utilizando equipo de rayos x portátil con el mínimo riesgo del paciente y el técnico radiólogo.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica el personal técnico del área de radiología, personal de enfermería y a pacientes internos en del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

#### **Director del área de radiología**

- Asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

#### **Jefe técnico**

- Supervisar la correcta ejecución del procedimiento para evitar la repetición de los estudios.
- Verificar la calidad y veracidad de los resultados.

#### **Personal técnico**

- Aplicar correctamente el procedimiento establecido.

#### **Personal administrativo**

- Mantener un archivo actualizado con los registros de atención al cliente.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Definiciones**

**Colimador.-** Un colimador es un sistema que a partir de un haz (de luz, de electrones, etc.) divergente obtiene un "haz" paralelo. Sirve para homogeneizar las trayectorias o rayos que, emitidos por una fuente, salen en todas direcciones y obtiene un chorro de partículas o conjunto de rayos con las mismas propiedades.

**Radiación dispersa.-** Parte de la radiación directa que no es absorbida por el paciente.

**Radiación directa.-** Radiación absorbida por el paciente durante la exposición médica a rayos x.

**Radiación de fuga.-** Radiación que atraviesa la protección del cabezal que encapsula al tubo de rayos x.

**Radiación residual.-** Radiación que atraviesa la película y el chasis, chocando contra el suelo y las paredes de la sala.

- **Políticas**

- El uso de equipo portátil de rayos x debe reducirse al máximo, utilizándolo solo en casos en los que desde el punto de vista médico, sea inaceptable el traslado del paciente a la sala de rayos x.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no cumple cuenta con el equipo de protección personal adecuado.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no lleva consigo su dosímetro en perfectas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

• **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Preparación del área de irradiación	Proteger a los otros pacientes de la sala, retirándolos del lugar o ubicándolos a distancias mayores a 2 metros del paciente al que se le va a realizar el estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> <li>• Personal de enfermería</li> </ul>
2	Ubicación del paciente	El técnico con ayuda del personal de enfermería ubica al paciente en la posición adecuada para el estudio a realizar, dirigiendo tubo de rayos x de manera correcta para asegurar una colimación apropiada al diagnóstico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> <li>• Personal de enfermería</li> </ul>
3	Protección del técnico	El técnico y el personal acompañante deben ubicarse a una distancia mayor a 2 metros del tubo y del paciente y utilizar EPP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> <li>• Personal de enfermería</li> </ul>
4	Calibración del equipo	El técnico calibra los valores de voltaje y corriente de acuerdo a la contextura de los pacientes y el tipo de estudio a realizar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
5	Disparo	El técnico verifica visualmente que el paciente no se ha movido de la posición establecida y efectúa el disparo de rayos x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
6	Realización de la placa	El técnico extrae el chasis con la película y lo lleva al área de digitalización y revelado para generar la placa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
7	Entrega de la placa	El técnico entrega la placa al paciente o a un acompañante dependiendo del caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

• **Referencias**

- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. h), Art. 11. Lit. d).

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 7. Lit. a), Art. 52. Lit. c), Art. 62., Art. 77. Lit. a), Art. 78. Lit. f), Art. 80.

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

No aplica

### 9.2.3. Procedimiento para realización de fluoroscopías

- **Objetivo**

Obtener imágenes en tiempo real de la estructura interna del cuerpo humano utilizando fuentes de rayos x con el mínimo riesgo del paciente y el técnico radiólogo.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica el personal técnico del área de radiología y a pacientes internos en del IESS – Hospital General Ambato.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Responsabilidades**

**Director del área de radiología**

- Asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

**Jefe técnico**

- Supervisar la correcta ejecución del procedimiento para evitar la repetición de los estudios.
- Verificar la calidad y veracidad de los resultados.

**Personal técnico**

- Aplicar correctamente el procedimiento establecido.

**Personal administrativo**

- Mantener un archivo actualizado con los registros de atención al cliente.

- **Definiciones**

**Radiación dispersa.-** Parte de la radiación directa que no es absorbida por el paciente.

**Radiación directa.-** Radiación absorbida por el paciente durante la exposición médica a rayos x.

**Radiación de fuga.-** Radiación que atraviesa la protección del cabezal que encapsula al tubo de rayos x.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Radiación residual.-** Radiación que atraviesa la película y el chasis, chocando contra el suelo y las paredes de la sala.

- **Políticas**

- Todo estudio que implique radiodiagnóstico deberá realizarse respetando las normas generales de seguridad y cumpliendo con el procedimientos IESS.S.PA – 003 de acceso y circulación en áreas controladas.
- No se podrá brindar un servicio específico de radiodiagnóstico si las instalaciones no cumplen con los requisitos de seguridad.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no cumple cuenta con el equipo de protección personal adecuado.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no lleva consigo su dosímetro en perfectas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Ingreso del paciente	Se aplica el procedimiento: IESS.S.PA – 003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal administrativo</li> <li>• Personal técnico</li> </ul>
2	Ubicación del paciente	El técnico ubica al paciente en la posición adecuada para el estudio a realizar, situando el intensificador de imagen tan cerca como sea posible de la superficie de salida del paciente. Si el paciente no puede valerse por sí mismo el técnico debe recibir ayuda de un acompañante o del personal de enfermería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
3	Protección del técnico	El técnico se ubica en la cabina blindada para evitar la exposición a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

		la radiación dispersa, residual y de fuga.	
4	Calibración del equipo	El técnico calibra los valores de voltaje y corriente de acuerdo a la contextura de los pacientes y el tipo de estudio a realizar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
5	Disparo	El técnico verifica visualmente que el paciente no se ha movido de la posición establecida y efectúa el disparo de rayos x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
6	Realización de la placa	El técnico extrae el chasis con la película y lo lleva al área de digitalización y revelado para generar la placa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
7	Entrega de la placa	El técnico entrega la placa al paciente o a un acompañante dependiendo del caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

- **Referencias**

- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. h), Art. 11. Lit. d).
- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 7. Lit. a), Art. 52. Lit. c), Art. 62., Art. 77. Lit. a), Art. 78. Lit. f), Art. 80.

- **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- **Anexos**

No aplica

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

#### 9.2.4. Procedimiento para realización de tomografías computarizadas

- **Objetivo**

Obtener imágenes anatómicas seccionadas en cortes, utilizando un tubo giratorio de rayos x, con el mínimo riesgo del paciente y el técnico radiólogo.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica el personal técnico del área de radiología y a pacientes internos en del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

##### **Director del área de radiología**

- Asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

##### **Jefe técnico**

- Supervisar la correcta ejecución del procedimiento para evitar la repetición de los estudios.
- Verificar la calidad y veracidad de los resultados.

##### **Personal técnico**

- Aplicar correctamente el procedimiento establecido.

##### **Personal administrativo**

- Mantener un archivo actualizado con los registros de atención al cliente.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Definiciones**

**Radiación dispersa.-** Parte de la radiación directa que no es absorbida por el paciente.

**Radiación directa.-** Radiación absorbida por el paciente durante la exposición médica a rayos x.

**Radiación de fuga.-** Radiación que atraviesa la protección del cabezal que encapsula al tubo de rayos x.

**Radiación residual.-** Radiación que atraviesa la película y el chasis, chocando contra el suelo y las paredes de la sala.

- **Políticas**

- Todo estudio que implique radiodiagnóstico deberá realizarse respetando las normas generales de seguridad y cumpliendo con el procedimientos IESS.S.PA – 003 de acceso y circulación en áreas controladas.
- No se podrá brindar un servicio específico de radiodiagnóstico si las instalaciones no cumplen con los requisitos de seguridad.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no cumple cuenta con el equipo de protección personal adecuado.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no lleva consigo su dosímetro en perfectas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Ingreso del paciente	Se aplica el procedimiento: IESS.S.PA – 003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal administrativo</li> <li>• Personal técnico</li> </ul>
2	Ubicación del paciente	El técnico ubica al paciente en la posición adecuada para el estudio a realizar. Si el paciente no puede valerse por sí mismo el técnico debe recibir ayuda de un acompañante o del personal de enfermería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
3	Protección del técnico	El técnico se ubica en la cabina blindada para evitar la exposición a la radiación dispersa, residual y de fuga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
4	Calibración del equipo	El técnico calibra los valores de voltaje y corriente de acuerdo a la contextura de los pacientes y al número de cortes requeridos por el estudio a realizar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
5	Disparo	El técnico verifica visualmente que el paciente no se ha movido de la posición establecida y efectúa el disparo de rayos x	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
6	Realización de la placa	El técnico extrae el chasis con la película y lo lleva al área de digitalización y revelado para generar la placa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
7	Entrega de la placa	El técnico entrega la placa al paciente o a un acompañante dependiendo del caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

- **Referencias**

- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. h), Art. 11. Lit. d).
- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 7. Lit. a), Art. 52. Lit. c), Art. 62., Art. 77. Lit. a), Art. 78. Lit. f), Art. 80.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

No aplica

### 9.2.5. Procedimiento para realización de mamografías

- **Objetivo**

Obtener imágenes del tejido mamario, utilizando rayos x de baja energía, con el mínimo riesgo del paciente y el técnico radiólogo.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica el personal técnico del área de radiología y a pacientes internos en del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

**Director del área de radiología**

- Asegurar la calidad del servicio para los usuarios.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Jefe técnico**

- Supervisar la correcta ejecución del procedimiento para evitar la repetición de los estudios.
- Verificar la calidad y veracidad de los resultados.

### **Personal técnico**

- Aplicar correctamente el procedimiento establecido.

### **Personal administrativo**

- Mantener un archivo actualizado con los registros de atención al cliente.

### **• Definiciones**

**Radiación dispersa.-** Parte de la radiación directa que no es absorbida por el paciente.

**Radiación directa.-** Radiación absorbida por el paciente durante la exposición médica a rayos x.

**Radiación de fuga.-** Radiación que atraviesa la protección del cabezal que encapsula al tubo de rayos x.

**Radiación residual.-** Radiación que atraviesa la película y el chasis, chocando contra el suelo y las paredes de la sala.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Políticas**

- Todo estudio que implique radiodiagnóstico deberá realizarse respetando las normas generales de seguridad y cumpliendo con el procedimientos IESS.S.PA – 003 de acceso y circulación en áreas controladas.
- No se podrá brindar un servicio específico de radiodiagnóstico si las instalaciones no cumplen con los requisitos de seguridad.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no cumple cuenta con el equipo de protección personal adecuado.
- Ningún técnico radiólogo podrá realizar radiodiagnóstico si no lleva consigo su dosímetro en perfectas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

- **Metodología**

N°	Actividad	Descripción	Responsable
1	Ingreso de la paciente	Se aplica el procedimiento: IESS.S.PA – 003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal administrativo</li> <li>• Personal técnico</li> </ul>
2	Ubicación de la paciente	El técnico ubica a la paciente en la posición adecuada para el estudio a realizar, utilizando la rejilla de compresión (excepto en exámenes de mamas comprimidas delgadas). Si la paciente no puede valerse por sí mismo el técnico debe recibir ayuda de un acompañante o del personal de enfermería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
3	Protección del técnico	El técnico se ubica en la cabina blindada para evitar la exposición a la radiación dispersa, residual y de fuga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
4	Calibración del equipo	El técnico calibra los valores de voltaje y corriente de acuerdo al espesor y composición de la mama.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>
5	Disparo	El técnico verifica visualmente que la paciente no se ha movido de la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

		posición establecida y efectúa el disparo de rayos x.	
6	Realización de la placa	El técnico extrae el chasis con la película y lo lleva al área de digitalización y revelado para generar la placa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico</li> </ul>
7	Entrega de la placa	El técnico entrega la placa al paciente o a un acompañante dependiendo del caso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico</li> </ul>

- **Referencias**

- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. h), Art. 11. Lit. d).
- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 7. Lit. a), Art. 52. Lit. c), Art. 62., Art. 77. Lit. a), Art. 78. Lit. f), Art. 80.

- **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- **Anexos**

No aplica

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## 10. Control operativo

Las normas de seguridad referentes a los equipos, las instalaciones y el uso de EPP se emplean como controles en la fuente, el medio de transferencia y el receptor. Esto se hace para cada una de las salas de radiodiagnóstico.

### 10.1. Sala de rayos x

**Operación:** Realización de rayos x convencional.

<b>Descripción del Equipo</b>		
<b>Tipo</b>	Rx Convencional	
<b>Marca</b>	Primax Internacional I.A.E. SPA	
<b>Modelo</b>	C352 RTM7821 – 1	
<b>Nº de Serie</b>	G548L	
<b>Año de Fabricación</b>	2012	
<b>Voltaje Pico (KV)</b>	150	
<b>Filtro</b>	1,5 Al	
<b>Descripción del Tubo de Rayos X</b>		
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serie</b>
I.A.E. SPA	RTM782H	84L687

<b>Métodos de Control</b>
<p><b>En la fuente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tubo de rayos x debe estar encerrado en una cubierta que minimice la exposición proveniente de fuga a 1 metro de distancia, a 100 mR en 1 hora.</li> <li>• La cubierta debe proveerse de diafragmas, conos o colimadores ajustables capaces de restringir el haz útil de radiación al área de interés clínico.</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### En el medio:

- Las paredes, piso y techo hacia los cuales pudiere apuntarse el haz útil de radiación deben tener barreras primarias de mínimo 2 metros de altura.
- Las paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación útil de radiación, no pueden ser afectadas directamente por el haz útil de radiación, deben tener barreras secundarias.
- Las barreras primarias y secundarias deben cumplir con lo especificado en el siguiente diseño:

### Parámetros de diseño

Barreras Primarias		Barreras Secundarias	
<b>Carga de trabajo (W)</b>	40	<b>Carga de trabajo (W)</b>	40
<b>Factor de uso (U)</b>	1/4	<b>Factor de ocupación (T)</b>	1
<b>Factor de ocupación (T)</b>	1	<b>Rendimiento (r)</b>	21
<b>Rendimiento (r)</b>	21	<b>Factor de dispersión (a)</b>	0,002
<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125	<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125
<b>Distancia (d)</b>	3,14	<b>Distancia (d<sub>p</sub>)</b>	60
Los valores de W, F, T y r y sus unidades se hallan en las tablas y gráficas del Anexo 8.		<b>Distancia (d<sub>s</sub>)</b>	3,96
		<b>Superficie (s)</b>	2128

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

<b>Barreras Primarias</b>	<b>Barreras Secundarias</b>
<p><b>Modelo matemático del factor de atenuación (A):</b></p> $A = \frac{\Gamma \times W \times U \times T}{d^2 \times H_W}$ $A = \frac{21 \times 40 \times \frac{1}{4} \times 1}{3,14^2 \times 0,0125}$ $A = 1703,92308$ <p>De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 2 mm</p>	<p><b>Modelo matemático del factor de atenuación (F):</b></p> $F = \frac{\Gamma \times W \times T \times a \times s}{d_p^2 \times d_s^2 \times 400H_W}$ $F = \frac{21 \times 40 \times 1 \times 0,002 \times 2128}{60^2 \times 3,96^2 \times 400(0,0125)}$ $F = 0,0126$ <p>De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 0 mm</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabina de observación con visor de vidrio plomado.</li> <li>• Barrederas y protectores plomados en el contorno de las puertas.</li> </ul>	
<p><b>En el receptor:</b></p> <p>Utilizar el equipo de protección personal que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mandil plomado de 0,5 mm si cubre solo el frente del cuerpo o de 0,25 mm si cubre el frente y los costados del tórax y la pelvis.</li> <li>• Guantes plomados de.</li> <li>• Protector genital.</li> <li>• Protector de tiroides.</li> </ul>	

## 10.2. Sala de fluoroscopia

**Operación:** Realización de fluoroscopías.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

<b>Descripción del Equipo</b>		
<b>Tipo</b>	Fluoroscopio	
<b>Marca</b>	Shimadzu	
<b>Modelo</b>	Remote – Controlled X – Ray Diagnostic	
<b>Nº de Serie</b>	0362A48601	
<b>Año de Fabricación</b>	2007	
<b>Voltaje Pico (KV)</b>	110	
<b>Filtro</b>	2 Al	
<b>Descripción del Tubo de Rayos X</b>		
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serie</b>
Shimadzu	0.6/1.2p18de.85	CM6F38047032

<b>Métodos de Control</b>
<p><b>En la fuente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tubo de rayos x debe estar encerrado en una cubierta que minimice la exposición proveniente de fuga a 1 metro de distancia, a 100 mR en 1 hora.</li> <li>• La cubierta debe proveerse de diafragmas, conos o colimadores ajustables capaces de restringir el haz útil de radiación al área de interés clínico.</li> </ul>
<p><b>En el medio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las paredes, piso y techo hacia los cuales pudiere apuntarse el haz útil de radiación deben tener barreras primarias de mínimo 2 metros de altura.</li> <li>• Las paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación útil de radiación, no pueden ser afectadas directamente por el haz útil de radiación, deben tener barreras secundarias.</li> <li>• Las barreras primarias y secundarias deben cumplir con lo especificado en el siguiente diseño:</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### Parámetros de diseño

Barreras Primarias		Barreras Secundarias	
<b>Carga de trabajo (W)</b>	3000	<b>Carga de trabajo (W)</b>	3000
<b>Factor de uso (U)</b>	1/4	<b>Factor de ocupación (T)</b>	1
<b>Factor de ocupación (T)</b>	1	<b>Rendimiento (r)</b>	12
<b>Rendimiento (r)</b>	12	<b>Factor de dispersión (a)</b>	0,002
<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125	<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125
<b>Distancia (d)</b>	3,20	<b>Distancia (d<sub>p</sub>)</b>	60
Los valores de W, F, T y r y sus unidades se hallan en las tablas y gráficas del Anexo 8.		<b>Distancia (d<sub>s</sub>)</b>	3
		<b>Superficie (s)</b>	2128
Barreras Primarias		Barreras Secundarias	
<b>Modelo matemático del factor de atenuación (A):</b>		<b>Modelo matemático del factor de atenuación (F):</b>	
$A = \frac{r \times W \times U \times T}{d^2 \times H_w}$		$F = \frac{r \times W \times T \times a \times s}{d_p^2 \times d_s^2 \times 400H_w}$	
$A = \frac{12 \times 3000 \times \frac{1}{4} \times 1}{3,20^2 \times 0,0125}$		$F = \frac{12 \times 3000 \times 1 \times 0,002 \times 2128}{60^2 \times 3^2 \times 400(0,0125)}$	
$A = 70312,5$		$F = 0,94578$	
De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 3 mm		De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 0 mm	

- Cabina de observación con visor de vidrio plomado.
- Barrederas y protectores plomados en el contorno de las puertas.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**En el receptor:**

Utilizar el equipo de protección personal que consta de:

- Mandil plomado de 0,5 mm si cubre solo el frente del cuerpo o de 0,25 mm si cubre el frente y los costados del tórax y la pelvis.
- Guantes plomados de.
- Protector genital.
- Protector de tiroides.

**10.3. Sala de tomografía computarizada**

**Operación:** Realización de tomografías.

<b>Descripción del Equipo</b>		
<b>Tipo</b>	Tomógrafo	
<b>Marca</b>	Hitachi	
<b>Modelo</b>	Scenaria	
<b>Nº de Serie</b>	No refiere	
<b>Año de Fabricación</b>	2014	
<b>Voltaje Pico (KV)</b>	120	
<b>Filtro</b>	3 Al	
<b>Descripción del Tubo de Rayos X</b>		
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serie</b>
Hitachi	S027	KA12722401

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### Métodos de Control

#### En la fuente:

- El tubo de rayos x debe estar encerrado en una cubierta que minimice la exposición proveniente de fuga a 1 metro de distancia, a 100 mR en 1 hora.
- La cubierta debe proveerse de filtros y colimadores ajustables capaces de restringir el haz útil de radiación al área de interés clínico.

#### En el medio:

- Las paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación útil de radiación, no pueden ser afectadas directamente por el haz útil de radiación, deben tener barreras secundarias.
- Las barreras secundarias deben cumplir con lo especificado en el siguiente diseño:

#### Parámetros de diseño

Barreras Primarias	Barreras Secundarias	
No aplica	<b>Carga de trabajo (W)</b>	5000
	<b>Factor de ocupación (T)</b>	1
	<b>Rendimiento (r)</b>	10
	<b>Factor de dispersión (a)</b>	0,002
	<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125
	<b>Distancia (d<sub>p</sub>)</b>	30
Los valores de W, F, T y r y sus unidades se hallan en las tablas y gráficas del Anexo 8.	<b>Distancia (d<sub>s</sub>)</b>	2,67
	<b>Superficie (s)</b>	2128

- El tomógrafo solo requiere de barreras secundarias, las cuales deben cumplir con lo especificado en el siguiente diseño:

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### Parámetros de diseño

#### Modelo matemático del factor de atenuación (F):

$$F = \frac{\Gamma \times W \times T \times a \times s}{d_p^2 \times d_s^2 \times 400H_W}$$

$$F = \frac{10 \times 5000 \times 1 \times 0,002 \times 2128}{30^2 \times 2,67^2 \times 400(0,0125)}$$

$$F = 6,63341$$

De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 0,4 mm

- Cabina de observación con visor de vidrio plomado.
- Barrederas y protectores plomados en el contorno de las puertas.

#### En el receptor:

Utilizar el equipo de protección personal que consta de:

- Mandil plomado de 0,5 mm si cubre solo el frente del cuerpo o de 0,25 mm si cubre el frente y los costados del tórax y la pelvis.
- Protector de tiroides.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

#### 10.4. Sala de mamografía

**Operación:** Realización de mamografías.

Descripción del Equipo		
<b>Tipo</b>	Mamógrafo	
<b>Marca</b>	Siemens	
<b>Modelo</b>	Mammomat	
<b>Nº de Serie</b>	M658F	
<b>Año de Fabricación</b>	2007	
<b>Voltaje Pico (KV)</b>	40	
<b>Filtro</b>	0,5 Be	
Descripción del Tubo de Rayos X		
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serie</b>
I.A.E. SPA	XM12	60F630

Métodos de Control
<p><b>En la fuente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tubo de rayos x debe estar encerrado en una cubierta que minimice la exposición proveniente de fuga a 1 metro de distancia, a 100 mR en 1 hora.</li> <li>• La cubierta debe proveerse de diafragmas, conos o colimadores ajustables capaces de restringir el haz útil de radiación al área de interés clínico.</li> </ul>
<p><b>En el medio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las paredes, piso y techo hacia los cuales pudiere apuntarse el haz útil de radiación deben tener barreras primarias de mínimo 2 metros de altura.</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Las paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación útil de radiación, no pueden ser afectadas directamente por el haz útil de radiación, deben tener barreras secundarias.
- Las barreras primarias y secundarias deben cumplir con lo especificado en el siguiente diseño:

#### Parámetros de diseño

Barreras Primarias		Barreras Secundarias	
<b>Carga de trabajo (W)</b>	2000	<b>Carga de trabajo (W)</b>	2000
<b>Factor de uso (U)</b>	1/4	<b>Factor de ocupación (T)</b>	1
<b>Factor de ocupación (T)</b>	1	<b>Rendimiento (r)</b>	100
<b>Rendimiento (r)</b>	100	<b>Factor de dispersión (a)</b>	0,002
<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125	<b>Dosis (H<sub>w</sub>)</b>	0,0125
<b>Distancia (d)</b>	2,72	<b>Distancia (d<sub>p</sub>)</b>	40
Los valores de W, F, T y r y sus unidades se hallan en las tablas y gráficas del Anexo 8.		<b>Distancia (d<sub>s</sub>)</b>	1,73
		<b>Superficie (s)</b>	200
Barreras Primarias		Barreras Secundarias	
<b>Modelo matemático del factor de atenuación (A):</b>		<b>Modelo matemático del factor de atenuación (F):</b>	
$A = \frac{\Gamma \times W \times U \times T}{d^2 \times H_w}$		$F = \frac{\Gamma \times W \times T \times a \times s}{d_p^2 \times d_s^2 \times 400H_w}$	
$A = \frac{100 \times 2000 \times \frac{1}{4} \times 1}{2,72^2 \times 0,0125}$		$F = \frac{100 \times 2000 \times 1 \times 0,002 \times 200}{40^2 \times 1,73^2 \times 400(0,0125)}$	
$A = 540657,4394$		$F = 3,3412$	
De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 0,8 mm		De la gráfica del Anexo 8 se obtiene que el blindaje debe ser de una placa de plomo de 0,2 mm	

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Pantalla de protección hecha de vidrio plomado.
- Barrederas y protectores plomados en el contorno de las puertas.

**En el receptor:**

- No se requiere EPP únicamente si el procedimiento se realiza desde una zona controlada

## 11. Vigilancia radiológica

Se establecen los procedimientos para controlar que el personal técnico del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato se mantenga dentro de los límites de dosis establecidos.

### 11.1.1. Procedimiento para la vigilancia individual

- **Objetivo**

Llevar un control mensual y anual de las dosis de exposición a las que los trabajadores del personal técnico están expuestos.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal técnico del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

**Director administrativo**

- Asegurar que todo el personal técnico del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato cuente con su respectivo dosímetro personal.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Director del área de radiología**

- Solicitar al director administrativo los dosímetros que hagan falta para el personal técnico.
- Enviar al director del departamento técnico, al técnico de seguridad y al médico ocupacional los resultados de las dosimetrías mensuales.
- Asegurar el perfecto funcionamiento de los dosímetros personales.

### **Jefe técnico**

- Controlar el cumplimiento del uso de los dosímetros.
- Vigilar el cumplimiento del plan de mantenimiento y calibración de los dosímetros personales.
- Llevar registros actualizados de las dosimetrías personales de cada miembro del personal técnico.

### **Técnico de seguridad**

- Conocer los resultados de las dosimetrías mensuales y anuales.
- Establecer medidas y controles de reducción del riesgo para los trabajadores que superen los límites legales establecidos.

### **Médico ocupacional**

- Conocer los resultados de las dosimetrías mensuales y anuales.
- Establecer controles médicos para los trabajadores que superen los límites legales establecidos.

### **Personal técnico**

- Utilizar los dosímetros personales durante la jornada laboral.
- Cuidar y dar buen uso a los dosímetros personales.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Definiciones**

**Dosis (dosis absorbida).**- Energía cedida por la radiación ionizante a la unidad de masa del material irradiado.

**Dosis equivalente.**- Dosis definida en términos del efecto biológico producido. Es igual a la dosis absorbida en (rad) multiplicada por un factor (factor de calidad) que depende del tipo de radiación. El factor de calidad se define de modo que una misma dosis equivalente de diferentes radiaciones, produzca el mismo efecto biológico.

**Dosis máxima permitida.**- Es la mayor dosis que puede recibir una persona en un período de tiempo especificado y que, en base a los actuales conocimientos, se acepta que no produce daño somático o genético apreciable.

**Dosímetro.**- Instrumento que permite evaluar una dosis absorbida, medir una exposición o cualquier otra magnitud radiológica.

- **Políticas**

- En el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato se debe llevar un control de las dosimetrías personales del personal técnico.
- La dirección administrativa debe proveer al área de radiología de detectores de control de dosimetría adecuados, como dosímetros de bolsillo.
- Los dosímetros personales deben mantenerse en perfectas condiciones de funcionamiento, para lo cual se debe establecer planes de mantenimiento y calibración de dichos dispositivos.
- Todo miembro del personal técnico tiene la obligación de usar los dosímetros personales
- Los dosímetros no podrán ser sacados de la institución.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

• **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Entrega - recepción de dosímetros	<ul style="list-style-type: none"> <li>El jefe técnico entrega los dosímetros personales a los técnicos radiólogos. Acta de entrega recepción. (Anexo F1).</li> <li>Los técnicos radiólogos reciben el dosímetro, verificando que tenga su nombre correctamente escrito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe técnico</li> <li>Personal técnico</li> </ul>
2	Colocación del dosímetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>El técnico radiólogo ubica el dosímetro en el porta dosímetro, a la altura del pecho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico</li> </ul>
3	Uso diario del dosímetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>El técnico radiólogo usa diariamente el dosímetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe técnico</li> <li>Personal técnico</li> </ul>
4	Control de las dosimetrías personales	El jefe técnico vigila el uso de los dosímetros. (Anexo F2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe técnico</li> </ul>
5	Reporte de incidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>El técnico radiólogo comunica al jefe técnico los problemas que se hayan presentado con los dosímetros. Llena registro de fallas. (Anexo F3)</li> <li>El jefe técnico remite el dosímetro averiado al encargado de mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe técnico</li> <li>Personal técnico</li> </ul>
6	Envío de registros	El jefe técnico envía mensualmente los resultados de las dosimetrías mensuales al jefe de la dirección técnica, al técnico de seguridad y al médico ocupacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe técnico</li> </ul>
7	Informe anual	El jefe de la dirección técnica elabora el informe de las dosis anuales de los trabajadores y lo entrega al técnico de seguridad, al médico ocupacional y al jefe del área de radiología.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe de dirección técnica.</li> </ul>

• **Referencias**

- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 5., Art. 44. Lit. b), Art. 152.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

- F1 – Acta De entrega – recepción de dosímetros
- F2 – Ficha de control diario de uso de dosímetros
- F3 – Formato para el registro de fallas

### **11.1.2. Procedimiento para la vigilancia ambiental**

- **Objetivo**

Realizar evaluaciones ambientales para determinar la presencia de radiación fuera de las áreas controladas.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal técnico, administrativo del área de radiología y zonas aledañas del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

#### **Director administrativo**

- Gestionar la contratación de personal técnico especializado en evaluaciones ambientales de radiación.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Director del área de radiología**

- Solicitar al director administrativo la realización de las evaluaciones ambientales.

### **Jefe técnico**

- Brindar las facilidades al equipo técnico contratado para las mediciones ambientales en las zonas consideradas con riesgo.

### **Técnico de seguridad**

- Asistir al personal técnico contratado en la realización de las mediciones ambientales.
- Conocer el resultado de las evaluaciones y aplicar medidas correctivas en el caso de ser necesario.

### **Personal técnico y administrativo**

- Colaborar al personal técnico contratado en lo que se solicite.

- **Definiciones**

**Medición.-** Comparar una magnitud con otra de la misma especie, denominada unidad o base, utilizando equipo de medición confiable y correctamente calibrado.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Evaluación.-** Comparar los resultados de una medición con los de una norma establecida para identificar un riesgo.

- **Políticas**

- Se norma la realización de evaluaciones ambientales de radiación ionizante una vez al año.
- El IESS destina en su presupuesto anual recursos para la realización de mediciones ambientales de radiación ionizante.

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Convocatoria	La dirección administrativa convoca a través de medios pertinentes a las empresas especializadas en la realización de mediciones y evaluaciones ambientales.	• Director administrativo
2	Adjudicación	La dirección administrativa adjudica el contrato a la mejor propuesta.	• Director administrativo
3	Contratación	Se realiza la firma del contrato y se establece las fechas para la realización de las mediciones ambientales.	• Director administrativo
4	Ejecución	La empresa contratada realiza las mediciones ambientales.	• Empresa contratada
5	Informe	La empresa contratada entrega el informe con los resultados de las evaluaciones. La dirección administrativa debe hacerse llegar este informe al director del área de radiología, el jefe de la dirección técnica y al técnico de seguridad.	• Director administrativo • Empresa contratada
6	Acciones correctivas	El técnico de seguridad analiza los resultados de las evaluaciones y de ser necesario implementa acciones correctivas.	• Técnico de seguridad

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Referencias**

- Decreto Ejecutivo 2393 – Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Art. 15. Num. 2. Lit. a).
- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 12.

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

No aplica

## **12. Vigilancia de la salud**

Es menester llevar un control de la salud d los trabajadores expuestos a radiación ionizante, para lo cual se establece el procedimiento para la realización de la vigilancia de la salud.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

## **Procedimiento para la vigilancia de la salud del personal operativamente expuesto a radiación ionizante**

- **Objetivo**

Apoyar al médico ocupacional en el control y vigilancia de la salud del personal de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica a todo el personal técnico, administrativo del área de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

### **Director del área de radiología**

- Controlar el cumplimiento de la vigilancia médica del personal del área de radiología.

### **Jefe técnico**

- Colaborar al director del área de radiología en la ejecución del plan de vigilancia de la salud.

### **Médico ocupacional**

- Desarrollar y ejecutar el plan de vigilancia de la salud.
- Coordinar la realización de los exámenes pre ocupacionales, periódicos, especiales y de retiro.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Mantener actualizadas las fichas médicas de los trabajadores.
- Realizar el seguimiento al estado de salud de los trabajadores que hayan presentado anomalías en los exámenes médicos.

### **Técnico de seguridad**

- Colaborar con el médico ocupacional en la implantación del plan de vigilancia de la salud.
- Implementar acciones técnicas de protección para los trabajadores con problemas médicos que se supongan derivados de la exposición a radiación ionizante.

### **Personal técnico y administrativo**

- Cumplir con los requerimientos del médico ocupacional en cuanto a exámenes específicos, chequeos y tratamientos médicos.

- **Definiciones**

**Examen pre ocupacional.-** Examen médico realizado durante el proceso de selección de personal, con el fin de determinar si el aspirante tiene las condiciones de salud adecuadas para ejercer el cargo para el que está postulando.

**Examen periódico.-** Examen de rutina realizado a los trabajadores para llevar un seguimiento de la evolución del estado de salud de los trabajadores durante su permanencia en la institución.

**Examen de retiro.-** Examen realizado a los trabajadores al término de su relación laboral con la institución. Se realiza este examen para comprobar el estado de salud de las personas al momento de dejar su cargo en la organización.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Examen especial.-** Examen que se realiza a los trabajadores que laboran en condiciones particularmente peligrosas o que presenten una condición de salud que requiere un seguimiento especial.

- **Políticas**

- Es obligación del IESS desarrollar e implementar planes de vigilancia de la salud para sus trabajadores.
- Es obligación del IESS contar con un médico especializado en medicina ocupacional, quien desarrollará e implementará el plan de vigilancia de la salud.
- Todos los trabajadores tienen que acogerse al plan de la vigilancia de salud.
- Ningún postulante a un cargo en el IESS podrá ser contratado en la institución si no se realiza los exámenes médicos pre ocupacionales durante el proceso de selección de personal.
- Ningún trabajador puede negarse a realizarse los exámenes médicos que disponga el médico ocupacional.
- Todo trabajador tiene la obligación a asistir a los chequeos médicos convocados por el médico ocupacional.

- **Metodología**

N°	Actividad	Descripción	Responsable
1	Exámenes pre ocupacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo postulante para trabajar en el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato debe realizarse los exámenes médicos solicitados por el médico ocupacional durante el proceso de selección de personal.</li> <li>• Las personas que no tengan las condiciones de salud requeridas para el cargo no podrán formar parte de la institución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talento humano</li> <li>• Médico ocupacional</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

2	Chequeos médicos	Se realizan chequeos médicos a todos los trabajadores con el fin de levantar o mantener actualizadas las fichas médicas de cada uno de ellos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional.</li> <li>• Trabajadores</li> </ul>
3	Exámenes periódicos	Se realizan exámenes de rutina a todos los trabajadores. El tipo de exámenes y la periodicidad de los mismos dependen de los riesgos presentes en los puestos de trabajo y de las condiciones de salud de los trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Trabajadores</li> <li>• Técnico de seguridad</li> </ul>
4	Exámenes especiales	Se realizan exámenes específicos a trabajadores que laboren en condiciones de riesgo especiales o que presenten un estado de salud que requiere de un seguimiento particular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Trabajadores</li> <li>• Técnico de seguridad</li> </ul>
5	Tratamiento médico preventivo	Considerando los resultados de los exámenes médicos y las condiciones de riesgos de los puestos de trabajo, se establecen planes médicos para evitar el apareamiento de enfermedades de origen laboral.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Trabajadores</li> <li>• Técnico de seguridad</li> </ul>
6	Tratamiento curativo	Considerando los resultados de los exámenes médicos, se establecen planes de tratamientos médicos para mejorar el estado de salud de las personas que presenten patologías relacionadas con el trabajo o que pudieran agravarse con las actividades laborales diarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Trabajadores</li> <li>• Técnico de seguridad</li> </ul>
7	Detección de enfermedades ocupacionales	Si el médico ocupacional considera que un trabajador ha desarrollado una patología que presume de origen laboral, debe elaborar el informe (Anexo G1) y dar aviso a riesgos del trabajo. Se remite una copia al director del área de radiología y el técnico de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Director del área de radiología</li> <li>• Técnico de seguridad</li> </ul>
8	Cambio de puesto de trabajo o jubilación del trabajador	Si la Comisión de Valuación de Incapacidades (CVI) determina la existencia de enfermedad laboral, se ejecutan las recomendaciones dadas, dependiendo del tipo de incapacidad. Esto puede ir desde el cambio del puesto de trabajo hasta la jubilación por invalidez del trabajador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comisión de valuación de incapacidades</li> <li>• Director administrativo</li> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Director del área de radiología</li> <li>• Jefe técnico</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

9	Exámenes de retiro	Al término de la relación laboral, los trabajadores deben someterse a los exámenes de retiro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico ocupacional</li> <li>• Técnico de seguridad</li> <li>• Trabajadores.</li> </ul>
---	--------------------	---	---

• **Referencias**

- Resolución No. C.D. 513 – Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Art. 53. Lit. h), Art. 55.
- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. k), Art. 4. Lit. g), Art. 7. Lit. e), Art. 11. Lit. b), Art. 18.
- Resolución 957 – Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art.1. Lit. d). Núm. 2., Art. 8.

• **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

• **Anexos**

G1 – Formato de informe de aviso de enfermedad profesional

**13. Garantía de calidad**

La calidad de los estudios radiológicos es un aspecto fundamental en la reducción de los riesgos derivados de la exposición a radiación ionizante, tanto

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

para trabajadores como para pacientes, ya que un estudio mal realizado a causa de errores del técnico, falta de cooperación del paciente o mal funcionamiento de los equipos , obligan a repetir los procedimientos incrementando la exposición. Por lo tanto, es menester desarrollar los procedimientos para el control de calidad los equipos de radiodiagnóstico.

### 13.1. Procedimiento de control de calidad en radiología convencional

- **Objetivo**

Establecer procedimientos de control de calidad del equipo de radiología convencional para asegurar la eficacia de las operaciones de radiodiagnóstico.

#### **Alcance**

El procedimiento se aplica a la dirección técnica del hospital y personal de mantenimiento.

- **Responsabilidades**

#### **Director administrativo**

- Gestionar los recursos para el control de calidad de los equipos de radiodiagnóstico.
- Gestionar la contratación de personal técnico especializado en el control de calidad de radiodiagnóstico.

#### **Jefe de la dirección técnica**

- Coordinar las actividades de control de calidad de radiodiagnóstico.
- Mantener actualizados los registros de los controles de calidad.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Personal de mantenimiento**

- Colaborar en lo que se le requiera durante el proceso de control de calidad de radiodiagnóstico.

### **Director del área de radiología**

- Brindar las facilidades al equipo técnico, durante la ejecución de los procedimientos de control de calidad.

- **Definiciones**

**Capa hemirreductora.-** Espesor de un material, capaz de reducir la intensidad de una radiación a la mitad.

**Colimación.-** Procedimiento para homogeneizar las trayectorias o rayos que, emitidos por una fuente, salen en todas direcciones y obtiene un chorro de partículas o conjunto de rayos con las mismas propiedades.

**Rendimiento del tubo.-** Eficiencia de la irradiación del tubo de rayos x.

**Reproducibilidad.-** Capacidad de reproducir los valores experimentales de una magnitud física sin cambios entre una y otra medición.

**Forma de onda.-** La diferente longitud de onda de la radiación determina la calidad o dureza de los rayos X: cuanto menor es la longitud de onda, la radiación se dice más dura, que tiene mayor poder de penetración. A lo contrario se denomina "radiación blanda".

**Tiempo de exposición.-** Tiempo en el que el paciente es expuesto a la radiación ionizante.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Políticas**

- La dirección administrativa del IESS – Hospital General Ambato debe garantizar que los usuarios tengan un servicio de radiología de calidad.
- Es obligación del IESS desarrollar programas de control de calidad radiológica, con el fin de garantizar la eficacia del servicio de radiología.
- Es obligación del IESS conservar los equipos de radiología funcionando dentro de los parámetros técnicos establecidos de calibración y funcionamiento.

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Forma de onda	Medir el tiempo la tensión y la corriente demorar en llegar a los valores de operación.	• Personal técnico especializado
2	Capa hemirreductora	Verificar que la filtración del equipo supera los valores mínimos recomendables.	• Personal técnico especializado
3	Desviación de la tensión	Verificar que la veracidad de los valores de la tensión, siendo esta adecuada a los procedimientos radiológicos a realizarse.	• Personal técnico especializado
4	Desviación del tiempo de exposición	Verificar la veracidad del tiempo de exposición, de acuerdo con lo establecido en los procedimientos radiológicos a realizarse.	• Personal técnico especializado
5	Rendimiento del tubo	Detectar desviaciones en el valor patrón del amperaje, para establecer el nivel de deterioro del tubo.	• Personal técnico especializado
6	Reproducibilidad de la tensión	Asegurar la veracidad de las mediciones de la tensión, de modo que al repetirlas se obtengan valores similares.	• Personal técnico especializado
7	Reproducibilidad del tiempo de exposición	Asegurar la veracidad de las mediciones del tiempo de exposición, de modo que al repetirlas se obtengan valores similares	• Personal técnico especializado

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

8	Reproducibilidad del rendimiento	Asegurar la veracidad de las mediciones del rendimiento, de modo que al repetir las se obtengan valores similares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
9	Variación de la tensión con la corriente	Asegurarse la veracidad de las mediciones con distintos valores de corriente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
10	Variación del rendimiento con la corriente	Verificar que el rendimiento del tubo se mantenga constante con la variación de la corriente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
11	Variación del rendimiento de la carga	Determinar cuánto varía el rendimiento del tubo con respecto a la variación de la carga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
12	Verificar funcionamiento del control automático de exposición (CAE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar la correcta calibración del CAE.</li> <li>Comprobar que el CAE compensa correctamente el tiempo de exposición cuando hay cambios de intensidad de corriente.</li> <li>Comprobar que el CAE proporciona densidades ópticas similares para diferentes tensiones usadas.</li> <li>Comprobar que el CAE proporciona densidades ópticas similares para distintos espesores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
13	Colimación y direccionamiento del haz de luz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar que el haz de luz coincida con el de radiación.</li> <li>Comprobar que la cruz central está bien posicionada.</li> <li>Comprobar que el haz de radiación está bien centrado, respecto a la placa.</li> <li>Comprobar que el haz de luz guía esté bien centrado con respecto a placa. Esto ayuda a hacer coincidir el haz de luz con el de radiación.</li> <li>Verificar que el haz de radiación y la rejilla estén ortogonales, en dirección de las láminas.</li> <li>Verificar la movilidad de la rejilla.</li> <li>Comprobar el correcto funcionamiento del colimador automático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
14	Radiación de fuga	Medir la radiación de fuga en el área controlada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

15	Informe de garantía de calidad	El personal técnico especializado entrega al jefe de la dirección técnica el informe de los resultados obtenidos en el control de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado.</li> <li>Jefe de dirección técnica</li> </ul>
----	--------------------------------	--	--

- **Referencias**

Guía de Seguridad de Protección Radiológica Ocupacional – OIEA

- **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- **Anexos**

No aplica

### 13.2. Procedimiento de control de calidad en fluoroscopia

- **Objetivo**

Establecer procedimientos de control de calidad del equipo de fluoroscopia para asegurar la eficacia de las operaciones de radiodiagnóstico.

**Alcance**

El procedimiento se aplica a la dirección técnica del hospital y personal de mantenimiento.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Responsabilidades**

**Director administrativo**

- Gestionar los recursos para el control de calidad de los equipos de radiodiagnóstico.
- Gestionar la contratación de personal técnico especializado en el control de calidad de radiodiagnóstico.

**Jefe de la dirección técnica**

- Coordinar las actividades de control de calidad de radiodiagnóstico.
- Mantener actualizados los registros de los controles de calidad.

**Personal de mantenimiento**

- Colaborar en lo que se le requiera durante el proceso de control de calidad de radiodiagnóstico.

**Director del área de radiología**

- Brindar las facilidades al equipo técnico, durante la ejecución de los procedimientos de control de calidad.

- **Definiciones**

**Escopía.-** Procedimiento para la captación interior de una imagen o estructura. Examen radiológico.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

**Rendimiento del tubo.-** Eficiencia de la irradiación del tubo de rayos x.

**Reproducibilidad.-** Capacidad de reproducir los valores experimentales de una magnitud física sin cambios entre una y otra medición.

**Tiempo de exposición.-** Tiempo en el que el paciente es expuesto a la radiación ionizante.

- **Políticas**

- La dirección administrativa del IESS – Hospital General Ambato debe garantizar que los usuarios tengan un servicio de radiología de calidad.
- Es obligación del IESS desarrollar programas de control de calidad radiológica, con el fin de garantizar la eficacia del servicio de radiología.
- Es obligación del IESS conservar los equipos de radiología funcionando dentro de los parámetros técnicos establecidos de calibración y funcionamiento.

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Desviación de la tensión aplicada al tubo de rayos x	Verificar que la tensión aplicada al tubo de RX durante el procedimiento es la misma que la seleccionada en el equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
2	Rendimiento del tubo de rayos x	Determinar la tasa de dosis recibida por el paciente, midiendo la dosis a 1 metro de distancia para distintas tensiones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
3	Reproducibilidad de la tensión	Comprobar que la tensión seleccionada en el equipo sea la misma de operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
4	Reproducibilidad de la tasa de dosis suministrada por el tubo de rayos x	Comprobar que la tasa de dosis referida por el equipo para una técnica de escopia determinada, sea la misma durante la operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

5	Valoración del rendimiento con la intensidad	Verificar que con tensión constante, el rendimiento del tubo de rayos x permanece constante de forma independiente a la intensidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
6	Tasa de dosis a la entrada del intensificador de imagen en escopia	Comprobar que la tasa de dosis permanece constante para diferentes espesores del paciente, cuando el equipo opera con el control automático de brillo (CAB).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
7	Dosis a la entrada del intensificador de imagen en adquisición	Aseverar la confiabilidad de las mediciones del tiempo de exposición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
8	Tasa de dosis al paciente en escopia	Determinar la tasa de dosis máxima en la superficie de entrada del paciente, se mantiene constante cuando con el mismo paciente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
9	Resolución de alto contraste	Determinar la resolución, del monitor de televisión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
10	Umbral de sensibilidad a bajo contraste	Comprobar la capacidad del sistema para visualizar objetos aislados de bajo contraste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
11	Relación entre el tamaño del campo de radiación e imagen	Determinar la relación existente entre la superficie del campo de radiación y la superficie de entrada del intensificador de imagen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
12	Distorsión de la imagen	Verificar la distorsión geométrica en la imagen del monitor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
13	Informe de garantía de calidad	El personal técnico especializado entrega al jefe de la dirección técnica el informe de los resultados obtenidos en el control de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado.</li> <li>Jefe de dirección técnica</li> </ul>

- Referencias**

Guía de Seguridad de Protección Radiológica Ocupacional – OIEA

- Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Anexos**

No aplica

### 13.3. Procedimiento de control de calidad en tomografía computarizada

- **Objetivo**

Establecer procedimientos de control de calidad del equipo de tomografía computarizada para asegurar la eficacia de las operaciones de radiodiagnóstico.

#### **Alcance**

El procedimiento se aplica a la dirección técnica del hospital y personal de mantenimiento.

- **Responsabilidades**

#### **Director administrativo**

- Gestionar los recursos para el control de calidad de los equipos de radiodiagnóstico.
- Gestionar la contratación de personal técnico especializado en el control de calidad de radiodiagnóstico.

#### **Jefe de la dirección técnica**

- Coordinar las actividades de control de calidad de radiodiagnóstico.
- Mantener actualizados los registros de los controles de calidad.

#### **Personal de mantenimiento**

- Colaborar en lo que se le requiera durante el proceso de control de calidad de radiodiagnóstico.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Director del área de radiología**

- Brindar las facilidades al equipo técnico, durante la ejecución de los procedimientos de control de calidad.

- **Definiciones**

**CT.-** Tomografía computarizada.

**Ruido.-** Distorsión de los valores dados en el diseño.

**TAC.-** Tomografía axial computarizada.

**ROI.-** Región De interés

**Tiempo de exposición.-** Tiempo en el que el paciente es expuesto a la radiación ionizante.

- **Políticas**

- La dirección administrativa del IESS – Hospital General Ambato debe garantizar que los usuarios tengan un servicio de radiología de calidad.
- Es obligación del IESS desarrollar programas de control de calidad radiológica, con el fin de garantizar la eficacia del servicio de radiología.
- Es obligación del IESS conservar los equipos de radiología funcionando dentro de los parámetros técnicos establecidos de calibración y funcionamiento.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- **Metodología**

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Nivel de ruido	Determinar la desviación de las fluctuaciones estadísticas en un número de CT en ROI, con respecto al estándar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
2	Valor medio de N° CT	Verificar la exactitud del n° CT de acuerdo a la densidad calibrada de agua y aire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
3	Resolución a bajo contraste	Determinar la capacidad de detección con bajo contraste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
4	Resolución a alto contraste	Determinar la capacidad del sistema de formación de imagen para distinguir objetos muy próximos entre sí.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
5	Alineación luz - haz de radiación	Se comprobará la coincidencia entre la luz de localización y el plano de exploración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
6	Desplazamiento de la camilla	Verificar el correcto movimiento de la camilla bajo peso del paciente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
7	Dosis de radiación	Determinar la dosis de radiación de los pacientes con diferentes parámetros de radiación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
8	Perfiles de sensibilidad	Determinar la respuesta del equipo en el eje de giro del tubo, midiendo el espesor de corte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado</li> </ul>
9	Informe de garantía de calidad	El personal técnico especializado entrega al jefe de la dirección técnica el informe de los resultados obtenidos en el control de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal técnico especializado.</li> <li>• Jefe de dirección técnica</li> </ul>

- **Referencias**

Guía de Seguridad de Protección Radiológica Ocupacional – OIEA

- **Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- **Anexos**

No aplica

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

#### 13.4. Procedimiento de control de calidad en mamografía

- **Objetivo**

Establecer procedimientos de control de calidad del equipo de mamografía para asegurar la eficacia de las operaciones de radiodiagnóstico.

##### **Alcance**

El procedimiento se aplica a la dirección técnica del hospital y personal de mantenimiento.

- **Responsabilidades**

##### **Director administrativo**

- Gestionar los recursos para el control de calidad de los equipos de radiodiagnóstico.
- Gestionar la contratación de personal técnico especializado en el control de calidad de radiodiagnóstico.

##### **Jefe de la dirección técnica**

- Coordinar las actividades de control de calidad de radiodiagnóstico.
- Mantener actualizados los registros de los controles de calidad.

##### **Personal de mantenimiento**

- Colaborar en lo que se le requiera durante el proceso de control de calidad de radiodiagnóstico.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Director del área de radiología**

- Brindar las facilidades al equipo técnico, durante la ejecución de los procedimientos de control de calidad.

- **Definiciones**

**Capa hemirreductora.-** Espesor de un material, capaz de reducir la intensidad de una radiación a la mitad.

**Colimación.-** Procedimiento para homogeneizar las trayectorias o rayos que, emitidos por una fuente, salen en todas direcciones y obtiene un chorro de partículas o conjunto de rayos con las mismas propiedades.

**Densidad óptica.-** Intensidad del rayo de luz transmitido. Mientras más alta es la densidad óptica, más corta es la transmitancia.

**Rendimiento del tubo.-** Eficiencia de la irradiación del tubo de rayos x.

**Reproducibilidad.-** Capacidad de reproducir los valores experimentales de una magnitud física sin cambios entre una y otra medición.

**Tiempo de exposición.-** Tiempo en el que el paciente es expuesto a la radiación ionizante.

- **Políticas**

- La dirección administrativa del IESS – Hospital General Ambato debe garantizar que los usuarios tengan un servicio de radiología de calidad.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Es obligación del IESS desarrollar programas de control de calidad radiológica, con el fin de garantizar la eficacia del servicio de radiología.
- Es obligación del IESS conservar los equipos de radiología funcionando dentro de los parámetros técnicos establecidos de calibración y funcionamiento.

### • Metodología

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Distancia foco – película	Verificar que la distancia del foco a la película coincida con las especificaciones del fabricante.	• Personal técnico especializado
2	Coincidencia campo de luz-campo de radiación	Comprobar la concordancia entre el campo luminoso y el campo de radiación real.	• Personal técnico especializado
3	Alineación campo de radiación-película	Verificar que la colimación no permita la existencia de radiación más allá de la imagen.	• Personal técnico especializado
4	Alineación del compresor con la película	Comprobar la alineación del compresor con el receptor de imagen.	• Personal técnico especializado
5	Desviación de la tensión	Verificar que la tensión seleccionada por el equipo concuerde con la tensión real de operación.	• Personal técnico especializado
6	Reproducibilidad de la tensión	Comprobar la estabilidad del equipo al realizar disparos con diferentes tensiones.	• Personal técnico especializado
7	Capa hemirreductora	Asegurar el adecuado funcionamiento de la capa hemirreductora, minimizando la dosis de radiación en el paciente, sin reducir la calidad de la imagen.	• Personal técnico especializado
8	Tiempo requerido para obtener una imagen estándar	Comprobar que las imágenes se obtienen con tiempos de exposición inferiores a dos segundos.	• Personal técnico especializado
9	Valor del rendimiento y de la tasa de dosis	Determinar el rendimiento del tubo, con el mínimo de dosis de radiación sobre el paciente.	• Personal técnico especializado
10	Reproducibilidad del rendimiento	Verificar que las dosis de radiación sean estables con diferentes disparos con las mismas características.	• Personal técnico especializado

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código: IESS.S.H.R – 001</b>
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado: 28 – 11 – 2016</b>
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

11	Variación del rendimiento con la carga	Comprobar la linealidad de la dosis con respecto a la intensidad y los tiempos de exposición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
12	Densidad óptica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que la densidad óptica de la imagen en la posición central del selector de las películas se encuentra en el rango adecuado para el diagnóstico.</li> <li>Verificar que al aumentar el selector de densidades ópticas, la película se va ennegrecimiento gradualmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
13	Funcionamiento Control automático de exposición (CAE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar la estabilidad del CAE con varias placas en las mismas condiciones.</li> <li>Verificar la estabilidad a largo plazo del CAE con varias placas en las mismas condiciones.</li> <li>Verificar que la densidad óptica se mantenga constante con independencia de la tensión de trabajo.</li> <li>Verificar que la densidad óptica de las películas es constante, con diferentes espesores de mama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
14	Funcionamiento del compresor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que la compresión de las mamas en el equipo es la adecuada para la realización del estudio</li> <li>Comprobar que el compresor no se deforma ni produce carga excesiva sobre la mama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
15	Contacto película – pantalla	Verificar el correcto contacto entre la cartulina y película en cada chasis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
16	Diferencias de sensibilidad entre cartulinas	Verificar la uniformidad de todos los conjuntos chasis-pantalla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
17	Diferencias de absorción entre chasis.	Verificar la uniformidad de todos los conjuntos chasis-pantalla de refuerzo utilizados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
18	Entradas de luz en los chasis	Verificar la correcta hermeticidad de los chasis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
19	Comprobación del brillo de los negatoscopios	Comprobar que el brillo y color en los negatoscopios permanezca adecuada y estable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

20	Resolución a alto contraste	Comprobar que la calidad de las imágenes radiográficas asegura el correcto diagnóstico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
21	Kerma en aire en la superficie de entrada	Verificar que los niveles de radiación estén debajo de los límites establecidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
22	Dosis glandular media estándar	Comprobar que la dosis recibida por el paciente durante la mamografía esté debajo de los límites establecidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado</li> </ul>
23	Informe de garantía de calidad	El personal técnico especializado entrega al jefe de la dirección técnica el informe de los resultados obtenidos en el control de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal técnico especializado.</li> <li>Jefe de dirección técnica</li> </ul>

- Referencias**

Guía de Seguridad de Protección Radiológica Ocupacional – OIEA

- Historial de revisiones**

Fecha	Edición	Descripción del cambio	Página

- Anexos**

No aplica

#### 14. Inspecciones de seguridad

Es importante asegurar que las condiciones de trabajo dentro y fuera de las áreas controladas, se mantengan dentro de los criterios de seguridad establecidos en el presente programa, por lo tanto es necesario establecer el procedimiento para la realización de inspecciones periódicas.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

#### 14.1. Procedimiento de inspección de seguridad

- **Objetivo**

Establecer un método adecuado para la realización de inspecciones periódicas de seguridad dentro de las áreas controladas y supervisadas del servicio de radiología del IESS – Hospital General Ambato.

- **Alcance**

El procedimiento se aplica al área de seguridad e higiene ocupacional del IESS – Hospital General Ambato.

- **Responsabilidades**

##### **Director administrativo**

- Asegurar la existencia de una unidad de seguridad e higiene ocupacional en el IESS – Hospital General Ambato.

##### **Director del área de radiología**

- Brindar las facilidades para la realización de la inspección de seguridad.
- Conocer los hallazgos encontrados durante la inspección de seguridad.

##### **Jefe técnico**

- Colaborar al técnico de seguridad en la realización de las inspecciones.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

### **Técnico de seguridad**

- Realizar la inspección de seguridad en las áreas controladas y supervisadas del IESS – Hospital General Ambato.
- Presentar el informe de los resultados de las inspecciones realizadas.
- Establecer medidas correctivas y de control de los factores de riesgo identificados.

### **Dirección técnica**

- Conocer los hallazgos encontrados durante la inspección de seguridad.
- Colaborar con la implementación de las medidas correctivas y de control propuesta por el técnico de seguridad.

### **Personal técnico y administrativo**

- Colaborar al técnico de seguridad en la realización de las inspecciones.

### **• Definiciones**

**Factor de riesgo.-** Peligro que puede ocasionar un accidente o una enfermedad laboral

**Inspección de seguridad.-** Técnica de prevención anterior al daño profesional, encargada de la identificación de factores de riesgo presentes en puestos de trabajo.

### **• Políticas**

- Es obligación de la dirección administrativa del IESS – Hospital General Ambato, brindar a todo su personal condiciones de trabajo adecuadas y seguras, en pos de reducir los riesgos de accidentes y enfermedades.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Es obligación del técnico de seguridad realizar inspecciones periódicas, con el fin de encontrar factores de riesgos presentes en los puestos de trabajo y proponer medidas correctivas a tales circunstancias.

### • Metodología

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	Planificación de la inspección	El técnico de seguridad planifica la hora y fecha de la inspección. Prepara hoja de campo (Anexo H1) para el registro de los hallazgos.	• Técnico de seguridad
2	Realización de la inspección	El técnico de seguridad acude a las áreas controladas y supervisadas del servicio de radiología y registra los factores de riesgo presentes en la hoja de campo. Levanta evidencia fotográfica.	• Técnico de seguridad
3	Realización del informe	El técnico de seguridad elabora el informe de la inspección, proponiendo medidas correctivas con fechas de cumplimiento. Envía el informe al jefe de la dirección técnica y al director del área de radiología.	• Técnico de seguridad
4	Re inspección	El técnico realiza la re inspección para verificar la eficacia del cumplimiento de las medidas correctivas planteadas.	• Técnico de seguridad

### • Referencias

- Decreto Ejecutivo 2393 – Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Art. 11. Núm. 13., Art. 14. Núm. 10. Lit. c), Art. 62. Núm. 6.
- Decisión 584 – Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. k), Art. 4. Lit. f), Art. 7. Lit. h),
- Resolución 957 – Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 1. Lit. d). Núm. 3.

	<b>Seguridad e Higiene Ocupacional</b>		<b>Código:</b> IESS.S.H.R – 001
	<b>Programa de Protección Radiológica</b>		<b>Elaborado:</b> 28 – 11 – 2016
	<b>Elaborado por:</b> Ing. Mauricio Salas	<b>Revisado por:</b> PHD. Silvia Guerrero	<b>Aprobado por:</b> Dr. Wellington Bracero

- Reglamento de Seguridad Radiológica. Art. 4.

- **Historial de revisiones**

<b>Fecha</b>	<b>Edición</b>	<b>Descripción del cambio</b>	<b>Página</b>

- **Anexos**

- H1 – Hoja de campo para el registro de inspecciones de seguridad

### **Conclusión**

Luego de haber desarrollado el programa de protección radiológica para el área de radiología del IESS – Hospital General Ambato, quedan establecidas las medidas preventivas y de control, que minimizarán el riesgo de exposición a radiación ionizante al que está expuesto el personal técnico y a su vez mejorará la calidad del servicio para los usuarios.

## Bibliografía

- American Cancer Society. (2016). *American Cancer Society*. Obtenido de American Cancer Society:  
[https://www.cancer.gov/espanol/tipos/tiroides/paciente/tratamiento-tiroides-pdq#link/\\_1](https://www.cancer.gov/espanol/tipos/tiroides/paciente/tratamiento-tiroides-pdq#link/_1)
- Association, A. I. (2012). <http://www.aehi.es/2012/02/american-industrial-hygiene-association/>. Obtenido de <http://www.aehi.es/2012/02/american-industrial-hygiene-association/>.
- Basterra, J. (2009). *Tratado de otorrinolaringología y patología cervicofacial*. Valencia: Elsevier Masson.
- Bonita, R. (2008). *Epidemiología Básica*. Washington, DC. : OPS.
- Carvajal, V. (2007). *Ocupación, exposición laboral a radiaciones ionizantes, campos electromagnéticos, agentes químicos e incidencia de cáncer de tiroides en Suecia*. Alcalá de Henares: Universidad Alcalá.
- Díaz, J. C. (2007). *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborables*. Madrid: Tebar S.L.
- Dirección General de Salud Ambiental, D. E. (2005). *Manual de Salud Ocupacional*. Perú: DIGESA.
- Fagin, J. (2001).
- Falagán, M. (2008). *Higiene Industrial Manual Práctico*. Oviedo: Fundación Luis Fernández Velasco.
- Henares, A. d. (2008). Riesgos Laborales Relacionados con el Medio Ambiente. En A. d. Henares, *Riesgos Laborales Relacionados con el Medio Ambiente* (pág. 303). Madrid: AEDHE.
- Hora, L. (18 de Octubre de 2015). El cancer de tiroides crece en el país. *El cancer de tiroides crece en el país*.
- Lisa, o. (1988). *Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Barcelona: Marcombo S.A.
- Medina, E. (2009). *Fundamentos de Oncología*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Merletti, F. (1990). *Estudio de las causas de las enfermedades laborales*. Barcelona: SG Editores S.A.
- Moreno, K. (2012). *Prevención del riesgo laboral en personal del servicio de imagenología del Hospital IESS de Manta 2011*. Manta: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Morera, M. (2015). *Evaluación de la exposición laboral a radiaciones ionizantes en el área de radiología del centro de atención ambulatoria central quito*

(CAACQ) y propuesta de medidas de prevención y control. Quito:  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK.

OIT. (2012). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. En O. I. Trabajo,  
*Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Chantal Dufresne, BA.

OMS. (Julio de 2011). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs350/es/>

Quiroz, G. (07 de Marzo de 2016). Los tipos de cáncer que más crecen en Quito  
en 25 años. *El Comercio*.

Sánchez, J. (2007). Los Riesgos Físicos. En J. Sánchez, *Los Riesgos Físicos* (pág.  
67).

Severino, R. (2007). *CANCER OF THYROID: EMPHASIS ON THE  
HISTOGENESIS AND ANATOMOPATHOLOGICAL ASPECTS*. Hawaii.

Thyroid Cancer Survivor's Association. (2013). *www.thyca.org*. Obtenido de  
[www.thyca.org](http://www.thyca.org): [www.thyca.org](http://www.thyca.org)

Wellintong, B. (2016).

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: REGLAMENTO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA.

- 42.- **RADIOMETRIA:** Resultado de la medida radiológica de un área, efectuada con un instrumento adecuado.
- 43.- **RADIONUCLEÍDOS:** Nucleidos radiactivos.
- 44.- **REM:** Unidad de dosis equivalente. Un rem corresponde a:
- Una dosis absorbida de un (1) rad de radiación X, o gamma o beta.
  - Una dosis de un décimo (0.1) de rad de neutrones o protones de alta energía
  - Una dosis de cinco centésimas (0.05) de rad de partículas más pesadas que los protones.
- 45.- **ROENTGEN:** Unidad de exposición igual a  $2.58 \times 10^{-4}$  Coulombio por kilogramo (C/kg) de aire.
- 46.- **TASA DE DOSIS O EXPOSICIÓN:** Relación entre el incremento que la dosis o exposición de radiación experimenta y el intervalo de tiempo en que se ha producido dicho incremento.
- 47.-**TRIMESTRE:** Cada período de trece semanas consecutivas, contando el primero de ellos a partir del primer lunes del año.

### TITULO PRIMERO

#### De la Protección Contra la radiación.

#### CAPITULO I

#### LIMITES DE DOSIS

**Art. 1.- Dosis máxima permitida para personas ocupacionalmente expuestas.-** No se podrá usar fuentes de radiación que den lugar a que una persona ocupacionalmente expuesta, reciba una dosis de radiación en exceso de los límites especificados a continuación.

- a) Para irradiación externa:

ORGANO	DOSIS MÁXIMA PERMITIDA
Cuerpo entero, gónadas, médula ósea.	5 rem /año 3 rem/trimestre
Hueso, piel de todo el cuerpo	30 rem/año
tiroides	15 rem/trimestre
Manos, antebrazos, pies	75 rem/año
tobillos	40 rem/trimestre
Todos los otros órganos	15 rem/año 8 rem/trimestre.

Exceptuase de esta tabla 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 todo el período de embarazo.

b) **Para irradiación interna.-** Los valores de incorporación máxima permitida anualmente son los indicados en la Tabla N° 1. Si se tratara de la incorporación de una mezcla de radionucleidos en proporciones conocidas, deberá cumplirse que la suma de las fracciones de las cantidades incorporadas calculadas en base a los valores correspondientes indicados en la Tabla N. 1 sea igual o menos que uno (1). Si se tratara de mezcla de radionucleidos determinados en proporciones desconocidas, el máximo permisible para la mezcla será el correspondiente al radionucleido integrante de la mezcla de menor valor permisible de incorporación. Sin perjuicio del cumplimiento de este literal podrá aceptarse que en un trimestre, el personal incorpore material radiactivo en cantidad de hasta la mitad de los límites anuales fijados, exceptuándose el personal femenino en edad reproductiva, para quienes está limitada la incorporación del material radiactivo a la cuarta parte de los límites anuales fijados.

**NOTA.-** Las dosis especificadas en este artículo no comprende las dosis resultantes del fondo natural de radiación ni las que puede recibir una persona por exámenes o tratamientos médicos que involucren el uso de radiaciones ionizantes.

**Art. 2.- Dosis máxima permitida para la población en general.-** La dosis de radiación que puede recibir la población en general por irradiación externa, no deberá exceder el diez por ciento (10%), de los valores especificados en el literal a) Art. 1 Se exceptúa la tiroides de personas menores de 16 años, cuya dosis no deberá exceder de 150 mrem/año. Para irradiación interna, los valores límites anuales de ingestión e inhalación de material radiactivo, son los indicados en la tabla N. 2. Para la incorporación de mezclas de radionucleidos, se seguirá un criterio igual al establecido en el literal b) Art. 1.

**Art. 3.- Exposición de menores de edad.-** Se prohíbe el trabajo de personas menores de 18 años de edad en áreas de radiación.

## **CAPITULO II**

### **Procedimientos Preventivos.**

**Art. 4.- Inspecciones de reconocimiento.-** Todo Licenciario está obligado a solicitar a la CEEA que se realicen las inspecciones de reconocimiento para verificar el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento.

Una inspección anual, por lo menos será obligación de parte de la CEEA, la cual se acreditará con el certificado correspondiente.

**Art. 5.- Control de dosimetría personal.-** Todo Licenciario está obligado a usar detectores de control de dosimetría personal adecuados, como dosímetros de bolsillo,

dosímetros de película o dosímetros termoluminiscentes. La portación de estos dosímetros es obligatorio dentro de un área restringida.

**Art. 6.- Etiquetas, Símbolos y Señales de Precaución.-** El símbolo de radiación internacional es el adoptado en este reglamento y consiste en 3 hojas en forma de trébol, de color magenta o púrpura sobre fondo amarillo.



Además de este símbolo, deberán añadirse las señales de precaución correspondientes a cada área donde se genere o emita radiación; así mismo, todo envase de material radiactivo deberá llevar una etiqueta que identifique a una fecha determinada sus características : Nombre del radioisótopo, período de semidesintegración, actividad o tasa de exposición.

### **CAPITULO III**

#### **Notificaciones y Registros.**

**Art. 7.- Notificación del Empleador a sus Trabajadores.-** El empleador está obligado a lo siguiente:

- a) Informar a las personas que trabajen en un área restringida sobre la existencia de radiación y sobre los problemas de seguridad asociados con la exposición a dicha radiación, así como las precauciones y procedimientos que se deben tomar para reducir la dosis de radiación.  
Deberá además, instruir a dichas personas sobre las disposiciones de este Reglamento;
- b) Informar trimestralmente al personal la dosis de radiación recibida durante su tiempo de trabajo, evaluada por el dosímetro personal;
- c) Exhibir o mantener disponible la licencia otorgada por la CEEA, tanto al personal como a la Institución, así como el certificado de inspección de las fuentes y máquinas de radiación; y,
- d) Proporcionar al personal copias del FORMULARIO INSTRUCTIVO DE NORMAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN, elaborado por la CEEA y asegurarse de que se le instruya sobre sus deberes y derechos.

**Art. 8.- Notificación del Usuario a la CEEA.-** El usuario estará obligado a notificar a la CEEA sobre lo siguiente:

- a) La adquisición de radioisótopos y máquinas generadoras de radiación; y
- b) El uso mensual de cada entrega de radioisótopos recibidos del importador.

**Art. 9.- Registros.-** El empleador está obligado a lo siguiente;

- a) Llevar registros personales de cada trabajador profesionalmente expuesto en áreas controladas, en las que constará:

- 1.- La licencia de trabajo
- 2.- La índole de las tareas que realiza
- 3.- El tipo de radiación y/o contaminación posibles.
- 4.- Los resultados de las operaciones de monitoreo individual
- 5.- Los resultados de los reconocimientos médicos

- b) Deberá también mantener records de toda persona que entre en un área restringida;
- c) Mantener registros de las inspecciones a equipos e instalaciones certificadas por la CEEA; y,
- d) Mantener registros de los usos de radioisótopos y máquinas generadoras de radiación.

#### **CAPITULO IV**

##### **Desperdicios radiactivos y Descontaminación de Instalaciones**

**Art. 10.- Alcance.-** Los desechos radiactivos comprenden sustancias radiactivas y materiales contaminados por contacto con sustancias radiactivas. Dichos materiales son sólidos, líquidos y gaseosos.

**Art. 11.- Tratamiento y Evacuación.-** El Licenciario pueda realizar todas las operaciones existentes para el tratamiento y evacuación de desperdicios radiactivos.

El tratamiento comprende el almacenamiento para fines de decaimiento del material radiactivo, su entierro e incineración si estos son desechos sólidos, evaporación, intercambio iónico y tratamiento químico, si son líquidos.

**Art. 12.- Obligación del Licenciario.-** Los usuarios de radioisótopos están obligados a presentar a la CEEA un análisis y estudio de los procedimientos que se aplicarán para tratar y evacuar desechos radiactivos, así como también un análisis y estudio de los factores ambientales pertinentes.

**Art. 13.- Descontaminación de Instalaciones.-** Para la descontaminación se observarán las siguientes reglas:

- a) El Licenciario notificará a la CEEA la presencia de contaminación, ya sea ésta en personas o en instalaciones
- b) En presencia de área contaminada, el Licenciario está obligado a descontaminarla, para lo cual podrá pedir la cooperación de la CEEA; y,
- c) Un área contaminada deberá ser inmediatamente aislada, permitiéndose su acceso a ella únicamente a las personas a cargo de la descontaminación.

La autorización o licencia de trabajo se otorgará por un plazo de cuatro años y será renovable.

**Art. 64.- Sanciones.-** Cualquier infracción a lo estipulado en el presente Reglamento en relación al uso de fuentes radiactivas selladas, será sancionada conforme a lo estipulado en el Título Octavo.

## **TITULO CUARTO**

### **Máquinas de Rayos X en general**

#### **CAPITULO I**

##### **Propósito y Alcance**

**Art. 65.- Ambito de Aplicación.-** Este título regula las disposiciones generales que deben adoptar instituciones y personas para la adquisición y el uso de equipos que generan radiación; igualmente, regula los procedimientos que los importadores deben seguir para la entrega a usuarios de este tipo de fuentes de radiación ionizante.

Para los efectos de este Reglamento a tales equipos se les denomina máquinas de Rayos X.

#### **CAPITULO II**

##### **Disposiciones Generales.**

**Art. 66.- Importación de Máquinas de Rayos X.-** Todo representante de casas manufactureras de máquinas de Rayos X, autorizado legalmente para comercializar en el Ecuador, que importe estos equipos, debe comprobar previamente que el comprador de este equipo tenga al día la licencia correspondiente para poder operarlo en el Ecuador.

El Banco Central del Ecuador no podrá conceder el permiso de importación, ni dar curso a los trámites pertinentes, sin que el destinatario presente su licencia vigente.

Las condiciones para obtener la licencia, que otorga la CEEA, están detalladas en los títulos y capítulos de este Reglamento que tratan de las distintas aplicaciones de máquinas de Rayos X.

El importador debe notificar a la CEEA, por lo menos treinta días antes, de que dicha máquina va a ser introducida al país.

En la notificación constarán los datos pertinentes, tales como manufacturero, modelo, tipo, propósito y rendimiento de máquinas; así como el nombre y la dirección del destinatario y el número de licencia otorgada por la CEEA.

**Art. 67.- Obligaciones del Importador.-** A más de lo señalado en el Art. 66, el importador debe cumplir con todo lo especificado en el contrato de compra-venta en relación a garantías y mantenimiento del equipo.

El importador está obligado a entregar e instalar el equipo, dejándolo en perfecto estado de funcionamiento y es responsable de cualquier daño que pueda ocurrir durante el transporte o instalación que ocasionare deterioro en el equipo, en relación a su operación y a su Seguridad Radiológica.

**Art. 68.- Obligaciones de un Propietario de una Máquina de Rayos X.-** El poseedor, propietario o usuario de una máquina de Rayos X debe registrarla, valiéndose del correspondiente formulario provisto por la CEEA, dentro de un plazo de tres meses contados desde la fecha de entrada del equipo al país. En el caso de equipos de Máquinas de Rayos X, ya en funcionamiento, el plazo para registrarla se contará dentro de los tres meses subsiguientes a la fecha de entrada en vigencia de este Reglamento

El registrante debe notificar a la CEEA cualquier cambio que altere la información dada, dentro de los treinta días siguientes a dicho cambio.

**Art. 69.- Expedición del Certificado de Habilitación.-** La CEEA expedirá un certificado de habilitación al propietario o usuario del equipo, en el cual se señalará la fecha en que la máquina y sus instalaciones podrían comenzar a utilizarse, para lo cual realizará una inspección inicial, refiriéndose este certificado a las máquinas ya existentes.

**Art. 70.- Casos de Venta o de Arrendamiento.-** Si por cualquier circunstancia una máquina de Rayos X es arrendada o vendida a terceros, se notificará a la CEEA dentro de quince días de celebrado el contrato.

**Art. 71.- Generalidades de la obligación.-** Cualquier persona o institución que reciba el equipo, para poder operarlo debe tener la licencia correspondiente y cumplir las obligaciones indicadas en el Art. 68 para el usuario.

**Art. 72.- Inspecciones e Informes.-** Toda persona que use máquinas de Rayos X permitirá el acceso a Inspectores de Seguridad Radiológica de la CEEA.

La inspección inicial se llevará a cabo en la fecha comunicada al recibir la solicitud de registro; subsecuentemente, se llevará a cabo una inspección anual.

El inspector de la CEEA elaborará un informe escrito detallado indicando los resultados de cada inspección y hará las recomendaciones que juzgue convenientes para que se implementen las disposiciones de protección contra la radiación especificadas en el presente Reglamento.

Esta implementación es pre-requisito para el otorgamiento del certificado de habilitación y el mantenimiento de la licencia. El Inspector de Seguridad Radiológica debe someter a la CEEA el informe original de la inspección dentro de los quince días siguientes a la misma y entregar una copia al registrante, quien deberá mantener estos informes en su archivo de referencia.

**Art. 73.- Obligaciones del Licenciatario Responsable de la Unidad Operativa en relación a sus Empleados y Equipos.-** Conforme dispone el Art. 72 el Licenciatario facilitará el acceso de Inspectores de la CEEA para la revisión de sus máquinas de Rayos X.

El Licenciatario responsable de la unidad operativa está además obligado a lo siguiente:

- a) Obtener la licencia de operación para el personal auxiliar;
- b) Asegurar que el personal necesario para la operación del servicio esté instruido en el uso y características del equipo; y,
- c) Verificar que la máquina cumpla con los requisitos establecidos en este Reglamento y con lo señalado en cuanto a sus características en la factura de compra.

**Art. 74.- Obligaciones del Licenciatario Responsable de la Unidad Operativa en relación al Control de Radiaciones y otros Riesgos.-** El Licenciatario responsable de la unidad operativa, observará y hará observar por su empleados, el cumplimiento de las disposiciones de protección radiológica contra la radiación establecidas en el presente Reglamento. Corresponde a la CEEA comprobar la correcta instalación del equipo para prevenir cualquier daño a terceros.

**Art. 75.- Sanciones.-** Cualquier infracción a lo estipulado en este Reglamento será sancionada de acuerdo a lo establecido en el Título Octavo.

## **TITULO QUINTO**

### **Máquinas de Rayos X en Medicina**

#### **CAPITULO I**

##### **Disposiciones de Seguridad Radiológica**

**Art. 76.- Licencias.-** En igual forma a lo que se dispone para el uso de radioisótopos como fuentes abiertas y selladas en los Títulos Segundo y Tercero de este Reglamento, las licencias para máquinas de Rayos X serán concedidas por la CEEA a las instituciones donde los equipos vayan a ser instalados, a los profesionales que vayan a operar el equipo o sean responsables de la seguridad de su operación y al personal paramédico.

**Art. 77.- Operación del Equipo.-** Para la operación del equipo deben observarse las siguientes disposiciones.

- a) El Licenciatario responsable de la unidad operativa deberá asegurarse que el equipo de Rayos X bajo su control sea operado únicamente por personas debidamente instruidas en los procedimientos de operación y reglas de seguridad, que demuestren ser competentes en el uso de dicho equipo y porten la licencia correspondiente;

- b) Ningún Licenciatario operará, ni permitirá la operación de un equipo de Rayos X, a menos que el equipo y el local reúnan los requisitos señalados en este Reglamento;
- c) Cada equipo deberá, para operar, estar instalado en un local con tantas barreras primarias y secundarias como sean necesarias, según las normas de protección contra radiación;  
Como ejemplo del caso de Radiología de diagnóstico, para un cuarto de 4m<sup>2</sup> con un tubo de Rayos X en el centro se requiere un blindaje de 2mm de plomo o su equivalente, en otros materiales como barrera primaria para reducir la exposición fuera del cuarto a 0.25 mR/h. Un espesor de 1.1 mm de plomo o su equivalente en otro material se requiere para las barreras secundarias; y,
- d) Los equipos que estén en funcionamiento bajo condiciones no ideales del local, tendrán un plazo de 6 meses para su adecuación.

## CAPITULO II

### Instalaciones Radiográficas de Diagnóstico Médico excluidas las Dentales y Veterinarias.

**Art. 78.- Equipo.-** El equipo para instalaciones radiográficas de diagnóstico, que no sean de medicina dental, ni veterinaria, tendrá las siguientes características generales:

- a) Cada tubo de Rayos X deberá estar encerrado en una cubierta tal, que la exposición proveniente de fuga de radiación medida a una distancia de 1 metro del foco no exceda 100 mR en 1 hora;
- b) Deberá proveerse de diafragmas, conos o colimadores ajustables capaces de restringir el haz útil de radiación al área de interés clínico;
- c) La filtración mínima total permanente en el haz útil deberá ser determinada para el máximo voltaje especificado en el tubo. La filtración total permanente deberá ser equivalente, a no menos que 2 mm a voltajes hasta 100 kV inclusive, y 3 mm Al, a voltajes sobre 100 kV.

Excepciones. A voltajes de operación bajo 50 kV (por ej. Mamografía) se permite una filtración total permanente menor.

La filtración total permanente en el haz útil deberá ser indicada en la cubierta del tubo:

- d) Si el filtro de la máquina no está accesible para ser examinado o se desconoce la filtración total, puede considerarse que los requisitos de la letra anterior se han cumplido, si la capa hemirreductora no es menor de los valores que constan en la siguiente tabla:

VOLTAJE DE OPERACIÓN kVp	CAPA HEMIRREDUCTORA (mm de Al)
Menor de 50	0,6
Menor de 70	1,6
Menor de 90	2,6
Menor de 100	2,8
Menor de 110	3,0
Menor de 120	3,3

- e) En caso de que el equipo sea móvil, para radiografía destinada a diagnóstico, la distancia foco – piel no debe ser menor de treinta centímetros y el operador se colocará a una distancia mínima de dos metros con relación al paciente; y,
- f) Algunos procedimientos radiográficos especiales, por ej. Mamografía, requieren radiación débil. Tales procedimientos deberán ser llevados a cabo en equipo especial y no equipo de Rayos X standard diseñado para potenciales mayores. Bajo ninguna circunstancia deberá ser la filtración total permanente menor de 0.5 mm Al. Cuando un tubo de Rayos X especial con filtro de molibdeno es usado para mamografía, un filtro de molibdeno de por lo menos 0,33 mm es preferible en algunos casos y puede ser usado en lugar de filtración de aluminio.

**Art. 79.- Blindaje.-** Las características del blindaje serán las siguientes:

- a) Las paredes, piso y techo hacia los cuales pudiere apuntarse el haz útil de radiación deberán tener barreras primarias.

Las barreras primarias de las paredes tendrán una altura mínima de dos metros sobre el nivel del piso; y,

- b) Se proveerán barreras secundarias en todas aquellas paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación útil de radiación, no pueden ser afectadas directamente por dicho haz.

**Art. 80.- Procedimientos de Operación.-** Los siguientes procedimientos de operación serán adoptados:

- a) El haz útil de radiación deberá estar restringido a aquellas áreas de interés clínico;
- b) Toda persona que opera un equipo de Rayos X debe situarse detrás de una barrera de seguridad individual. Los controles deben estar colocados de tal manera, que el técnico este siempre protegido. Los instrumentos en el panel de control deberán indicar el potencial del tubo, la corriente y la clase de filtro, cuando estos puedan ser variados;
- c) Cuando sea necesario mantener a un paciente en posición adecuada para la toma de radiografía, se usarán artefactos mecánicos de soporte. En caso de emergencia, si un paciente está sujeto por una persona, ella deberá estar protegida con medios protectores adecuados, tales como guantes y un delantal

- blindado y deberá colocarse en una posición tal, que ninguna parte de su cuerpo sea expuesto al haz útil de radiación;
- d) Se usará, para las gónadas, un blindaje consistente en un equivalente de plomo no menor de cinco décimas de milímetro (0.5 mm) cuando estos órganos estén directamente en el haz útil de radiación, exceptuando los casos en que el blindaje interfiera en el procedimiento de diagnóstico;
  - e) El personal que esté trabajando en un servicio deberá llevar, durante el tiempo de trabajo, un dosímetro individual. La CEEA puede recomendar otro tipo de control de dosis de radiación, dependiendo del nivel de exposición a la radiación a que el personal esté sujeto en un determinado servicio;
  - f) Se deberá instalar indicadores de exposición y medidores de tiempo de exposición automáticos, que adviertan tanto al médico, como al técnico, que se está produciendo radiación y además la duración del examen; y,
  - g) Deberán instalarse señales que indiquen a terceras personas que el equipo está en operación.

### **CAPITULO III**

#### **Instalaciones Radiográficas Dentales.**

**Art. 81.- Equipo.-** El equipo para las instalaciones de radiografía dental tendrá las siguientes características:

- a) La cubierta del tubo será de tipo diagnóstico;
- b) Se usarán diafragmas y conos para colimar el haz útil de radiación. Para radiografía intra oral, se requiere que el diámetro del haz útil de radiación en el extremo del cono no exceda de ocho centímetros.
- c) Por medio de un cono se asegurará que la distancia foco – piel no sea menor de 18 centímetros estando el aparato funcionando sobre cincuenta (50)kVp; o de 10 centímetros, estando el aparato funcionando a cincuenta (50) kVp, para radiografía intra oral;
- d) La filtración en total (inherente más añadida) equivalente de aluminio, es el haz útil de radiación, no será menor a los valores señalados en la siguiente tabla:

<b>VOLTAJE DE OPERACIÓN</b> kVp	<b>FILTRACIÓN TOTAL</b> (mm equivalente de Al)
Menor de 50	0.5
de 50 – 70	1.5
Mayor de 70	2.5

- e) Si el filtro de la máquina no está accesible para ser examinado o se desconoce la filtración total, puede considerarse que los requisitos de la letra anterior se han cumplido si la capa hemireductora no es menor de lo que se indica en la siguiente tabla:

<b>VOLTAJE DE OPERACIÓN</b> kVp	<b>CAPA HEMIRREDUCTORA</b> (mm de Al)
Menor de 50	0,6
de 50 – 70	1,6
Mayor de 70	2,6

- f) El panel de control deberá incluir indicadores de voltaje, corriente del tubo, filtro, Cronómetro, e indicador (luz) que advierte al operador que se están produciendo Rayos X;
- g) La exposición máxima a la superficie del aplicador se dará con una luz de aviso y un aviso audible para indicar cuando el tubo está en operación; y,
- h) Para radiografía dental convencional, el tiempo de exposición no deberá exceder de cinco segundos.

**Art. 82.- Blindaje Estructural.-** Las características del blindaje estructural serán las siguientes:

- a) Las paredes, piso y techo hacia los cuales pudiera apuntarse el haz útil de radiación deberán tener barreras primarias. Las barreras primarias de las paredes tendrán una altura mínima de dos metros sobre el nivel del piso; y,
- b) Se proveerán barreras secundarias en todas aquellas paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación del haz útil de radiación, no puedan ser afectadas directamente por dicho haz.

**Art. 83.- Procedimientos de Operación en Radiografía Dental.-** En las operaciones de radiografía dental:

- a) Los exámenes radiológicos dentales se limitarán lo indispensable y el haz deberá ser restringido al tamaño requerido para el examen; ni el dentista, ni su asistente, sujetarán al paciente o las películas durante la exposición.
- b) Solamente las personas necesarias para el proceso radiográfico se encontrarán en el salón de radiografía durante las exposiciones;
- c) Durante cada exposición, el operador deberá pararse a una distancia no menor de dos metros del paso del haz útil de radiación o detrás de una barrera protectora adecuada;
- d) No se usará fluoroscopia en exámenes dentales;
- e) Ni la cubierta protectora del tubo, ni el cono, serán sostenidos con las manos durante la exposición; y
- f) La película deberá ser puesta en posición o sostenida por el paciente. No deberá ser sostenida ni por el dentista, ni por el técnico.

## **CAPITULO IV**

### **Instalaciones Radiográficas en Medicina Veterinaria.**

**Art. 84.- Equipo.-** Las características del equipo para instalaciones radiográficas en medicina veterinaria serán las siguientes:

- a) La cubierta protectora del tubo será de tipo diagnóstico;
- b) Se proveerá conos para colimar el haz útil de radiación hacia el área de interés clínico; y,
- c) La filtración total (inherente más añadida) equivalente de aluminio (Al), en el haz útil de radiación, no será menor que los valores señalados en la siguiente tabla:

VOLTAJE DE OPERACIÓN kVp	FILTRACIÓN TOTAL (mm equivalente de Al)
Menor de 50	0.6
de 50 de 70	1.6
Mayor de 70	2.6

**Art. 85.- Blindaje.-** Las características del blindaje serán las siguientes:

- a) Las paredes, piso y techo, hacia los cuales pudiera apuntarse el haz útil de radiación, deberán tener barreras primarias. Las paredes tendrán una altura mínima de dos metros sobre el nivel del piso; y,
- b) Se proveerán barreras secundarias en todas aquellas paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación del haz útil de radiación, no puedan ser afectadas directamente por dicho haz.

**Art. 86.- Procedimientos de Operación.-** En la operación se procederá de la siguiente manera:

- a) El operador se localizará a una distancia del haz útil de radiación, por lo menos de dos metros del animal durante la exposición a Rayos X;
- b) Ni la cubierta protectora del tubo, ni el cono, serán sostenidos con las manos durante la exposición; y,
- c) No se usará regularmente ninguna persona para sujetar los animales durante la exposición de Rayos X, sino un sostén mecánico. En caso de emergencia podrá hacerlo una persona con artefactos protectores, tales como guantes y un delantal que tenga la equivalencia de plomo no menor de cinco décimas de milímetro (0.5 mm), y deberá colocarse en una posición tal, que ninguna parte de su cuerpo sea alcanzada por el haz útil de radiación. La exposición de cualquier persona empleada para este propósito, deberá ser medida con equipo de control de seguridad individual.

## CAPITULO V

### Instalaciones Fluoroscópicas

**Art. 87.- Reglas para el Uso.-** El uso de máquinas de Rayos X en fluoroscopia, se sujetará a las siguientes reglas:

- a) La cubierta protectora del tubo deberá ser de tipo diagnóstico y la fuga de radiación no excederá 100 mR/h a un metro;

- b) En radiografía y fluoroscopia con equipo móvil, la distancia foco – piel no será menor de 30 cm. En radiografía y fluoroscopia (diferente a la de pecho) con equipo estacionario, la distancia foco – piel tampoco será menor de 30 cm. En fluoroscopia de pecho la distancia foco – piel no será menor de 60 cm y para equipo específicamente usado para exámenes de pecho no será menor de 45 cm. Fotofluorografía y radiografía de pecho deberán ser hechos con una distancia foco – piel de al menos 60 cm. Los valores recomendados son valores mínimos, distancias mayores son a menudo apropiadas;
  - c) La filtración total del haz útil de radiación (incluyendo el equivalente de aluminio), cuando este esté interpuesto entre la fuente y el paciente, no será menor de 2,5 mm. (equivalente de aluminio). Este requisito se entenderá cumplido si la capa hemirreductora es equivalente a no menos de 2,5 mm. de Al a voltajes normales de operación;
  - d) El equipo deberá estar construido de tal forma que toda la sección transversal del haz útil de radiación sea atenuado por una barrera primaria. Esta barrera es por lo general, el artefacto de observación, ya sea una pantalla fluoroscópica o un mecanismo de intensificación de imagen. La exposición terminará automáticamente cuando se remueva la barrera del haz útil de radiación;
  - e) Para el equipo instalado con posterioridad a la fecha de vigencia de este Reglamento, la equivalencia de plomo requerida por las barreras no será menor de un milímetro y medio (1,5 mm) en máquinas capaces de operar desde cien (100) kVp hasta ciento veinte y cinco (125) kVp, ni menor de dos milímetros (2mm) en máquinas capaces de operar desde ciento veinte y cinco (125) kVp en adelante;
  - f) Deberá usarse guantes protectores con un equivalente de plomo no menor de 0,25 mm cuando exámenes fluoroscópicos puedan requerir colocar las manos en o cerca del haz de radiación. Si el médico o técnico no pudieran estar detrás de pantallas protectoras o blindajes durante todos los tipos de exámenes fluoroscópicos, deberán usarse delantales con un equivalente de plomo de no menos de 0,25mm;
  - g) En fluoroscopia, la tasa de exposición medida en el punto donde el haz entra al paciente será tan baja, como sea posible y no excederá de 10 R/min; y 2 R/min en fluoroscopia con intensificador de imagen;
  - h) La tasa de exposición de fluoroscopia medida en la superficie del paciente deberá ser tan baja como sea posible y no deberá exceder 5 R/min en fluoroscopia directa;
  - i) El equipo necesario deberá proveerse, para operar con seguridad (gafas para adaptación de la vista a la oscuridad, guantes protectores de 0,25mm equivalente de plomo, etc.)
  - j) Los equipos fluoroscópicos móviles deberán reunir los requisitos aplicables que señalen en este capítulo y los siguientes requisitos adicionales.
- 1.- En ausencia de un tablero de mesa, la distancia foco – piel, será limitada a no menos de treinta centímetros por un cono u otro artefacto similar;
  - 2.- La tasa de exposición medida a la distancia mínima foco – piel, no excederá de cinco Roentgen por minuto (5 R/min) bajo condiciones normales de operación; y

- k) En caso de no existir intensificadores de imágenes para fluoroscopia, se controlará que el local esté lo suficientemente oscuro de modo que el tiempo de exposición sea mínimo.

## CAPITULO VI

### Instalaciones de Terapia.

**Art. 88.- Disposiciones Aplicables.-** En las instalaciones dedicadas a Rayos X de terapia son aplicables los Arts. 44, 45 y 46 de este Reglamento. Además, el uso de máquinas de Rayos X en aplicaciones de terapia se sujetará a las regulaciones que se indican en los artículos siguientes.

**Art. 89.- Equipo.-** Las condiciones que debe cumplir el equipo serán las siguientes:

- a) Cada tubo de Rayos X usado para terapia, deberá estar encerrado en una cubierta tal, que la tasa de exposición proveniente de fuga de radiación, medida a un metro de distancia desde el foco, no exceda de 1 R/h, ni 30 R/h a cualquier posición accesible al paciente a una distancia de 5cm desde la superficie de la cubierta o su equipo accesorio.
- b) Los filtros, los cuales deben estar marcados con su material y su espesor, serán colocados en su sitio en forma segura, y la apertura donde se coloquen, estará construida, de tal forma que la radiación que escape lateralmente a través de la misma, no exceda de 1 R/h a un (1) metro; o si la radiación proveniente de la apertura llegare al paciente, 30 R/h a cinco (5) centímetros de la apertura externa para equipos que operen a potenciales mayores de 60 kVp; en equipos que operan a potenciales interiores o iguales a 60 kVp, el escape será de 0.1 R/h.
- c) En el panel de control deberá indicarse la presencia o la ausencia de filtros añadidos.
- d) Se proveerá de un cronómetro automático o medidor de exposición, para terminar ésta, luego de transcurrido un intervalo de tiempo prefijado; y,
- e) Se proveerán medios para los cuales el operador pueda terminar la exposición en cualquier momento.

**Art. 90.- Blindaje.-** Las características del blindaje serán las siguientes:

- a) Las paredes, piso y techo, hacia los cuales pudiera apuntarse el haz útil de radiación deberán tener barreras primarias de una altura mínima de dos metros sobre el nivel del piso;
- b) Se proveerán de barreras secundarias en todas aquellas paredes, piso y techo que, por restricciones en la orientación del haz útil de radiación, no puedan ser afectadas directamente por dicho haz;
- c) Para que equipo opere sobre cincuenta (50) kVp, el panel de control estará dentro de una cabina protectora provista de un intercierre en la puerta y localizada fuera del salón de tratamiento. Este intercierre permitirá que la máquina se apague automáticamente en caso de que cualquier puerta del salón de tratamientos sea abierta; y,

- d) Se proveerán luces intermitentes de advertencia en la puerta de acceso a los cuartos de tratamiento, que se encenderán cuando se esté emitiendo el haz útil de radiación.

**Art. 91.- Procedimientos de Operación.-** Se adoptarán los siguientes procedimientos de operación:

- a) Toda nueva instalación o instalaciones existentes que no hayan sido previamente inspeccionadas deberán ser objeto de ellas por un inspector de la CEEA;
- b) Cuando sea necesario mantener a un paciente en posición adecuada para terapia de radiación, se usarán únicamente artefactos mecánicos de soporte;
- c) El rendimiento de la máquina deberá ser calibrado cada seis meses por el Licenciatario y verificado por un Inspector de la CEEA. Se repetirá la calibración después de cualquier cambio o reemplazo en el equipo generador, que pudiera alterar la emisión de Rayos X. Además debe existir una calibración para cada tipo y espesor de filtro, kilovoltaje y miliamperaje;
- d) Las pruebas de fuga de radiación, deberán ser efectuadas por lo menos una vez cada año;
- e) El Licenciatario deberá mantener los registros de las calibraciones y pruebas efectuadas en el equipo a disposición de la CEEA; y,
- f) El Licenciatario podrá obtener servicios de calibración y pruebas de fuga para sus equipos, en la CEEA, como se ha indicado en los artículos 37, y 43 de este Reglamento.

## **CAPITULO VII**

### **Máquinas de Rayos X en Radiografía Industrial.**

**Art. 92.- Requisitos para el Uso.-** Los equipos para el uso de radiografía industrial de máquinas de Rayos X pueden utilizarse sólo por instituciones y personas autorizadas que hayan recibido la licencia correspondiente. Para el efecto, se aplicarán las disposiciones de los artículos 55, 56 y 57, así como todas las disposiciones de este Reglamento.

**Art. 93.- Normas de Seguridad Radiológica.-** Todo Licenciatario está obligado a vigilar que el personal que trabaje en un servicio de radiografía industrial lleve consigo durante el trabajo, un dosímetro personal certificado por la CEEA.

**Art. 94.- Puesta en marcha del Equipo.-**

- a) Todo equipo, antes de ser puesto en marcha, deberá ser inspeccionado por la CEEA; y,
- b) El importador debe satisfacer cualquier demanda de seguridad radiológica en la operación del equipo que se deba a defecto de fabricación o daño del mismo durante su transporte.

Es obligación del Licenciatario responsable de la unidad operativa, calibrar el equipo, en lo cual, mediante acuerdo, puede cooperar la CEEA, tomando en cuenta lo dispuesto en el artículo 43 de este Reglamento.

**Art. 95.- Aprobación para el Uso del equipo por el Licenciatario.-** Luego de una inspección a la instalación y al equipo, se extenderá la licencia correspondiente a la instalación y el certificado de habilitación al equipo.

**Art. 96.- Otras disposiciones.-** Se observarán, además, las siguientes Reglas:

- a) Se tomarán, en cuanto sean aplicables, las regulaciones dadas para equipos de Rayos X usados en diagnóstico; y,
- b) Previa a la concesión de la licencia, cada solicitante permitirá una evaluación del equipo y de sus procedimientos de trabajo.

## **TITULO SEXTO**

**Máquinas generadoras de radiaciones y partículas nucleares de cualquier tipo**

### **CAPITULO I**

#### **Propósito y Alcance**

**Art. 97.- Requisitos Generales.-** Las máquinas generadoras de radiación y partículas nucleares se someterán a las normas de seguridad radiológica señaladas en este Título.

### **CAPITULO II**

#### **Disposiciones Generales**

**Art. 98.- Importación.-** Para la concesión del permiso de importación de este tipo de equipos, las personas o instituciones interesadas deberán cumplir las disposiciones de este capítulo.

**Art. 99.- Localización del equipo y facilidades de trabajo.-** Se proporcionará un plano de localización del edificio y un plano detallado del local donde va a instalarse el equipo. Además, se proporcionará una descripción cronológica de los trabajos a ser realizados para adecuar convenientemente las instalaciones requeridas, para la eficiente operación del equipo.

**Art. 100.- Seguridad Radiológica.-** El solicitante queda obligado a satisfacer lo siguiente:

- a) Disponer del equipo de protección necesario para evitar posibles riesgos del personal;
- b) Notificar a la CEEA por lo menos con seis meses de anticipación, sobre el tipo de radiación o partículas que serán generadas por el equipo;
- c) Facilitar las inspecciones y el control que la CEEA demande; y,
- d) Proporcionar al personal que trabaje con el equipo o tenga acceso al mismo, los dosímetros individuales exigidos por la CEEA.

**Art. 101.- Seguridad Industrial.-** El solicitante está obligado a cumplir todos los requerimientos de seguridad industrial que la CEEA prescriba, de acuerdo a las leyes y reglamentos sobre la materia, que se hallen vigentes en el país.

**Art. 102.- Licencias.-** Cumplidos los requisitos anteriormente mencionados, el solicitante recibirá la licencia correspondiente para la importación del equipo.

La Dirección General de Aduanas no podrá proceder a los trámites de importación, ni permitir al entrega de un equipo de esta clase, sin la autorización de la CEEA.

**Art. 103.- Puesta en marcha del equipo.-** El Licenciatarío, para poder poner en marcha uno de estos equipos, debe observar lo siguiente:

- a) Mantener como operador del equipo a un profesional especializado en su manejo;
- b) Notificar a la CEEA, por lo menos con diez días laborables de anticipación, sobre la fecha y hora en que el equipo va a ser puesto en marcha por primera vez, de manera que el Inspector de Seguridad Radiológica pueda asistir a tal evento y extienda la certificación correspondiente.

## **TITULO SÉPTIMO**

### **Normas para el personal que trabaja en el campo de las radiaciones**

#### **CAPITULO I**

##### **Propósito y Alcance**

**Art. 104.- Licencias de Trabajo.-** Solamente las personas que estén debidamente autorizadas mediante una licencia concedida por la CEEA pueden trabajar en el campo de las radiaciones.

**Art. 105.- Tiempo de Validez de las Licencias.-** Todas las licencias para personal y para instituciones caducarán a los cuatro años.

**Art. 106.- Licencia a Profesionales e Instituciones.-** Las licencias a profesionales en el campo de Radiodiagnóstico que no sean referentes a Medicina Dental ni Veterinaria y en Radioterapia y Medicina Nuclear, serán concedidas por la CEEA a petición de las Sociedades Correspondientes. En cuanto a otras personas, las licencias serán concedidas por la CEEA a petición del interesado.

Las licencias para instituciones serán concedidas por la CEEA previa inspección a los locales y equipos.

## CAPITULO II

### **Solicitud y Concesión de Licencias a Personal Paramédico y Auxiliar en general.-**

**Art. 107.- Clasificación de las Licencias.-** Las licencias se clasifican de la siguiente manera:

- a) Las licencias a personal paramédico y auxiliar en general, tendrá la denominación de licencia A; y,
- b) Las licencias a personal paramédico y auxiliar en general tendrá la denominación de licencia B; y,
- c) Las licencias a instituciones, tendrán la denominación de licencias C.

**Art. 108.- Trámite.-** Las solicitudes de licencias para personal paramédico y auxiliar en general, que trabaje en radiaciones se harán a la CEEA, la cual extenderá previa aprobación de idoneidad profesional del candidato.

**Art. 109.- Solicitud y Concesión de Licencias a Personal que trabaje con máquinas de Rayos X, Máquinas Generadoras de Radiación y Partículas Nucleares con Fines no Médicos.-** Las solicitudes del personal auxiliar relacionado con la operación de equipos de Rayos X en industria y de máquinas generadoras de radiación y partículas nucleares aplicadas con fines no médicos, serán presentadas por el candidato a la CEEA, la que juzgará y extenderá la licencia de carácter individual e intransferible, la misma que tendrá la denominación establecida en el Art. 107.

**Art. 110.- Solicitud y Concesión de Licencias a Personal que trabaje con otros tipos de Máquinas Generadoras de Radiación y Partículas Nucleares.-** Las solicitudes del personal técnico asistente relacionado con la operación de cualquier tipo de máquinas no clasificadas bajo las denominaciones anteriores que, no obstante, se encuentren relacionadas con las ciencias nucleares y atómicas, serán presentadas a la CEEA, la que juzgará y extenderá la licencia de carácter individual e intransferible, la misma que tendrá la denominación establecida en el Art. 107 de este Reglamento.

## CAPITULO III

### **Inscripción de Nombramientos**

**Art. 111.- Requisitos para Inscripción de Nombramientos.-** La Dirección Nacional de Personal, para inscribir el nombramiento de personal que vaya a desempeñar funciones en el campo de las radiaciones, deberá exigir la licencia correspondiente extendida por la CEEA.

## CAPITULO IV

### Control del estado de Salud del Personal que trabaja con Radiaciones.

**Art. 112.- Exámenes Médicos del Personal.-** El personal directamente involucrado en trabajos con radiaciones ionizantes, se sujetará a las siguientes disposiciones:

- a) Toda persona que trabaje por primera vez en el campo de las radiaciones, cualquiera sean sus responsabilidades, tiene que someterse a un examen médico adecuado antes de iniciar sus tareas, practicado por un profesional del departamento de Riesgos de Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Este será el requisito previo a la concesión de la licencia por parte de la CEEA;
- b) El personal que se encuentra laborando en el campo de las radiaciones se someterá anualmente a un examen médico;
- c) En el caso de trabajadores que ya estén laborando en el campo de las radiaciones, a la fecha de promulgación de este Reglamento, los exámenes médicos necesarios para obtener la licencia correspondiente serán realizados por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social;
- d) Dados los problemas médicos particulares que plantea el trabajo con radiaciones en el caso de las mujeres en edad de concebir, deberán adoptarse todas las precauciones para garantizar que no reciban dosis sobre las máximas permisibles; y,
- e) Se prohíbe que el personal femenino es estado de gravidez, reconocido por diagnóstico médico, esté en contacto con radiación. Si tal es el caso, esa persona será destinada a labores que no sean de contacto directo con las radiaciones ionizantes.

## CAPITULO V

### Horas de Trabajo, Vacaciones y Jubilación.

**Art. 113.- Regulaciones.-** Las horas de trabajo y vacaciones de todo el personal que labore en contacto directo con las radiaciones ionizantes, se sujetarán a las disposiciones dadas en el presente capítulo.

**Art. 114.- Prohibición de Trabajar Horas Extras.-** El personal paramédico y auxiliar en general que trabaje con máquinas o fuentes de radiación, no podrá, bajo ninguna circunstancia, laborar más de 8 horas mensuales suplementarias.

Toda infracción a lo dispuesto en este artículo, será sancionada por la CEEA de acuerdo al Título Octavo.

**Art. 115.- De las Vacaciones.-** Siendo el trabajo con radiaciones una profesión riesgosa y considerando tanto sus efectos a largo plazo, como las condiciones de

trabajo que, hasta el presente, no han sido óptimas, el período de vacaciones estará sujeto a una ley especial.

Las vacaciones que correspondan a un empleado que labora en contacto directo con las radiaciones ionizantes, no podrán ser compensadas económicamente, ni podrán acumularse.

**Art. 116.- De la Jubilación.-** Por las razones expuestas en el Art. 115, el tiempo para la jubilación estará sujeto a una ley especial.

## **CAPITULO VI**

### **Obligaciones Especiales de los Empleadores.**

**Art. 117.- Cuidados Especiales por Sobredosis de Radiación.-** Toda persona que en forma accidental se haya expuesto a una sobredosis de radiación, tendrá derecho a cuidados especiales hasta su total recuperación, asumiendo su patrono los gastos que tal recuperación implique, sea a través de los servicios del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, o mediante otros servicios adecuados.

## **CAPITULO VII**

### **Riesgos de Trabajo y Enfermedades Profesionales.**

**Art. 118.- Riesgos de Trabajo.-** Toda persona que se dedique a labores que la expongan a un contacto permanente con las radiaciones ionizantes, queda expuesta a la posibilidad de sufrir lesiones inmediatas o mediatas, y por consiguiente, debe estar consciente de los efectos acumulativos de la radiación.

**Art. 119.- Enfermedades Profesionales.-** La energía atómica es un patrimonio científico de la civilización moderna y solamente es útil cuando se conoce como usarla correctamente, pues el uso inapropiado puede conducir a grandes siniestros. La exposición continua a las radiaciones puede ocasionar diversos tipos de enfermedades cuyo resumen se presenta en el Apéndice VIII-1.- En el presente Reglamento se determinan dichos riesgos y las medidas preventivas correspondientes.

**Art. 120.- Determinación de Dosis Absorbidas por personas que hayan estado en contacto con las Radiaciones Ionizantes.-** La CEEA realizará una labor de permanente supervisión para salvaguardar la salud de todos los ecuatoriano que trabajen con radiaciones.

La radiometría de locales e inspección de equipos solamente tiende a proteger a los usuarios. Cuando dichas medidas hayan sido efectuadas por la CEEA, se realizarán cálculos de la dosis biológica equivalente, a la cual ha estado expuesto el trabajador durante todo el tiempo que ha laborado en contacto con radiaciones ionizantes. La fórmula utilizada será la siguiente:

$$5 (N - 18) \text{ rem}$$

N representa la edad del individuo en número de años y fracción del inmediato superior. De acuerdo a los resultados obtenidos, se procederá como se indica en los artículos siguientes:

**Art. 121.- Dosis Absorbida en  $\pm$  5% de la Máxima Permitida.-** Si, se encuentra que la dosis absorbida está dentro de un límite de  $\pm$  5% del valor máximo permisible, la CEEA notificará al empleador para que su empleado pueda continuar laborando en su servicio, siempre que se adecuen las instalaciones para que reciba una dosis de radiación inferior.

**Art. 122.- Suspensión del Trabajador y Bonificaciones.-** Si, mediante las condiciones de sobredosis detalladas en este Reglamento, el empleador no pudiere continuar utilizando los servicios del empleado, se dará por terminado el contrato de trabajo y el empleador pagará al trabajador cesante las indemnizaciones previstas para el caso de despido intempestivo y, además el equivalente a un mes de remuneración, por cada año de trabajo prestado en contacto directo con las radiaciones ionizantes. Por los lapsos que no completaren un año, se pagará la parte proporcional. Tendrá que ser demostrado por el empleado, que fue culpa del empleador por condiciones no óptimas de trabajo o accidente de trabajo con la reconstrucción de hechos.

**Art. 123.- Control de Salud del Trabajador Sobre-expuesto.-** El trabajador sobreexpuesto a radiaciones ionizante tiene derecho a que se le efectúe análisis clínicos y metabólicos completos, a cargo del IESS. Si se encontraren anomalías que puedan ser catalogadas dentro del Apéndice VIII- 1, el Departamento de Riesgos de Trabajo del IESS, evaluará y dictaminará si éstas provienen de efectos causados por exposición de trabajo a niveles de radiación excesiva, y aquella será considerada como enfermedad profesional. En presencia de enfermedades profesionales diagnosticadas por especialistas reconocidos, conjuntamente por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y por la CEEA, el trabajador tiene derecho a las compensaciones fijadas por el IESS, que estén vigentes a la fecha de producirse el diagnóstico médico.

## **CAPITULO VIII**

### **Compensación por Accidentes de Radiación**

**124.- Categorías.-** Los accidentes de trabajo, para personas que laboren en contacto directo con radiaciones ionizantes, se sujetarán a lo previsto para el efecto en el Código de Trabajo con las modalidades determinadas en los artículos siguientes:

**Art. 125.- Informe sobre el Accidente.-** Los informes sobre accidentes de trabajo serán emitidos por la CEEA, la Sociedad correspondiente y el Departamento de Riesgos de Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

**Art. 126.- Normas que regulan las Indemnizaciones por Accidentes.-** En caso de accidente del trabajador, se aplicarán las normas señaladas en el Código de trabajo y en la Ley del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

**Art. 127.- Accidentes por Negligencia del Empleador.-** Si un accidente resultare como consecuencia de una orden emanada por un supervisor o representante del

empleador , a sabiendas de que lo ordenado pudo exponer gravemente al trabajador a los efectos de dosis excesivas de radiación , el responsable será enjuiciado penalmente, pues se considerará como si se tratara de daños a terceros, con conocimientos de causa.

**Art. 128.- Remuneraciones para trabajadores en el Campo de las Radiaciones.-** Para los trabajadores en el campo de las radiaciones, las comisiones de salario mínimo, fijarán las remuneraciones correspondientes, tomando en cuenta los riesgos a que aquellos se hallan expuestos.

## APÉNDICE VIII-1

### ENFERMEDADES CAUSADAS POR RADIACIONES

**Art. 129.- Regla General.-** Para los efectos señalados en las leyes laborales y de seguridad social, se entenderán como enfermedades profesionales:

a.- Dosis de exposición acumulativa (cuerpo entero).

De acuerdo a la constitución física del individuo, la exposición continua de radiación ionizante, sobre los niveles de radiactividad natural puede producir las siguientes enfermedades:

1. Lesiones superficiales: Dermatitis, depilación y pérdida de brillo de las uñas.
2. Lesiones Hematopoyéticas: Linfopenia, leucopenia, anemia, leucemia y pérdida de inmunidad específica.
3. Propensión a tumores malignos: Carcinoma de la piel y sarcoma.
4. Reducción del promedio de duración de la vida.
5. Aberraciones genéticas: Mutaciones genéticas directas o aberraciones cromosomáticas.
6. Otros efectos: Cataratas lenticulares, esterilidad.

b.- Dosis de exposición única (cuerpo entero).

Las estadísticas de accidentes de sobreexposición a radiación y el empleo de explosivos con fines militares, han permitido establecer las relaciones de dosis efecto que constan en la siguiente tabla:

DOGIS (Rem)	EFFECTOS
0-50	Efectos no detectables inmediatamente
30-120	Nauseas y vómitos por un día. Fatiga por tiempo variable Efectos tardíos.
130-160	Enfermedades manifiestas. Síntomas de vómitos y fatiga persistente por tiempo variable. Efectos tardíos.
180-220	Mortalidad en un 5%. Difícil recuperación total. Efectos tardíos.
270-330	Lo mismo que lo anterior. Síntomas más acentuados.
400-750	Mortalidad en un 100%

## ANEXO 2: FACTORES DE PONDERACIÓN RADIOLÓGICA.

Tabla 48.1 • Factores de ponderación de la radiación  $w_R$ <sup>1</sup>.

Tipo y rango de la energía	$w_R$
Fotones, todas las energías	1
Electrones y muones, todas las energías <sup>2</sup>	1
Neutrones, energía <10 keV	5
10 keV a 100 keV	10
>100 keV a 2 MeV	20
>2 MeV a 20 MeV	10
>20 MeV	5
Protones, distintos de los protones de retroceso, energía >2 MeV	5
Partículas alfa, fragmentos de fisión, núcleos pesados	20

1 Todos los valores se refieren a la radiación incidente en el cuerpo o, si las fuentes son internas, a la emitida desde la fuente.

2 Excluidos los electrones Auger emitidos desde núcleos unidos a DNA.

## ANEXO 3: FACTORES DE PONDERACIÓN TISULAR.

Tabla 48.2 • Factores de ponderación de tejidos  $w_T$ <sup>1</sup>.

Tejido u órgano	$w_T$
Gónadas	0,20
Médula ósea (roja)	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Vejiga	0,05
Mama	0,05
Hígado	0,05
Esofago	0,05
Tiroides	0,05
Piel	0,01
Superficie ósea	0,01
Resto	0,05 <sup>2, 3</sup>

## **ANEXO 4: DECLARACIÓN DE HELSINKI.**

### **DECLARACION DE HELSINKI DE LA ASOCIACION MEDICA MUNDIAL**

#### **Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos**

Adoptada por la  
18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio 1964  
y enmendada por la  
29ª Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre 1975  
35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre 1983  
41ª Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, septiembre 1989  
48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, octubre 1996  
52ª Asamblea General, Edimburgo, Escocia, octubre 2000  
Nota de Clarificación del Párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM,  
Washington 2002  
Nota de Clarificación del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM,  
Tokio 2004  
59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008

#### **A. INTRODUCCION**

1. La Asociación Médica Mundial (AMM) ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos para investigación médica en seres humanos, incluida la investigación del material humano y de información identificables.

La Declaración debe ser considerada como un todo y un párrafo no debe ser aplicado sin considerar todos los otros párrafos pertinentes.

2. Aunque la Declaración está destinada principalmente a los médicos, la AMM insta a otros participantes en la investigación médica en seres humanos a adoptar estos principios.

3. El deber del médico es promover y velar por la salud de los pacientes, incluidos los que participan en investigación médica. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.

4. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula "velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente", y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: "El médico debe considerar lo mejor para el paciente cuando preste atención médica".

5. El progreso de la medicina se basa en la investigación que, en último término, debe incluir estudios en seres humanos. Las poblaciones que están subrepresentadas en la investigación médica deben tener un acceso apropiado a la participación en la investigación.

6. En investigación médica en seres humanos, el bienestar de la persona que participa en la investigación debe tener siempre primacía sobre todos los otros intereses.

7. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones actuales deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad.

8. En la práctica de la medicina y de la investigación médica, la mayoría de las intervenciones implican algunos riesgos y costos.

9. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales. Algunas poblaciones sometidas a la investigación son particularmente vulnerables y necesitan protección especial. Estas incluyen a los que no pueden otorgar o rechazar el consentimiento por sí mismos y a los que pueden ser vulnerables a coerción o influencia indebida.

10. Los médicos deben considerar las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que las normas y estándares internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico nacional o internacional disminuya o elimine cualquiera medida de protección para las personas que participan en la investigación establecida en esta Declaración.

## B. PRINCIPIOS PARA TODA INVESTIGACION MEDICA

11. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación.

12. La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.

13. Al realizar una investigación médica, hay que prestar atención adecuada a los factores que puedan dañar el medio ambiente.

14. El proyecto y el método de todo estudio en seres humanos debe describirse claramente en un protocolo de investigación. Este debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso y debe indicar cómo se han considerado los principios enunciados en esta Declaración. El protocolo debe incluir información sobre financiamiento, patrocinadores, afiliaciones institucionales, otros posibles conflictos de interés e incentivos para las personas del estudio y estipulaciones para tratar o compensar a las personas que han sufrido daños como consecuencia de su participación en la investigación. El protocolo debe describir los arreglos para el acceso después del ensayo a intervenciones identificadas como beneficiosas en el estudio o el acceso a otra atención o beneficios apropiadas.

15. El protocolo de la investigación debe enviarse, para consideración, comentario, consejo y aprobación, a un comité de ética de investigación antes de comenzar el estudio. Este comité debe ser independiente del investigador, del patrocinador o de cualquier otro tipo de influencia indebida. El comité debe considerar las leyes y reglamentos vigentes en el país donde se realiza la investigación, como también las normas internacionales vigentes, pero no se debe permitir que éstas disminuyan o eliminen ninguna de las protecciones para las personas que participan en la investigación establecidas en esta Declaración. El comité tiene el derecho de controlar los ensayos en curso. El investigador tiene la obligación de proporcionar información del control al comité, en especial sobre todo incidente adverso grave. No se debe hacer ningún cambio en el protocolo sin la consideración y aprobación del comité.

16. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas con la formación y calificaciones científicas apropiadas. La investigación en pacientes o voluntarios sanos necesita la supervisión de un médico u otro profesional de la salud competente y calificado apropiadamente. La responsabilidad de la protección de las personas que toman parte en la investigación debe recaer siempre en un médico u otro profesional de la salud y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento.
17. La investigación médica en una población o comunidad con desventajas o vulnerable sólo se justifica si la investigación responde a las necesidades y prioridades de salud de esta población o comunidad y si existen posibilidades razonables de que la población o comunidad, sobre la que la investigación se realiza, podrá beneficiarse de sus resultados.
18. Todo proyecto de investigación médica en seres humanos debe ser precedido de una cuidadosa comparación de los riesgos y los costos para las personas y las comunidades que participan en la investigación, en comparación con los beneficios previsibles para ellos y para otras personas o comunidades afectadas por la enfermedad que se investiga.
19. Todo ensayo clínico debe ser inscrito en una base de datos disponible al público antes de aceptar a la primera persona.
20. Los médicos no deben participar en estudios de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos inherentes han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria. Deben suspender inmediatamente el experimento en marcha si observan que los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados positivos o beneficiosos.
21. La investigación médica en seres humanos sólo debe realizarse cuando la importancia de su objetivo es mayor que el riesgo inherente y los costos para la persona que participa en la investigación.
22. La participación de personas competentes en la investigación médica debe ser voluntaria. Aunque puede ser apropiado consultar a familiares o líderes de la comunidad, ninguna persona competente debe ser incluida en un estudio, a menos que ella acepte libremente.
23. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física, mental y social.
24. En la investigación médica en seres humanos competentes, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento y todo otro aspecto pertinente de la investigación. La persona potencial debe ser informada del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin exponerse a represalias. Se debe prestar especial atención a las necesidades específicas de información de cada individuo potencial, como también a los métodos utilizados para entregar la información. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico u otra persona calificada apropiadamente debe pedir entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede otorgar por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

25. Para la investigación médica en que se utilice material o datos humanos identificables, el médico debe pedir normalmente el consentimiento para la recolección, análisis, almacenamiento y reutilización. Podrá haber situaciones en las que será imposible o impracticable obtener el consentimiento para dicha investigación o podría ser una amenaza para su validez. En esta situación, la investigación sólo puede ser realizada después de ser considerada y aprobada por un comité de ética de investigación.

26. Al pedir el consentimiento informado para la participación en la investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el individuo potencial está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En una situación así, el consentimiento informado debe ser pedido por una persona calificada adecuadamente y que nada tenga que ver con aquella relación.

27. Cuando el individuo potencial sea incapaz, el médico debe pedir el consentimiento informado del representante legal. Estas personas no deben ser incluidas en la investigación que no tenga posibilidades de beneficio para ellas, a menos que ésta tenga como objetivo promover la salud de la población representada por el individuo potencial y esta investigación no puede realizarse en personas competentes y la investigación implica sólo un riesgo y costo mínimos.

28. Si un individuo potencial que participa en la investigación considerado incompetente es capaz de dar su asentimiento a participar o no en la investigación, el médico debe pedirlo, además del consentimiento del representante legal. El desacuerdo del individuo potencial debe ser respetado.

29. La investigación en individuos que no son capaces física o mentalmente de otorgar consentimiento, por ejemplo los pacientes inconscientes, se puede realizar sólo si la condición física/mental que impide otorgar el consentimiento informado es una característica necesaria de la población investigada. En estas circunstancias, el médico debe pedir el consentimiento informado al representante legal. Si dicho representante no está disponible y si no se puede retrasar la investigación, el estudio puede llevarse a cabo sin consentimiento informado, siempre que las razones específicas para incluir a individuos con una enfermedad que no les permite otorgar consentimiento informado hayan sido estipuladas en el protocolo de la investigación y el estudio haya sido aprobado por un comité de ética de investigación. El consentimiento para mantenerse en la investigación debe obtenerse a la brevedad posible del individuo o de un representante legal.

30. Los autores, directores y editores todos tienen obligaciones éticas con respecto a la publicación de los resultados de su investigación. Los autores tienen el deber de tener a la disposición del público los resultados de su investigación en seres humanos y son responsables de la integridad y exactitud de sus informes. Deben aceptar las normas éticas de entrega de información. Se deben publicar tanto los resultados negativos e inconclusos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiamiento, afiliaciones institucionales y conflictos de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

### C. PRINCIPIOS APLICABLES CUANDO LA INVESTIGACION MEDICA SE COMBINA CON LA ATENCION MEDICA

31. El médico puede combinar la investigación médica con la atención médica, sólo en la medida en que tal investigación acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico y si el médico tiene buenas razones para creer que la participación en el estudio no afectará de manera adversa la salud de los pacientes que toman parte en la investigación.

32. Los posibles beneficios, riesgos, costos y eficacia de toda intervención nueva deben ser evaluados mediante su comparación con la mejor intervención probada existente, excepto en las siguientes circunstancias:

- El uso de un placebo, o ningún tratamiento, es aceptable en estudios para los que no hay una intervención probada existente.

- Cuando por razones metodológicas, científicas y apremiantes, el uso de un placebo es necesario para determinar la eficacia y la seguridad de una intervención que no implique un riesgo, efectos adversos graves o daño irreversible para los pacientes que reciben el placebo o ningún tratamiento. Se debe tener muchísimo cuidado para evitar abusar de esta opción.

33. Al final de la investigación, todos los pacientes que participan en el estudio tienen derecho a ser informados sobre sus resultados y compartir cualquier beneficio, por ejemplo, acceso a intervenciones identificadas como beneficiosas en el estudio o a otra atención apropiada o beneficios.

34. El médico debe informar cabalmente al paciente los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del paciente a participar en una investigación o su decisión de retirarse nunca debe perturbar la relación médico-paciente.

35. Cuando en la atención de un enfermo las intervenciones probadas han resultado ineficaces o no existen, el médico, después de pedir consejo de experto, con el consentimiento informado del paciente o de un representante legal autorizado, puede permitirse usar intervenciones no comprobadas, si, a su juicio, ello da alguna esperanza de salvar la vida, restituir la salud o aliviar el sufrimiento. Siempre que sea posible, tales intervenciones deben ser investigadas a fin de evaluar su seguridad y eficacia. En todos los casos, esa información nueva debe ser registrada y, cuando sea oportuno, puesta a disposición del público.

**ANEXO 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL CONTADOR GEIGER MÜLLER RADIATION ALERT INSPECTOR EXP.**

**CERTIFICATE OF CONFORMANCE**

 **S.E. International, Inc.**  
P.O. Box 39, 436 Farm Rd. Summertown, TN 38483  
1.800.293.5759 | Fax: 1.931.964.3564  
www.seintl.com | radiationinfo@seintl.com

This is to certify that this instrument was manufactured using the standards of MIL-45208-A, and that the instrument was tested using standards whose accuracies are traceable to the National Institute of Standards and Technology. The accuracy is typically  $\pm 15\%$  of reading relative to Cs137. This Electronic Calibration complies with ANSI-Z-540.

This certificate warrants that the factory calibration is valid for 12 months from the date placed in service. If you would like to receive a notice for annual calibration service, please fill out the calibration database form in the back of the operation manual and send it to the address above.

**NOTICE:** \* The "Due Date of Recalibration" may be established (by the customer) by adding the "Cal Interval" to the "Date (the instrument) is Placed in Service" (Battery Installed).

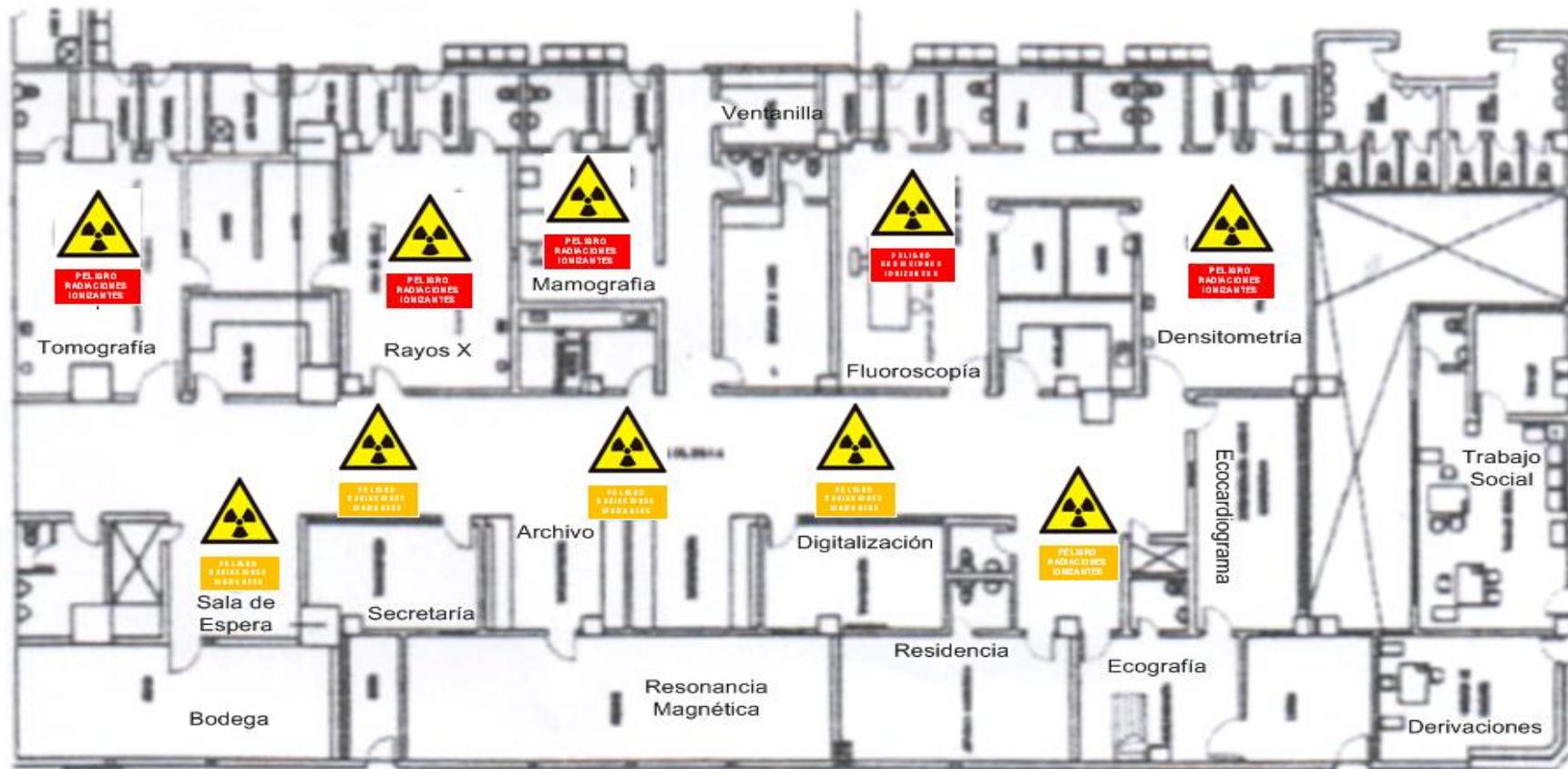
\* Date Placed in Service: \_\_\_\_\_  
\* Due Date of Recalibration: \_\_\_\_\_

Respectfully  
Submitted by:  
Robbin Cramer  
Quality Assurance

(Place sticker on instrument)

_____ <b>DATE PLACED IN SERVICE</b>
_____ <b>CALIBRATION DUE DATE</b>

**ANEXO 6: DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS CONTROLADAS Y SUPERVISADAS DEL SERVICIO DE RADIOLOGÍA.**



**ANEXO 7: EQUIVALENCIA EN PLOMO DE VARIOS MATERIALES  
PARA BLINDAJES DE RAYOS X.**

Material	Densidad del material (Kg.m <sup>-3</sup> )	Espesor del material (mm)	Equivalencia en mm de plomo según los kV aplicados			
			50	75	100	150
Ladrillo de arcilla	1.600	100	0,6	0,8	0,9	0,8
		200	1,4	1,7	1,9	1,7
		300	2,2	2,7	3,1	2,6
		400	—	3,8	4,5	3,7
		500	—	—	—	4,8
Hormigón o yeso baritado	3.200	10	0,9	1,5	1,8	0,9
		20	1,8	2,7	3,3	1,8
		25	2,3	3,3	4,0	2,2
		50	—	—	—	4,3
		75	—	—	—	5,9
		100	—	—	—	--
		125	—	—	—	--
Acero	7.800	1	—	0,1	0,2	0,1
		2	—	0,3	0,3	0,2
		3	—	0,5	0,5	0,3
		4	—	0,7	0,7	0,4
		5	—	0,9	0,9	0,5
		10	—	—	—	0,9
		20	—	—	—	1,7
		30	—	—	—	2,5
		40	—	—	—	3,3
		50	—	—	—	4,0

## ANEXO 8: CÁLCULO DE BLINDAJES.

### CÁLCULO DE BLINDAJES

Para el cálculo de blindajes de una sala de radiodiagnóstico, es necesaria la determinación de los siguientes factores:

#### W: Carga de trabajo.

Se define por el cociente

$$W = \frac{I \times t_i}{t} \left( \frac{\text{mA} \times \text{min}}{\text{sem}} \right)$$

donde:

- I es la intensidad de corriente en mA.
- $t_i$  es el tiempo de emisión de radiación en el intervalo I (generalmente se considera  $t = 1$  semana).
- Si se utilizan distintos valores de I, se suman todos los productos de cada I por su tiempo I, correspondiente.

#### Observaciones importantes:

1. Para cada valor de kVp le corresponderá una carga de trabajo diferente como puede deducirse de los ejemplos de la tabla 2. Los valores de dicha tabla son generalmente superiores a los que se encuentran en la práctica, pero sirven como hipótesis de cálculo conservadoras.

Una carga de trabajo doble que lo real puede requerir únicamente unas décimas de plomo más. Por ejemplo: a 100 kVp una duplicación de la carga de trabajo requiere sólo 0,25 mm de Pb. Por tanto resulta más práctico asumir valores normalizados o redondeados por exceso para las cargas de trabajo, que hacer un balance detallado de todas las exploraciones, que además tendrán muchas incertidumbres de todos modos.

2. No es necesario considerar en el cálculo las cargas de trabajo a todas las tensiones, como se deduce de los siguientes ejemplos.
  - 2.1. Al atravesar una barrera de 1,5 mm Pb la radiación de 75 kVp se atenúa 25 veces más que la de 100 kVp. Si la barrera es de 2 mm de Pb, en lugar de 25 será 75 veces más.  
Por tanto, en general, las cargas de trabajo a 75 kVp se pueden despreciar frente a las de 100 kVp, a efectos de cálculo de blindaje.
  - 2.2. La radiación de 100 kVp se atenúa 2,5 veces más que a 150 kVp, es decir, si se utilizan los dos valores kVp, la W de 100 kVp contribuye como W/2,5 frente a la de 150 kVp.
  - 2.3. Todo lo indicado anteriormente sirve para simplificar fuertemente los cálculos, y permite en la práctica tomar únicamente las tensiones más altas que se utilicen, redondeando por exceso para tener en cuenta las pequeñas contribuciones de las cargas de trabajo de otras tensiones inferiores.

#### U: Factor de uso

Es la fracción de la carga de trabajo para la cual el haz útil está dirigido hacia el lugar considerado a proteger.

El factor de uso para barreras primarias en instalaciones de radiodiagnóstico sería:

Suelo:	U = 1
Paredes:	U = 1/4
Techo:	U = el requerido para barreras secundarias.

El factor de uso para barreras secundarias es normalmente 1.

En general, los blindajes para el techo están determinados por los requerimientos para barreras secundarias, ya que el factor de uso es generalmente bajo.

## T: Factor de ocupación

Es el factor por el cual hay que multiplicar la carga de trabajo para tener en cuenta el grado de ocupación relativo de la zona considerada a proteger.

Las zonas se clasifican en:

- Zonas de ocupación total:  $T = 1$
- Zonas de ocupación parcial:  $T = 1/4$
- Zonas de ocupación ocasional:  $T = 1/16$

El factor de ocupación para áreas ocupadas por personal profesionalmente expuesto es 1.

El factor de ocupación para áreas ocupadas por miembros del público sería:

Ocupación total:  $T = 1$ . Áreas de trabajo, laboratorios, oficinas, despachos, talleres, tiendas, conserjerías, zonas de recepción y pasillos anchos que permitan colocar mesas o mostradores, cuartos oscuros, viviendas, zonas infantiles, etc.

Ocupación parcial:  $T = 1/4$ . Pasillos estrechos, salas de espera, aparcamientos, ascensores con operador, etc.

Ocupación ocasional:  $T = 1/16$ . Exteriores, aseos, escalera, ascensores automáticos, etc.

En aquellos casos en que  $U \times T$  sea muy pequeño se recomienda tomar para dicho producto el valor 0,1.

**El rendimiento ( $\Gamma$ )** utilizado en esta guía es la dosis equivalente (mSv) que produce un haz a 1 m de distancia, por cada mA x min de carga. Se expresa por tanto en:

$$\frac{\text{mSv} \times \text{m}^2}{\text{mA} \times \text{min}}$$

y depende de la tensión, forma de onda (monofásica, trifásica y tensión constante) y de la filtración. En la figura 1 se proporcionan valores aproximados para este coeficiente. (Tomado de la norma DIN 6812)

Para cada caso concreto el "término fuente" podemos definirlo como  $\Gamma \times W \times U$  y representa la dosis equivalente que se recibiría a 1 m en las condiciones de trabajo (W y U) de dicho caso concreto.

## CALCULO DEL ESPESOR DE LAS BARRERAS DE PROTECCION

Según el método aludido en el apartado 4.2.2. a) de esta guía.

### a.1) CALCULO DE BARRERAS PRIMARIAS

Los pasos de cálculo lógicos son:

- Determinar el término fuente.
- Determinar a partir de éste, la dosis equivalente que se recibiría en el lugar a proteger si no hubiera blindaje. Es decir:

$$H = \frac{\Gamma \times W \times U \times T}{d^2} \left( \frac{\text{mSv}}{\text{sem}} \right) \quad \text{donde } d \text{ es la distancia entre el foco del tubo y la zona a proteger.}$$

- Fijar el tope de dosis semanal al otro lado del blindaje:  $H_s$  (mSv/sem).
- Determinar el factor de atenuación (A) que debe tener la barrera. Este factor se define como el cociente entre la dosis H y  $H_s$ , es decir entre las que habría sin blindaje y con éste. La inversa del factor de atenuación es el de transmisión (T).

El factor de atenuación se calcula por tanto así:

$$A = \frac{\Gamma \times W \times U \times T}{d^2 \times H_s}$$

- Una vez conocido el factor de atenuación, y utilizando las curvas de la figura 2, se deduce el espesor de plomo. Con la tabla 3 del Apéndice se puede asimismo deducir el espesor equivalente para otros materiales distintos del plomo.

#### a.2) CÁLCULO DE BARRERAS SECUNDARIAS

Para proteger las zonas sobre las que no puede incidir el haz de radiación directo, pasa a ser dominante el efecto de la radiación parásita, compuesta por la dispersa y la de fuga a través de la carcasa del tubo de rayos X.

Para calcular la acción combinada de ambas es aceptable el siguiente procedimiento simplificado:

- Se calculan los espesores del blindaje frente a radiación dispersa y de fuga por separado como si sólo existiera una de las dos.
- Se considera el mayor de los dos espesores obtenidos y se calcula la contribución de la otra dosis a través del espesor mayor.
- Si esta contribución es menor de 1/10 que la de la primera, se desprecia la de menor contribución frente a la mayor.
- Si dicha contribución es del mismo orden de magnitud, no se debe despreciar ninguna de las dos; lo que debe hacerse es reducir la dosis total en un factor 2, lo cual se consigue añadiendo, por simplificar, una capa semirreductora frente a radiación de fuga, que es la más penetrante de las dos.

Se explica a continuación un procedimiento aceptable para calcular los dos espesores frente a radiación dispersa y de fuga (según el punto i).

#### i.1) Procedimiento de cálculo de barreras frente a radiación dispersa.

El método de cálculo es conceptualmente igual que el de radiación directa, pero con las siguientes salvedades:

- El factor de uso ha de ser  $U = 1$ , como ya se indicó.
- El "término fuente"  $\Gamma \times W \times U$  se sustituye por

$$\frac{\Gamma \times W \times a \times S}{d_p^2 \times 400} \left( \frac{\text{mSv} \times \text{m}^2}{\text{sem}} \right)$$

donde:

- $a$  = Factor de dispersión, que con el fin de simplificar puede considerarse igual a 0.002, para un tamaño de campo de 400 cm<sup>2</sup> sobre la piel del paciente.
- $S$  = Superficie real en cm<sup>2</sup> del haz (promedio) tomado sobre el paciente.
- $d_p$  = Distancia del foco del tubo de rayos X al paciente (ya que se considera a éste como principal fuente de dispersión).

A partir de este valor en mSv/semana a 1 m de distancia se sigue el procedimiento de cálculo igual que para el haz directo. La fuente de radiación es ahora el centro de la superficie de entrada del haz en el paciente, y se ha de tomar una distancia secundaria ( $d_s$ ) desde dicho centro hasta la zona a proteger. Es válida la ley del inverso del cuadrado de la distancia, a pesar de que no se trata de una fuente puntual, siempre que la distancia ( $d_s$ ) sea superior a cinco veces el mayor lado del haz de radiación.

El factor de atenuación para radiación dispersa resulta ser:

$$F = \frac{\Gamma \times W \times T \times a \times S}{d_p^2 \times d_s^2 \times 400 H_u}$$

Las curvas de atenuación a utilizar son las mismas que para el haz directo, lo cual representa un criterio conservador ya que en realidad la energía de los fotones dispersados es inferior a la de los fotones del haz directo.

**TABLA 2**

**Cargas de trabajo semanales para cálculo de barreras en Radiodiagnóstico  
(Tomadas de DIN-6812)**

Los siguientes valores son orientativos y superiores a los que generalmente se encuentran en la práctica y suponen hipótesis de cálculo conservadoras. (Sin embargo el blindaje que requieren aumenta en mucha menor proporción que el aumento de carga de trabajo, como ya se indicó en Observación 1.ª del apartado 4.2.2).

	Tensión (kVp)	Carga semanal (mA.min/sem)	
1. Equipos para Radiografía (sin Radioscopia)	100	160	
	125	80	
	150	40	
2. Equipos con Radioscopia	hasta 110 kVp	Mesas con tubo de Rx debajo	1.200
		Mesas con tubo de Rx encima (ej.: Telemandos)	3.000
3. Mamógrafos	hasta 50	2.000	
4. Tomografía Computarizada (corresponde a 1.000 cortes por semana con 300 mA.s/corte)	120	5.000	
5. Equipos de Radiografía Dental	60	4	
6. Equipos de Radiografía Dental Panorámica	65	200	

**FIGURA 1**

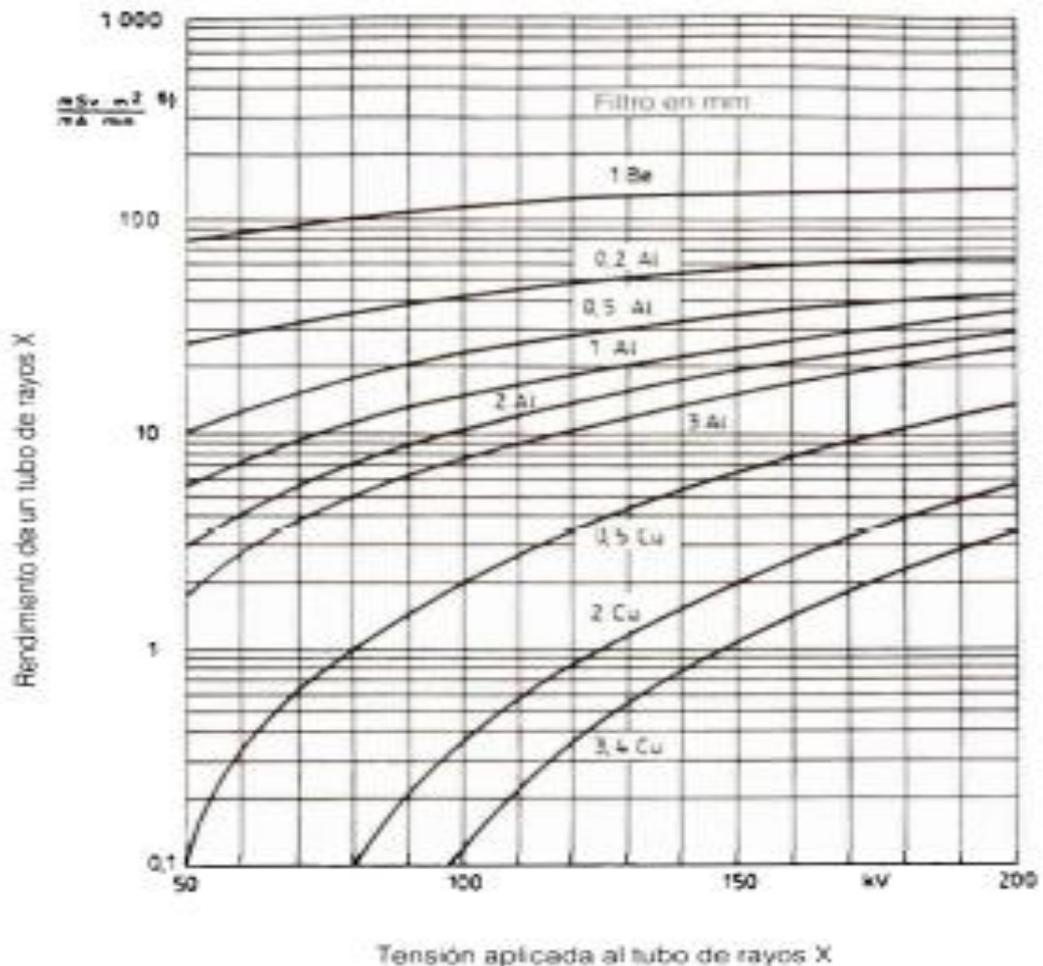
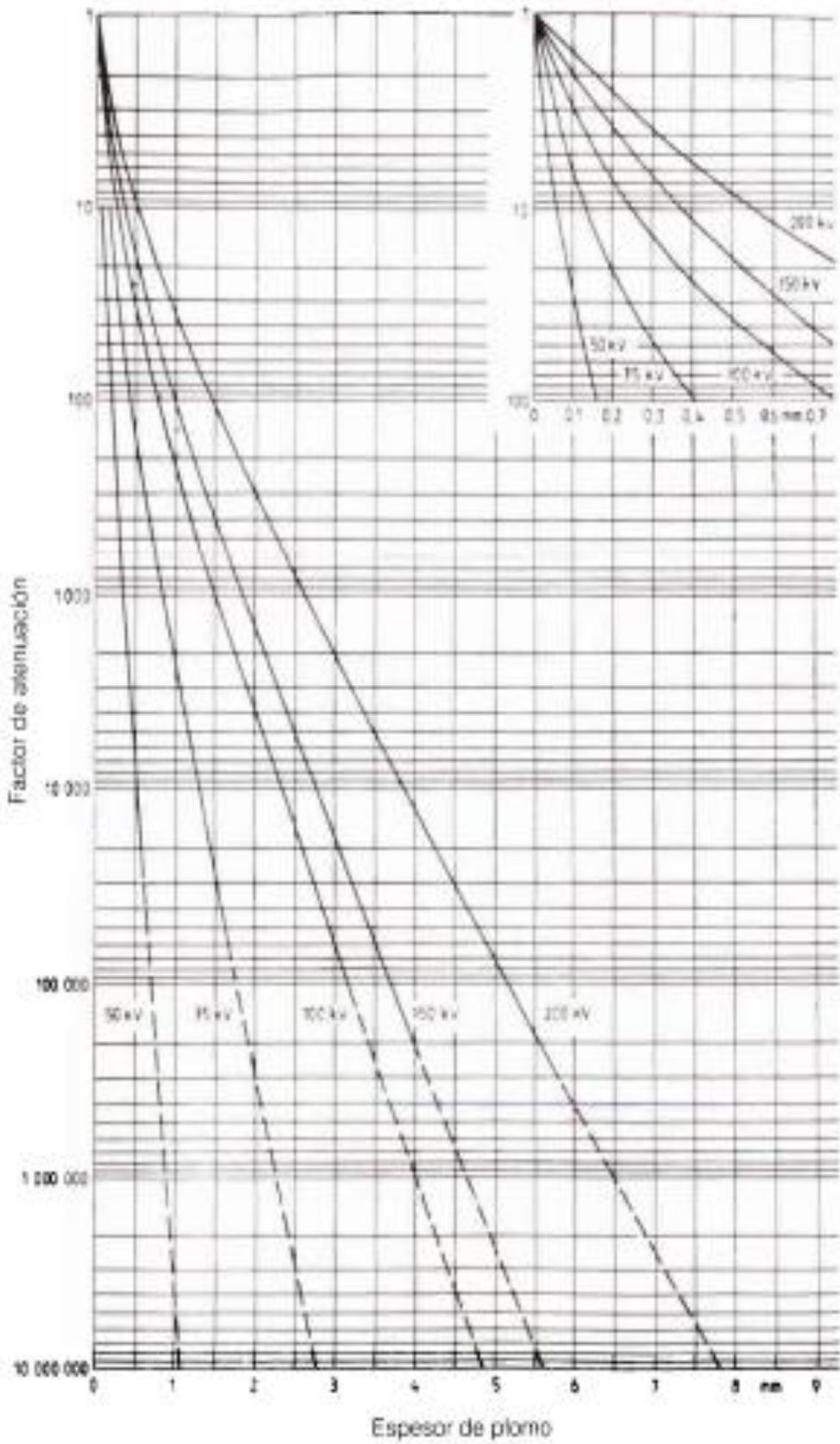


FIGURA 2



## ANEXO A1: REQUISITOS PARA OBTENCIÓN Y RENOVACIÓN DE LICENCIAS PROFESIONALES.



Ministerio de Electricidad  
y Energía Renovable



### FICHA DEL SERVICIO

Nombre del Servicio:	Emisión de Licencias Personales de Seguridad Radiológica		Código:	MEER-SCAN-GS-001
Descripción del Servicio:	La Licencia Personal de Seguridad Radiológica (Licencia Ocupacional) es el único documento que autoriza a una persona a operar y/o manipular fuentes de radiación ionizante (equipos de rayos X y/o fuentes radiactivas)			
Institución:	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable			
Tipo:	Servicio Público			
Cargo del responsable:	Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares			
Propósito:	Asegurar que el personal que trabaja con radiaciones ionizantes está debidamente capacitado en materia de seguridad radiológica, conoce sus riesgos y la forma de protegerse a sí mismo, a los pacientes, público en general e incluso al medio ambiente			
Entradas:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulario de solicitud de licencia personal con fotografía actualizada.</li> <li>2. Copia de cédula de Identidad y papeleta de votación (pasaporte para extranjeros).</li> <li>3. Copia de título Profesional y Especialización acreditado por el SENESCYT.</li> <li>4. Copias de certificados o Diplomas de Cursos formales de Capacitación en el área específica de trabajo en el que está solicitando la licencia (la duración dependerá de la Práctica de aplicación).</li> <li>5. Certificado de trabajo bajo supervisión (para personal técnico no profesional).</li> <li>6. Análisis clínicos de sangre, recientes. (validez tres meses): Biometría hemática y recuento de plaquetas.</li> <li>7. Certificado médico actualizado basado en análisis clínicos (validez tres meses).</li> <li>8. Certificado psicológico para personal que trabaja con fuentes radioactivas y prácticas Categoría I.</li> <li>9. Copia del certificado de asistencia al Curso Básico de Protección Radiológica en la práctica solicitada (validez un año) ó pago del derecho del examen.</li> <li>10. Haber aprobado la evaluación sobre Protección Radiológica y</li> <li>11. Cancelar el valor del trámite</li> </ol>			
Salidas:	Licencia Personal de Seguridad Radiológica (Licencia Ocupacional)			
Marco legal del Servicio:	Ley de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Reglamento de Seguridad Radiológica y Decreto de fusión de la CEEA al MEER Normas Básicas Internacionales de Seguridad Radiológica (OIEA) Principios Fundamentales de Seguridad			
Usuario del Servicio:	Personal Ocupacionalmente Expuesto	Categoría:	*Competencia de la Institución. *Regulación.	
Etapas (procesos relacionados del servicio):	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Asistir y aprobar el Curso de Protección Radiológica.</li> <li>* Presentar formulario de solicitud y documentación habilitante</li> <li>* Cancelar el valor correspondiente.</li> </ul>			
Indicadores del Servicio:	Número de licencias personales emitidas			
Fecha de entrada en vigor:	25/03/2008	Fecha de fin:		
Estado del Servicio:	Operación			
Fecha de última actualización:	29/05/2013	Modificado por:	Dra. Nancy Mantilla	

**ANEXO A2: FORMATO DE SOLICITUD EMITIDO POR LA SCAN.**



**FORMULARIO DE SOLICITUD DE LICENCIA PERSONAL**  
**SUBSECRETARÍA DE CONTROL Y APLICACIONES NUCLEARES -SCAN**  
 DIRECCIÓN DE LICENCIAMIENTO Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**Importante:**

- 1.- Lea las indicaciones en la hoja adjunta antes de llenar la presente solicitud.
- 2.- Únicamente se aceptará solicitudes con todos los datos y documentación completa.
- 3.- Tres meses antes de caducar la licencia, iniciar el trámite para su renovación.

Licencia N°. \_\_\_\_\_

**1.- DATOS PERSONALES**

Apellidos:										<b>Fotografía actualizada</b>		
Nombres:												
Cédula (Pasaporte):							Sexo	M	<input type="checkbox"/>		F	<input type="checkbox"/>
Provincia:						Ciudad:						
Dirección:												
Teléfono:						Fax:						
E-mail:												

**2.- INSTITUCIÓN DE TRABAJO**

Nombre o Razón Social (Como indica en el RUC):									
Tipo: Estatal <input type="checkbox"/>					Privada <input type="checkbox"/>				
Provincia:					Ciudad:			Teléfono:	
Dirección:						e-mail:			
Departamento de Trabajo:									
Horas de Trabajo por semana									
Otra Institución: Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					Nombre o razón social:				
Horas de Trabajo por semana en la otra institución:					Teléfono:			e-mail:	

### 3.- FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

#### 3.1.- ESTUDIOS PROFESIONALES

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	CIUDAD	PAÍS

#### 3.2.- CURSOS, SEMINARIOS, CONGRESOS RELACIONADOS AL ÁREA DE TRABAJO

CURSO - EVENTO	FECHA	DURACIÓN (HORAS)

#### 3.3.- EXPERIENCIA PROFESIONAL EN EL ÁREA

Período de tiempo utilizando Radiaciones Ionizantes: _____
---

#### 4.- DESCRIPCIÓN DE SUS FUNCIONES ACTUALES (No especificar el cargo)


#### 5.- EQUIPO (S) QUE OPERA

Tipo: Diagnóstico, Terapia, Industria, Otro. (Especificar)	Kvp Máximo	mA. Máximo	Propósito de uso

**6.- RADIOISÓTOPO (S) QUE UTILIZA**

Nombre del Radioisótopo	Tipo de fuente		Propósito de uso	ACTIVIDAD / PRÁCTICA (mCi)	No. PRÁCTICAS / MES
	Abierta	Sellada			

**7.- DOSIMETRÍA PERSONAL**

Tipo:	TLD ( )	Film ( )	Lapicera ( )	Otra ( )
-------	---------	----------	--------------	----------

**DECLARACIÓN:**

El/la que suscribe, declara que los datos y la información consignados en la presente solicitud y sus hojas adicionales son verdaderos y correctos, que conoce las normativas aplicables vigentes y que se obliga a comunicar de inmediato todo cambio que se produzca respecto de los mismos.

Fecha de Presentación en la SCAN		
Día	Mes	Año

Nombre y Apellido: _____
Firma del Solicitante

Firma del Responsable de recepción:
-------------------------------------

Fecha de recepción:
_____

**ANEXO B1: FORMATO DE SOLICITUD PARA INSTALACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RAYOS X EMITIDO POR LA  
SCAN.**

	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable				
<b>FORMULARIO DE SOLICITUD DE LICENCIA INSTITUCIONAL PARA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RX</b> SUBSECRETARIA DE CONTROL Y APLICACIONES NUCLEARES -SCAN DIRECCIÓN DE LICENCIAMIENTO Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA					
<b>Importante:</b> 1.- Lea las indicaciones en la hoja adjunta antes de llenar la presente solicitud. 2.- Únicamente se aceptará solicitudes con todos los datos y documentación completa. 3.- Tres meses antes de caducar la licencia, iniciar trámites para su renovación.					
Licencia N°. (Uso exclusivo de la SCAN): _____					
<b>1.- DATOS DEL SOLICITANTE:</b>					
Nombre o Razón Social (Como indica en el RUC): _____					
Representante Legal:		Profesión:			
Tipo: Estatal ( )	Privada ( )				
Dirección de la empresa:		RUC:			
Provincia:	Ciudad:	Teléfono:			
Fax:	Correo electrónico:				
<b>2.- PERSONAL EXPUESTO A LAS RADIACIONES IONIZANTES</b>					
Cédula de identidad o pasaporte	Apellidos y Nombres Completo	Licencia Personal		Dosimetría Personal	
		Número	Caducidad	Tipo	Proveedor
NOTA.- Aumentar hojas adicionales con información del personal, de ser necesario.					
<b>3.- ACTIVIDADES SOLICITADAS POR LA EMPRESA</b>					
Venta					
Asistencia técnica: (mantenimiento preventivo - correctivo)					
Actividades Complementarias a la Asistencia Técnica		Pruebas de aceptación.			
		Ensayos mínimos para averiguar las causas de anomalías importantes en los equipos de Rayos X.			

4.- CAMPO DE APLICACIÓN:

Dental	Periapical	
	Panorámico	
	Cefalometría	
Veterinario		
Mamografía		
Densitometría ósea		
Radiología general	Convencional	
	Portátil	
Radiología digital		
Radiología Intervencionista (Angiografía)		
Tomografía axial computarizada		
Arco en C		
Aceleradores lineales		
Ciclotrón		
PET		
Medidores Nucleares fijos		
Medidores nucleares portátiles		
Cámara gamma		
Actímetro		
Otros (especificar)		

5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS PARA INSTALACIÓN Y/O DAR MANTENIMIENTO:

Nº de equipo	TIPO	MARCA	MODELO	Nº SERIE
1				
2				
3				
4				

Fecha de calibración:	Institución que calibra	Fecha próxima calibración

**6. VIGILANCIA RADIOLÓGICA**

**a. Dosímetros personales:**

• **LECTURA INDIRECTA:**

Tipo: \_\_\_\_\_ Institución que brinde el servicio: \_\_\_\_\_

No. Autorización: \_\_\_\_\_ Fecha de caducidad: \_\_\_\_\_

Lugar de almacenamiento de los dosímetros: \_\_\_\_\_

• **LECTURA DIRECTA:**

Tipo: \_\_\_\_\_ Disponible: \_\_\_\_\_

**DECLARACIÓN:**

El/la que suscribe, declara que los datos y la información consignados en la presente solicitud y sus hojas adicionales son verdaderos y correctos, que conoce las reglamentaciones aplicables vigentes y que se obliga a comunicar de inmediato todo cambio que se produzca respecto de los mismos.

Fecha de Presentación en la SCAN		
Día	Mes	Año

Nombre y Apellido: _____
Firma del Solicitante

Firma del Responsable de recepción:
-------------------------------------

Fecha de recepción:
---------------------



**REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN Y/O RENOVACIÓN DE LA LICENCIA INSTITUCIONAL  
PARA INSTALACIÓN Y/O MANTENIMIENTO**

1. Formulario de solicitud de licencia de mantenimiento, debidamente lleno.
2. Copia del RUC.
3. Copia del Nombramiento del Responsable Legal de la Empresa o Institución y su aceptación.
4. Inventario de los equipos que la Institución posee para realizar sus actividades de mantenimiento.
5. Copia de la licencia personal de seguridad radiológica para instalación y mantenimiento vigente.
6. Certificado de capacitación en mantenimiento de equipos embores de radiaciones ionizantes
7. Record dosimétrico de los últimos 4 años de cada persona expuesta a las radiaciones ionizantes.
8. Certificado de calibración vigente de los detectores de radiación y equipos utilizados para realizar las diferentes pruebas durante el mantenimiento.
9. Manual de Operación Normal y en caso de Emergencias Radiológicas.
10. Manual de procedimientos a utilizarse para la instalación y/o mantenimiento.
11. Inspección de Seguridad Radiológica.
12. Cumplimiento de las disposiciones y recomendaciones emitidas en el informe de inspección de seguridad radiológica.
13. En caso de renovación presentar licencia original anterior.
14. Una vez cumplidos los requisitos anteriores se procederá a emitir la orden de pago del costo respectivo de la Licencia.

Quien ejerza la representación legal de la Institución es el responsable ante la ley por los trámites, funcionamiento, personal, accidentes y demás situaciones que se pudieren producir. Además es responsable del licenciamiento de su personal, su protección y de la idoneidad de sus empleados.

**Información adicional, favor dirigirse a:  
SUBSECRETARIA DE CONTROL Y APLICACIONES NUCLEARES  
Dirección de Licenciamiento y Protección Radiológica**

<b>Quito:</b>	José Tamayo 10-23 y Lizardo García. PBX 3976000 e-mail: scan.ujio@meer.gob.ec
<b>Guayaquil:</b>	9 de Octubre 411 y Chile, Edif. Pasaje Valco (8º piso) Teléfono: 0997299753 e-mail: scan.gye@meer.gob.ec
<b>Cuenca:</b>	Luis Cordero N° 521 y Honorato Vásquez Teléfono: 072 833447 FAX 072 826171 e-mail: scan.cue@meer.gob.ec

Recuerde que el envío de este formulario a la Autoridad Reguladora es condición NECESARIA pero NO SUFICIENTE para dar por iniciado el trámite.

## ANEXO B2: FORMATO DE SOLICITUD PARA USO DE EQUIPOS DE RAYOS X EMITIDO POR LA SCAN.



**FORMULARIO DE SOLICITUD DE LICENCIA INSTITUCIONAL PARA EL USO DE RAYOS X**  
**SUBSECRETARIA DE CONTROL Y APLICACIONES NUCLEARES - SCAN**  
**DIRECCIÓN DE LICENCIAMIENTO Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

**Importante:**

- 1.- Lea las indicaciones en la hoja adjunta antes de llenar la presente solicitud.
- 2.- Únicamente se aceptará solicitudes con todos los datos y documentación completa.
- 3.- Tres meses antes de caducar la licencia, iniciar el trámite para su renovación.

Licencia N°. (Uso exclusivo de la SCAN): \_\_\_\_\_

**1.- DATOS DEL SOLICITANTE:**

Nombre o Razón Social (Como indica en el RUC):			
Representante Legal:		Profesión:	
Tipo: Estatul ( )		Privada ( )	
Dirección:			RUC:
Provincia:	Ciudad:	Teléfono:	
Fax:	e-mail:		

**2.- INFORMACIÓN DEL DEPARTAMENTO:**

Nombre del Departamento:		
Director o responsable:		
Fecha de inicio de operación de la instalación:		
Teléfono:	Extensión:	Fax:
Dirección (si es diferente a la ya indicada anteriormente):		
Horario de trabajo:		

**3.- PERSONAL EXPUESTO A LAS RADIACIONES IONIZANTES**

Cédula de identidad o pasaporte	Apellidos y Nombres Completos	Licencia Personal		Dosimetría Personal	
		Número	Caducidad	Tipo	Proveedor

NOTA.- Aumentar hojas adicionales con información del personal, de ser necesario.

**4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS:**

**4.1.- Equipos asociados: (Ej. Rx médico convencional, médico portátil, mamografía, tomografía, etc.)**

Nº de equipo	TIPO	MARCA	MODELO	Nº DE SERIE	AÑO de fabricación
1					
2					
3					
4					
5					

**4.2.- Tubos de rayos X**

Corresponde a Nº equipo	TIPO	MARCA	MODELO	Nº DE SERIE	AÑO de fabricación
1					
2					
3					
4					
5					

**4.3.- Datos del Proveedor o importador de los equipos generadores de radiaciones ionizantes**

Nombre de la empresa	Dirección	País	e-mail	Persona de contacto

**4.4.- Datos del proveedor del servicio de mantenimiento y/o control de calidad**

Nombre de la empresa	Servicio prestado (instalación, mantenimiento / control de calidad)	Periodicidad	Contrato vigente hasta	Persona de contacto

**5.- RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA CON LICENCIA PERSONAL:**

Designación de la persona directamente responsable por la Seguridad Radiológica de la instalación o de la práctica objeto de la presente solicitud, sin perjuicio ni desmedro de la responsabilidad del solicitante.

Apellidos y Nombres:	
C.I. o pasaporte:	Profesión:
No. Licencia :	Fecha de caducidad:
Domicilio particular – Dirección:	
Ciudad:	Provincia:
Teléfono:	Fax:
Correo electrónico:	

**6.- MEDIDAS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA.-** Describa en forma sencilla las principales medidas adoptadas para protegerse de las radiaciones ionizantes, en los siguientes casos:

**6.1 Durante la operación normal:**


**6.2 En casos de emergencias radiológicas (ej.: irradiación de mujer embarazada, POE supera niveles de investigación, etc.)**


**6.3.- Descripción de los materiales para protección:**

Descripción	Cantidad	Especificaciones
Mandil plomado		
Protector de tiroides		
Protector de gónadas		
Faldita plomada (mamografía)		
Gafas plomadas		
Guantes plomados		
Protección para pacientes		
Biombo plomado:		
Otros (especificar):		

7. VIGILANCIA RADIOLÓGICA

a. Dosímetros personales:

• LECTURA INDIRECTA:

Tipo: \_\_\_\_\_ Institución que brinda el servicio: \_\_\_\_\_

No. Autorización: \_\_\_\_\_ Fecha de caducidad: \_\_\_\_\_

Lugar de almacenamiento de los dosímetros: \_\_\_\_\_

8.- DIAGRAMA DE LAS ÁREAS EN LAS QUE SE ENCUENTRAN LOS EQUIPOS DE RAYOS X INDICANDO LAS ZONAS COLINDANTES EN DETALLE (puede anexas un mapa de ubicación o plano de la instalación).

DECLARACION:

El/la que suscribe, en su carácter de Representante Legal del solicitante indicado en párrafo No. 1, declara que los datos y la información consignados en la presente solicitud y sus hojas adicionales son verdaderos y correctos, que conoce las reglamentaciones aplicables vigentes y que se obliga a comunicar de inmediato todo cambio que se produzca respecto de los mismos.

Recuerde que:

1. Los inspectores de Seguridad Radiológica podrán inspeccionar la institución sin previo aviso.
2. La SCAN sancionará todas las irregularidades e incumplimientos de acuerdo a la reglamentación y leyes vigentes.

Representante Legal	
Apellidos:	
Nombres:	
Cédula (Pasaporte):	
Cargo:	
Teléfono:	Fax:
e-mail:	
Firma:	

Profesional Responsable	
Apellidos:	
Nombres:	
Cédula (Pasaporte):	
PROFESION:	
Teléfono:	Fax:
e-mail:	
Firma:	

Lugar y fecha de presentación: \_\_\_\_\_

Firma del Responsable de recepción:

Fecha de recepción:



**INDICACIONES GENERALES:**

1. Llene la solicitud utilizando un computador o letra legible, anotando toda la información que se señala en cada ítem.
2. Incluya únicamente datos y documentación que estén relacionados con el área de trabajo. (Radiaciones Ionizantes).
3. De ser necesario complete la información requerida adjuntando hojas y/o documentos adicionales.
4. Utilice un sello institucional junto a las firmas que se soliciten.

**Consideraciones importantes:**

1. La Licencia se extiende a cada Departamento por separado, por lo que cada Departamento debe presentar una solicitud independiente.
2. Lea detenidamente la declaración de la Institución. Suministrar datos falsos puede dar lugar a sanciones en base a la Ley y Reglamento de Seguridad Radiológica y a otros a que hubiere lugar.
3. La Licencia Institucional se otorga cuando:
  - a. La Institución cumple con los requisitos de Seguridad Física y Protección Radiológica y las disposiciones y recomendaciones hechas por la SCAN, luego de una Inspección, de acuerdo a los plazos señalados.
  - b. Todo el personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes presente su respectiva licencia personal vigente.
  - c. Presente copia de la licencia vigente del médico radiólogo o médico especialista responsable de la interpretación de resultados y de la seguridad radiológica de la instalación.
  - d. Presentar copia del RUC
  - e. En caso de renovación presentar licencia original anterior.
  - f. Se solventen las observaciones hechas por la Autoridad Reguladora.
4. Quien ejerza la representación legal de la Institución es el responsable ante la ley por los trámites, funcionamiento, personal, accidentes y demás situaciones que se pudieren producir. Además es responsable también del licenciamiento de su personal, su protección y de la idoneidad de sus empleados.

**Información adicional, favor dirigirse a:  
SUBSECRETARIA DE CONTROL Y APLICACIONES NUCLEARES  
Dirección de Licenciamiento y Protección Radiológica**

<b>Quito:</b>	José Tamayo 10-25 y Lizardo García. PBX 3976000 e-mail: scan.uio@meer.gob.ec
<b>Guayaquil:</b>	9 de Octubre 411 y Chile, Edif. Pasaje Valco (8º piso) Teléfono: 0997299793 e-mail: scan.gye@meer.gob.ec
<b>Cuenca:</b>	Luis Cordero N° 321 y Honorato Vásquez Teléfono: 072 835447 FAX 072 826171 e-mail: scan.cue@meer.gob.ec

Recuerde que el envío de este formulario la Autoridad Reguladora es condición **NECESARIA** pero **NO SUFICIENTE** para dar por iniciado el trámite.

**ANEXO C1: SEÑALÉTICA PARA ÁREAS SUPERVISADAS.**



**PELIGRO  
RADIACIONES  
IONIZANTES**

**ANEXO C2: SEÑALÉTICA PARA ÁREAS CONTROLADAS.**



**PELIGRO  
RADIACIONES  
IONIZANTES**

**ANEXO C3: CARTEL DE ADVERTENCIA PARA MUJERES  
EMBARAZADAS.**



**ANEXO D1: FORMATO PARA ELABORAR EL PROGRAMA DE CAPACITACIONES.**

<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ANUAL</b>																	
N°	Capacitaciones Externas	N° de Personas	N° de Horas	Meses												Capacitador/Organismo	
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
	Capacitaciones Internas	N° de Personas	N° de Horas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		

Elaborado por:.....  
 Director del área de radiología

Firma:.....

Aprobado por:.....  
 Director administrativo

Firma:.....

**ANEXO D2: FORMATO PARA LA CONVOCATORIA A  
CAPACITACIONES.**

**CONVOCATORIA**

Estimados compañeros de trabajo, sírvanse asistir a la charla de capacitación del tema: “.....”, que se dictará el día ..... a las ....., en las instalaciones de la empresa.

**NÓMINA**

<b>NOMBRE</b>	<b>CÉDULA</b>	<b>FIRMA</b>

\_\_\_\_\_  
.....  
Director del Área de Radiología



## **ANEXO E1: CARTA DE BIENVENIDA.**

### **BIENVENIDA**

Estimado Compañero (a):

Reciba un Cordial saludo de parte del equipo de Talento Humano del IESS – Hospital General Ambato, nos complace saber que hace parte de nuestra institución y que integra el capital social de nuestra entidad, con su voluntad, experiencia, profesionalismo, y emprendimiento seguiremos trabajando por alcanzar nuestros objetivos, la consecución de las acciones que nos conllevan al cumplimiento de las metas y la proyección institucional que deseamos.

Estamos seguros que gracias a sus capacidades, habilidades, actitudes y competencias y al clima organizacional de nuestra Entidad, crecerá de forma personal y profesional.

Cordialmente,

.....

Director Administrativo

**ANEXO E2: ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN DE REGLAMENTOS,  
PLANES Y PROGRAMAS DE SEGURIDAD.**

**ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS**

Ambato,.....

Estimado compañero de trabajo, sírvase registrar con su firma la entrega de los documentos que se enlistan a continuación:

- Reglamento Interno de Trabajo.
- Reglamento Interno de Trabajo.
- Plan de Emergencia y Evacuación.
- Plan de Vigilancia de la Salud.
- Programa de Protección Radiológica.

Nombre:.....

Cédula:.....

Firma:.....

**ANEXO E3: FORMATO PARA LA ORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE ADIESTRAMIENTO.**

<b>REQUERIMIENTOS GENERALES DEL TRABAJO</b>
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>
Condiciones personales necesarias para la labor:
Elementos de protección personal requeridos:
Preparación del lugar de trabajo antes de comenzar:
Accionamiento de máquinas, equipos y elementos auxiliares (dispositivos de seguridad):
Técnica apropiada para trabajar:
Actuación ante emergencias:
Información de desperfectos detectados durante la jornada de trabajo:
Sobre la finalización del proceso de trabajo:
Medidas de prevención y cumplimiento de la normativa interna:

**ANEXO E4: FORMATO PARA LA ACREDITACIÓN DE LA  
INDUCCIÓN.**

**IESS – HOSPITAL GENERAL AMBATO  
ACREDITACIÓN DEL PROCESO DE INDUCCIÓN**

Yo.....

con cedula de ciudadanía #.....

Dejo constancia que recibí la inducción de Seguridad y Salud Ocupacional antes de comenzar a realizar mis labores en el área de radiología. Durante la inducción fui instruido en los siguientes temas:

1. Presentación y bienvenida
2. Estructura organizacional de la institución
3. Políticas estratégicas, ambientales y de seguridad.
4. Funciones, derechos, obligaciones, responsabilidades y riesgos del cargo.
5. Riesgos generales, específicos y especiales de la empresa y medidas preventivas.
6. Procedimientos de trabajo

Me comprometo a cumplir todas las normas de seguridad antes citadas y será mi compromiso dar aviso sobre las condiciones y comportamientos inseguros observados dentro del proyecto, con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes, incidentes y enfermedades ocupacionales.

Firma:.....

Fecha:.....

**ANEXO E5: FORMATO PARA EL CONTROL DE LA INDUCCIÓN.**

IESS – HOSPITAL GENERAL AMBATO CONTROL DE INDUCCIÓN		
<p><b>ANTECEDENTES DEL EVALUADOR:</b></p> <p>Nombre:.....</p> <p>Cargo:.....</p>	<p>Fecha:...../...../...../</p> <p>Hora:.....</p>	
<p><b>ANTECEDENTES TRABAJADOR:</b></p> <p>Nombre:.....</p> <p>Sección:.....</p> <p>Fecha de Ingreso:...../...../.....</p>		
ÍTEMS DE EVALUACIÓN	CUMPLE	
	Si	No
1. Conoce la estructura organizativa de la institución.		
2. Conoce las políticas estratégicas, ambientales y de seguridad.		
3. Sabe las funciones de su cargo.		
4. Sabe las obligaciones, derechos y responsabilidades de su cargo.		
5. Identifica los riesgos relativos a su puesto de trabajo.		
6. Conoce las medidas de seguridad impuestas para su puesto de trabajo.		
7. Aplica correctamente los procedimientos de trabajo.		
<p>.....</p> <p>Firma del Trabajador</p>	<p>.....</p> <p>Firma del Evaluador</p>	

**ANEXO F1: ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN DE DOSÍMETROS.**

**ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN DE DOSÍMETROS  
PERSONALES**

Ambato,.....

Estimado compañero de trabajo, sírvase registrar con su firma la entrega de su dosímetro personal etiquetado con su nombre y en perfectas condiciones de funcionamiento.

Nombre:.....

Cédula:.....

Código del dosímetro:.....

Firma:.....

**ANEXO F2: FICHA DE CONTROL DIARIO DE USO DE DOSÍMETROS.**

**CONTROL DE USO DE DOSÍMETROS PERSONALES**

**FECHA:** .....

**HORA:** .....

TÉCNICO RADIÓLOGO NOMBRE	UTILIZA			FIRMA DE ACEPTACIÓN
	SI	NO	USO INADECUADO	

.....  
Jefe Técnico

**ANEXO F3: – FORMATO PARA EL REGISTRO DE FALLAS.**

**REGISTRO DE FALLAS DE DOSÍMETROS**

Fecha	Técnico Responsable	Código del Dosímetro	Detalle del Problema encontrado	Firma

.....  
Jefe Técnico



**V. INFORME MÉDICO INICIAL**

**Datos que debe llenar el médico que atendió al afiliado**

(En caso de no poder llenar esta sección, debe presentar el certificado y/o informes médicos originales, sellados y firmados por el médico o casa de salud en donde fue atendido.)

Lugar de atención:  Fecha de atención:  (dd/mm/aaaa)

Descripción de la enfermedad actual: (Causas, evolución, diagnóstico)


Antecedentes patológicos generales:


Antecedentes patológicos correlacionados con la enfermedad actual:


Unidad médica que informa:

Fecha que emite el informe:  (dd/mm/aaaa)

Nombre del facultativo:

No. Cédula:

No. Código médico:

\_\_\_\_\_  
Firma y Sello

NOTA: Los campos especificados con (\*) deben llenarse de forma obligatoria.

**ANEXO H1: HOJA DE CAMPO PARA EL REGISTRO DE INSPECCIONES DE SEGURIDAD.**

**INSPECCIÓN DE SEGURIDAD EN EL ÁREA DE RADIOLOGÍA**

FECHA:		INSPECTOR:						
#	ÁREA O LUGAR	NO CONFORMIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO INICIO	TIEMPO FINAL	LEVANT. NO CONF.		
						SI	NO	EF
1								
2								
3								
4								
5								

Firma del responsable de la inspección: .....