



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE BIOFÍSICA**

**DISEÑO DE UN MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y  
PROCEDIMIENTOS PARA LOS LABORATORIOS DE LA  
CARRERA DE FÍSICA: TÉCNICAS NUCLEARES Y ÓPTICA.**

**Trabajo de Titulación:**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**BIOFÍSICA**

**AUTOR: EMILIA ABIGAIL BARRERA SÁNCHEZ**

**DIRECTOR: Dr. RICHARD WILLIANS PACHACAMA CHOCA**

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Emilia Abigail Barrera Sánchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Emilia Abigail Barrera Sánchez asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos e ideas de este trabajo de titulación, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. El contenido que posee el presente documento proviene de varias fuentes debidamente citadas y referenciadas.

El Patrimonio Intelectual pertenece a La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de Agosto del 2020



**Emilia Abigail Barrera Sánchez.**  
**Ci: 1804343687**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOFÍSICA**

El Tribunal de la Comisión de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de investigación, **DISEÑO DE UN MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE FÍSICA: TÉCNICAS NUCLEARES Y ÓPTICA**, de responsabilidad de la señorita **Emilia Abigail Barrera Sánchez**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros de Tribunal del trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, quedando autorizada su presentación.

	Firma	Fecha
Mat. Luis Marcelo Cortez Bonilla. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2020-08-13
Dr. Richard Willians Pachacama Choca. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2020-08-13
Ing. Danielita Fernanda Borja Mayorga. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2020-08-13

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos por el apoyo brindado, primordialmente a mis padres quienes han sido los pilares de mi formación, sembrando en mí responsabilidad y deseos de superación. En ellos tengo un reflejo de virtudes que deseo sembrar en mi vida laboral.

Gracias de manera infinita, los amo.

Abigail

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de estudiar, por guiarme a lo largo del camino y darme sabiduría para la culminación de este proyecto de investigación. A mi familia por su esfuerzo diario para ejercer mi carrera y el apoyo brindado.

A los docentes de la carrera de Biofísica, a mi tutor el Doc. Richard Pachacama y a la Ing. Danielita Borja, son quienes contribuyeron con mi formación académica y a la elaboración del mi trabajo de titulación.

Abigail

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
ABREVIATURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	3
1.1. Antecedentes .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	4
1.3. Justificación .....	5
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	6
1.5. Marco teórico .....	6
1.5.1. <i>Bioseguridad</i> .....	6
1.5.2. <i>Seguridad en el laboratorio</i> .....	6
1.5.3. <i>Seguridad laboral</i> .....	7
1.5.4. <i>Acreditación de laboratorios</i> .....	8
1.5.5. <i>Manual de seguridad, riesgos y procedimientos</i> .....	8

<b>1.5.6.</b>	<b>Riesgos</b> .....	<b>8</b>
1.5.6.1.	Riesgo físico.....	8
1.5.6.2.	Riesgo químico.....	9
1.5.6.3.	Riesgo biológico .....	10
1.5.6.4.	Riesgo mecánico .....	10
<b>1.5.7.</b>	<b>Instalaciones</b> .....	<b>11</b>
1.5.7.1.	Laboratorio de técnicas nucleares .....	11
1.5.7.2.	Laboratorio de óptica.....	11
<b>1.5.8.</b>	<b>Clasificación de la Radiación</b> .....	<b>12</b>
1.5.8.1.	Radiación Ionizante .....	12
1.5.8.2.	Radiación No Ionizante .....	12
<b>1.5.9.</b>	<b>Clasificación de la Radiación Ionizante y No Ionizante</b> .....	<b>12</b>
1.5.9.1.	Por su origen.....	13
1.5.9.2.	Tipo de emisión .....	14
1.5.9.3.	Forma de contención.....	14
1.5.9.4.	Radiación Infrarrojas.....	15
1.5.9.5.	Radiación Ultravioletas.....	16
1.5.9.6.	Radiación de luz visible.....	17
1.5.9.7.	Láser .....	17
1.5.9.8.	Peligros del laser .....	19
<b>1.5.10.</b>	<b>Efectos de las radiaciones ionizantes</b> .....	<b>19</b>
1.5.10.1.	Riesgo radiológico .....	19
1.5.10.2.	Enfermedades .....	20
1.5.10.3.	Límite de Dosis .....	20
<b>1.6.</b>	<b>Bases legales</b> .....	<b>21</b>



## CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.</b>	<b>Tipo y método de investigación.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.1.</b>	<b><i>Bibliográfica.....</i></b>	<b>23</b>
<b>2.1.2.</b>	<b><i>Documental.....</i></b>	<b>23</b>
<b>2.1.3.</b>	<b><i>De campo.....</i></b>	<b>23</b>
<b>2.1.4.</b>	<b><i>Método de investigación.....</i></b>	<b>24</b>
<b>2.2.</b>	<b>Procedimientos metodológicos para el desarrollo de la investigación.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1.</b>	<b><i>Población y muestra.....</i></b>	<b>25</b>
<b>2.2.2.</b>	<b><i>Factor de riesgos .....</i></b>	<b>25</b>
<b>2.3.</b>	<b>Métodos técnicos e instrumentos de valoración de riesgos .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1.</b>	<b><i>Método .....</i></b>	<b>26</b>
<b>2.3.2.</b>	<b><i>Instrumentos de medición de equipos.....</i></b>	<b>26</b>
<b>2.3.3.</b>	<b><i>Equipos.....</i></b>	<b>29</b>
<b>2.3.4.</b>	<b><i>Procesamiento de medición.....</i></b>	<b>32</b>

## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.</b>	<b>Evaluación lista de verificación .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.</b>	<b>Evaluación de encuestas.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.</b>	<b>Interpretación de medición de radiación .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.1.</b>	<b><i>Radiación de fondo.....</i></b>	<b>41</b>
<b>3.3.2.</b>	<b><i>Equipos generadores de radiación ionizantes.....</i></b>	<b>42</b>
<b>3.4.</b>	<b>Interpretación de temperatura ambiental .....</b>	<b>42</b>
<b>3.5.</b>	<b>Matriz de riesgo.....</b>	<b>44</b>

<b>3.6. Propuesta .....</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>97</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b>	a. Uso de mandil, b. Uso de mascarilla, c. Protección ocular, d. Uso de guantes, e. Temperatura extrema calor/quemaduras, f. Radiación ionizante. ....	7
<b>Figura 2-1.</b>	a. Factor de ruido b. Factor RI .....	9
<b>Figura 3-1.</b>	Toxicidad por inhalación .....	10
<b>Figura 4-1.</b>	Cortes con objetos .....	11
<b>Figura 5-1.</b>	Fuente natural de Uranio.....	13
<b>Figura 6-1.</b>	Litotriptor .....	13
<b>Figura 7-1.</b>	Tipos de radiaciones .....	14
<b>Figura 8-1.</b>	Acelerador Lineal .....	14
<b>Figura 9-1.</b>	Fuente no sellada Tecnecio .....	15
<b>Figura 10-1.</b>	Lámpara de Mercurio.....	15
<b>Figura 11-1.</b>	Lámpara UV .....	16
<b>Figura 12-1.</b>	Láser He-Ne 633nm.....	17
<b>Figura 13-1.</b>	a. Láser de 4 canales b. Láser clase 3B .....	17
<b>Figura 14-1.</b>	Límite de dosis recomendados en situaciones de exposición planificada.....	21
<b>Figura 1-2.</b>	Detector Gamma scout.....	27
<b>Figura 2-2.</b>	Monitor 4 Geiger müller .....	28
<b>Figura 3-2.</b>	Datalogger MSR 255 .....	29
<b>Figura 4-2.</b>	Medidor de radiación 820/820-L. ....	30
<b>Figura 5-2.</b>	Fuentes radiactivas: a. Estroncio 90 (izquierda) y Sodio 22 (derecha), b. Americio 241, c. Cesio 137.....	30
<b>Figura 6-2.</b>	a. Aparato de Rayos X, b. Anillos de newton con filtros .....	31
<b>Figura 7-2.</b>	a. Láser MGL-532nm-clase 3b, b. Láser de.....	31
<b>Figura 1-3.</b>	Temperatura Ambiental: a. LÓ, b. LTN.....	43
<b>Figura 2-3.</b>	Kit experimento vida media y equipo. Radiactivo con cobra 3.....	67
<b>Figura 3-3.</b>	Configuración experimental para determinar la inductancia a partir de la frecuencia resonante de un circuito oscilatorio.....	70
<b>Figura 4-3.</b>	Representación esquemática del espectroscopio beta que muestra la trayectoria de las partículas contadas.....	72
<b>Figura 5-3.</b>	Calibración del espectrómetro. - relación entre la corriente de la bobina y la energía de partículas seleccionada.....	73

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3.</b>	Existe una señalética sobre riesgo de radiación LTN. ....	36
<b>Gráfico 2-3.</b>	Elementos de protección personal LTN .....	37
<b>Gráfico 3-3.</b>	Capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos LTN. ....	37
<b>Gráfico 4-3.</b>	Hojas de seguridad de equipos LTN.....	38
<b>Gráfico 5-3.</b>	Seguridad en los tomacorrientes LTN. ....	38
<b>Gráfico 6-3.</b>	Señalética sobre riesgo de radiación.....	39
<b>Gráfico 7-3.</b>	Elementos de protección personal LÓ.....	39
<b>Gráfico 8-3.</b>	Capacitación sobre seguridad, .....	40
<b>Gráfico 9-3.</b>	Hojas de seguridad de instrumentos del LÓ. ....	40
<b>Gráfico 10-3.</b>	Conectores de corriente de 110V.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1.</b>	Efectos de las radiaciones láser .....	18
<b>Tabla 1-2.</b>	Interpretación del grado de peligrosidad .....	25
<b>Tabla 2-2.</b>	Especificaciones del equipo Gamma scout.....	27
<b>Tabla 3-2.</b>	Condiciones de temperatura .....	29
<b>Tabla 4-2.</b>	Estado de las fuentes radiactivas .....	30
<b>Tabla 5-2.</b>	Valoración de equipos.....	32
<b>Tabla 1-3.</b>	Listas de verificación de los riesgos físicos LTN. ....	34
<b>Tabla 2-3.</b>	Interpretación del grado de peligrosidad del LÓ y LTN.....	35
<b>Tabla 3-3.</b>	Radiación de fondo ambiental (mSv/h). ....	41
<b>Tabla 4-3.</b>	Medidas realizadas fuentes generadoras de radiación. ....	42
<b>Tabla 5-3.</b>	Matriz de riesgo físico LTN. ....	44
<b>Tabla 6-3.</b>	Kit experimento vida media y equilibrio radiactivo con cobra 3 .....	68

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** ENCUESTAS
- ANEXO B:** CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN GAMMA SCOUT
- ANEXO C:** CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DETECTOR DE RADIACIÓN
- ANEXO D:** DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DATALOGGER
- ANEXO E:** LISTA DE VERIFICACIÓN
- ANEXO F:** MATRIZ DE RIESGOS FÍSICOS
- ANEXO G:** EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS
- ANEXO H:** POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO ESPOCH
- ANEXO I:** CERTIFICADO LABORALES TÉCNICO DE LABORATORIO
- ANEXO J:** SOLICITUD PARA UTILIZAR LOS LABORATORIOS
- ANEXO K:** CERTIFICADO EQUIPO RAYOS X
- ANEXO L:** CERTIFICAD NO VIGENTE GEIGER MULLER DE LA ESPOCH
- ANEXO M:** EVIDENCIAS CAPACITACIONES
- ANEXO N:** REGISTRO DE CAPACITACIÓN
- ANEXO O:** ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS

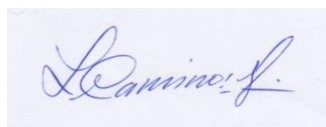
## ABREVIATURAS

LÓ	Laboratorio de Óptica
LTN	Laboratorio de Técnicas Nucleares
S.C.A. N	Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMS	Organismo Mundial de la Salud
NTP	Norma Técnica de Prevención
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
EPP	Equipo de protección personal
RI	Radiación Ionizante
RNI	Radiación No Ionizante
Gy	Gray
mSv	milisievert
Sv	Sievert
$\mu\text{Sv/hr}$	Tasa de dosis efectiva
GM	Geiger müller
UV	Radiación Ultravioleta
RI	Radiación infrarroja
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gamma
nm	Nanómetros
He-Ne	Láser de helio neón
Cs-137	Cesio 137

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de diseñar un manual de seguridad, riesgos y procedimientos para los laboratorios de la carrera de Física, para prevenir riesgos físicos a los que se exponen los usuarios de los laboratorios de técnicas nucleares y óptica durante las prácticas. La metodología empleada fue la observación, se realizó una breve inspección de las áreas de estudio, se levantó información de los documentos, actas de equipos, actas de fuentes emisoras de radiación, certificados no vigentes de equipos de medición Geiger müller, manuales de equipos, así como el reglamento interno institucional de higiene y seguridad, para verificar que no sobrepase los límites establecidos en el Decreto 2393 del IESS y el Reglamento de Seguridad Radiológica. Una vez obtenida información relevante de los equipos, se identificó que los principales factores a los que están expuestos los usuarios, son radiaciones ionizantes, las fuentes de radiación se verificaron con el contador Geiger müller, las no ionizantes, no contaron con un instrumento de medición y, la temperatura se corroboró con el equipo Datalogger. La elaboración de listas de verificación de cumple y no cumple, fue el instrumento principal que facilitó el análisis e interpretación de los resultados con lo cual se concluye que, el riesgo es alto al no cumplir los parámetros dentro de los laboratorios, como por ejemplo la inexistencia de documentos como inspecciones de seguridad, hojas de seguridad, la ausencia de kits de protección personal, razón por el cual se propuso la elaboración de un manual para optimizar riesgos al realizar prácticas en los laboratorios. Todo esto puede reducirse a través de capacitaciones para prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de usuarios, así mismo la creación de dicho manual es de fundamental importancia para la acreditación de la carrera de la Facultad de Ciencias.

**Palabras claves:** < MANUAL DE SEGURIDAD >, < RIESGOS FÍSICOS >, < CONTADOR GEIGER MÜLLER >, < FUENTES EMISORES DE RADIACIÓN >, < RADIACIONES IONIZANTES >, < RADIACIONES NO IONIZANTES >, < KITS DE PROTECCIÓN PERSONAL >



19-08-2020

0228-DBRAI-UPT-2020



## **ABSTRACT**

The research work was carried out with the objective of designing a manual of safety, risks and procedures for the laboratories of the career in Physics, to prevent physical risks to which the users of nuclear and optical techniques laboratories are exposed during practices. The methodology used was observation, a brief inspection of the study areas was carried out, and also information which was collected from documents, equipment records, records of radiation emitting sources, certificates of Geigermüller measuring equipment not valid, equipment manuals, as well as the institutional internal regulations of hygiene and safety, to verify that it does not exceed the limits established in Decree 2393 of the IESS and the Regulations of Radiological Safety. After obtaining relevant information from the equipment, it was identified that the main factors to which the users are exposed, are ionizing radiation, the radiation sources were verified with the Geigermüller counter, the non-ionizing one, did not have a measuring instrument and, the temperature was corroborated with the Datalogger equipment. The preparation of lists of verification of compliance and non-compliance was the main instrument that facilitated the analysis and interpretation of the results, which concludes that, the risk is high by not complying the parameters within the laboratories, as for example the inexistence of documents such as security inspections, security sheets, the absence of personal protection kits, that is why the development of a manual to optimize risks when performing laboratory practices is proposed . All this can be reduced through training to prevent accidents at work and occupational diseases of users; moreover the creation of such a manual has a fundamental importance for the accreditation of the Faculty of Sciences career.

Keywords: < SAFETY MANUAL >, < PHYSICAL RISKS >, < GEIGER MÜLLER COUNTER>, < RADIATION EMITTING SOURCES >, < IONIZING RADIATION >, < NON-IONIZING RADIATION >, < PERSONAL PROTECTION KITS >

## **INTRODUCCIÓN**

Es importante para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el realizar un estudio que implique una propuesta que implemente medidas de control de diferentes riesgos físicos que puede perjudicar la salud de los usuarios que laboran y realizan prácticas en el Laboratorio de Técnicas Nucleares y Óptica, con el propósito de mantener niveles tolerables dentro las políticas de la institución para evitar sanciones y alcanzar la acreditación de la carrera.

La radiactividad es un fenómeno, y sus fuentes de radiación son características del medio ambiente. La radiación y las sustancias radiactivas tienen muchas aplicaciones beneficiosas, que van desde la generación de energía hasta varios usos en medicina, industria, agricultura e investigación, etc. Los riesgos de radiación para trabajadores, público y para el medio ambiente que pueden surgir de estas aplicaciones deben evaluarse y controlarse de ser necesario. Por lo tanto, las actividades como usos médicos de la radiación, la operación de instalaciones nucleares, la producción, el transporte, el uso de material radiactivo y la gestión de los desechos radiactivos deben estar sujetos a normas de seguridad.

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) involucra la regulación, evaluación, fiscalización y control por parte de autoridades competentes de cada país dentro del régimen legal internacional, establecidos en convenciones tratados, leyes, reglamentos y normativas al respecto de la cual el Ecuador es parte (Guevara, 2017).

En la actualidad existe una gran variedad de láseres con diferentes características para su uso, sin embargo, en ocasiones, identificar el riesgo laboral que éste produce es difícil diagnosticarlo, por lo tanto, la presente investigación se fundamenta en la nota técnica NTP 261 de láseres: riesgos en su utilización, la cual define las características más importantes de los diferentes láseres que se encuentran en el Laboratorio de óptica (NTP 261, 1984).

El presente trabajo de Titulación, se encuentra estructurado en tres capítulos, en el Capítulo I se describe los antecedentes de la investigación, trabajos guía de diferentes universidades nacionales como internacionales, para realizar una investigación exhaustiva, además de los objetivos a alcanzar.

En el Capítulo II, se muestra el tipo y metodología de investigación, los cuales son bibliográfica, documental y de campo, al igual que los procedimientos metodológicos.

En el Capítulo III, se realiza evaluación de la lista de verificación, la interpretación de la tasa de dosis ambiental y la ejecución de la propuesta.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes

Vásquez & Villacis, 2019 de la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, con el tema Implementación de un Programa de Protección Radiológica en laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante y en el Servicio de Radiodiagnóstico Odontológico de la Escuela Politécnica Nacional: El mayor valor promedio de radiación ionizante ambiental es en el servicio de radiodiagnóstico odontológico, porque no existen barreras de protección en el medio para el POE, esto incumple el principio de ALARA que reduce las exposiciones a un valor tan bajo como sea razonablemente alcanzable, lo que supone la reducción de los riesgos a valores aceptables (Vásquez & Villacis, 2019, p. 51-60).

En la tesis de (Vallejo, 2019) con el tema Implementación de normas de seguridad y protección radiológica en el bunker del Laboratorio de Técnicas Nucleares según los estándares internacionales, en la Facultad de Ciencias, menciona que para poder implementar las normas de seguridad radiológica, se tuvo que determinar la tasa de dosis equivalente ambiental del bunker, ya que en dicha instalación se encuentra una fuente emisora de radiación, donde concluyó que, para el adecuado cumplimiento de las normas internacionales, se elaboró un manual de seguridad y protección radiológica para el bunker del LTN, el cual indica las obligaciones del responsable del laboratorio, fundamentos de protección radiológica, riesgos radiológicos, límites de dosis, reglas, supervisión y equipo de protección personal, entre otras cosas (Vallejo, 2019).

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en el Servicio de Higiene y Seguridad, describe un programa de seguridad de láseres que está implementado en la universidad mencionada anteriormente, como un conjunto de políticas, de medidas de protección físicas y normas de trabajo, orientadas a caracterizar y mitigar los riesgos inherentes al uso de equipos y fuente de radiación láser. De acuerdo con la UBA manifiesta que: existen varios estándares internacionales que se relacionan con la caracterización y uso seguro de láseres. El manual mencionado está principalmente basado en el estándar ISO/IEC 60825 “partes 1,4,13 y 14” (Murillo, 2012, p. 1-17).

Por lo tanto, debe tomarse en consideración dentro de la investigación las normas de seguridad para la protección de la salud y la minimización del peligro para la vida y la propiedad, y para prever su

aplicación. Con el fin de garantizar la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos dentro de los laboratorios de óptica y física nuclear.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La escuela de Física de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) cuenta con los Laboratorios de Técnicas Nucleares y Óptica, mismos que son empleados por diferentes carreras de la Facultad de Ciencias en la docencia y desarrollo de prácticas de laboratorio de los estudiantes, quienes utilizan equipos, fuentes radiactivas y contadores o detectores de radiación ionizante. Por consiguiente, es de suma importancia tener la protección adecuada en las instalaciones, para el resguardo de la salud de quienes están expuestos a factores de riesgo al manejar equipos y materiales radiactivos en los laboratorios de la ESPOCH y del medio ambiente.

Es importante destacar que la exposición de tejidos u órganos a la radiación ionizante en el LTN puede provocar la muerte de células en una escala lo suficientemente amplia como para afectar la función del tejido u órgano expuesto. Los efectos de este tipo, denominados “efectos deterministas”, solo son observables clínicamente en una persona si la dosis de radiación rebasa un determinado umbral. Por encima de este nivel umbral de dosis, la gravedad del efecto determinista aumenta al elevarse la dosis (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2016, p. 178).

Con relación al LÓ quienes manipula de forma inadecuada los equipos generadores de radiación láser, pueden llegar a provocar lesiones tanto en la piel como en los ojos. A demás, ciertos equipos que generan calor, producen quemaduras en la piel y esto genera la pérdida de huellas dactilares.

Los laboratorios no cuentan con señaléticas y cuadros de información sobre los peligros que esto acarrea sino se protege, además la falta de un manual de seguridad, riesgos y procedimientos representa un peligro para quienes hacen uso de estas instalaciones porque están expuestas a riesgos, como fuentes radiactivas y láseres siendo perjudicial para su salud si no se tiene las precauciones debidas en cuanto al uso de los materiales y equipos.

Las prácticas que se realizan en los laboratorios pueden presentar una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados con las propias instalaciones de los laboratorios y las operaciones que con ellos se realizan.

### **1.3. Justificación**

Los usuarios que permanecen en los laboratorios de la Escuela de Física (Técnicas Nucleares y Óptica) están expuestos a riesgos que afectan la salud y seguridad ocupacional, por lo tanto, diseñar un manual de seguridad, riesgos y procedimientos, ayudará a la Escuela a obtener la acreditación de la carrera y asegurará que sólo las personas que hayan recibido formación suficiente y adecuada puedan acceder a estos lugares donde existe peligro.

Es importante realizar esta investigación, porque se podrá reducir la probabilidad de eventos que podrían conducir a una pérdida de control del manejo de equipos y de la salud de quienes ocupan los laboratorios, además se puede evitar riesgos en el LÓ a exposiciones de radiaciones no ionizantes, radiaciones electromagnéticas, exposición a ruidos y vibraciones, mientras que en el LTN los riesgos son, el manejo de residuos peligrosos, radiación ionizante y radiactividad.

Estos riesgos, en muchos casos son a causa del desconocimiento de normativas, falta de capacitaciones y la mala manipulación de instrumentos; sin embargo, el uso correcto de un manual puede evitar la exposición de radiaciones ionizantes y no ionizantes, temperatura, iluminación y el manejo de residuos peligrosos en los Laboratorios.

La presente investigación facilitará el diseño de un manual, el cual será adecuado a los intereses y necesidades de cada laboratorio puesto que, trabajan con equipos y materiales que poseen un alto grado de afectación a la salud de quienes los manipulan de manera errónea.

Además, ayudará que los usuarios puedan prevenir accidentes, ser conscientes de los riesgos a los cuales están expuestos y utilizar el equipo adecuado para desempeñar estas tareas.

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo General***

Diseñar un Manual de Seguridad, Riesgos y Procedimientos para los laboratorios de la Escuela de Física (Técnicas Nucleares y Óptica).

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Identificar los riesgos a los que están expuestos el personal de los laboratorios de la Escuela de Física (Técnicas Nucleares y Óptica).
- Establecer los procedimientos de cada laboratorio.
- Desarrollar pautas teóricas de seguridad en prevención de riesgos laborales.

## **1.5. Marco teórico**

### ***1.5.1. Bioseguridad***

La bioseguridad es calificada como un método destinado a un sin número de normas y protocolos que ayuden aminorar y controlar factores de riesgo laboral, originarios de factores físicos, químicos o agentes biológicos, con el fin de salvaguardar la salud de quienes trabajan en áreas de alto riesgo conjuntamente con la manipulación de material radioactivo o infeccioso, además de compuestos inflamables, químicos y tóxicos.

De acuerdo con (Chiong & Leisewitz), la bioseguridad: Son los principios, técnicas y prácticas de seguridad, biocontención y biocustodia, donde se llevan a cabo para evitar la exposición involuntaria a material de riesgo o su liberación accidental (Chiong & Leisewitz, 2018, p. 16, 27).

El personal que trabajan en laboratorios vive constantemente en peligro con la posibilidad de sufrir accidentes por falta de instrucción al manipular material contaminado o radioactivo, además del uso inapropiado del equipo de protección, por lo tanto, la adopción de normas de bioseguridad es importante y deben ser empleadas dentro de áreas de trabajo para proteger al usuario.

### ***1.5.2. Seguridad en el laboratorio***

En todo laboratorio debe existir normas de seguridad, cuyo propósito es evitar, reducir y disminuir cualquier factor de riesgo existente, además de controlar accidentes que pueda presentarse dentro del mismo; todo ello con la finalidad de evitar problemas de salud y seguridad, de usuarios como docentes, estudiantes de cátedra, cuerpo administrativo y de quienes visiten el laboratorio.

Dentro del Manual de Normas de Bioseguridad y Riesgos Asociados-Fondecyt-CONICYT, menciona que: El laboratorio debiera establecer la simbología a utilizar de acuerdo con sus necesidades y los procedimientos de seguridad y bioseguridad establecidos. En general los accesos a las diferentes

dependencias del laboratorio debieran contar con señalética adecuada (Chiong & Leisewitz, 2018, p. 16, 27).

Con mención a lo anterior, es de vital importancia el uso de señaléticas de forma habitual como:



**Figura 1-1:** a. Uso de mandil, b. Uso de mascarilla, c. Protección ocular, d. Uso de guantes, e. Temperatura extrema calor/quemaduras, f. Radiación ionizante.

**Fuente:** (Chiong & Leisewitz, 2018, p. 16, 27).

### ***1.5.3. Seguridad laboral***

Suele denominarse seguridad laboral u ocupacional al ámbito correspondiente a los profesionales, que afecta en distintos casos a las empresas que entienden del trabajo. Evidentemente en este campo se trata de preservar la integridad del profesional, de allí la importancia que adquieren las entidades dedicadas a cuidar por la seguridad de los empleados (Muñoz et al., 2010).

Se considera por seguridad ocupacional a un conjunto de procedimientos y normas que pretenden en el mayor de sus casos reducir y evitar accidentes laborales, sin embargo, como objetivo primordial, es considerada como una ley de prevención riesgos laborales.

En la actual, la sociedad de la información y el conocimiento es preciso contar con procedimientos y herramientas de investigación que permitan estar al tanto de las evidencias científicas sobre problemas de salud de los empleados para tomar decisiones en relación con la seguridad ocupacional, prevención, rehabilitación e inserción laboral e higiene (Gilbert & Cliffe, 2016, p. 91-110).



En síntesis, la importancia de la Seguridad Laboral, es dar a conocer a los trabajadores sus riesgos y cómo poder evitarlos, esta información debe ser esencialmente difundida por la institución, mientras que, otra labor importante de los distintos establecimientos y/o empresas es llegar a controlar los peligros presentes y el número de accidentes, dentro del área de trabajo, en otras palabras, es tratar de tener cero accidentes.

#### ***1.5.4. Acreditación de laboratorios***

El laboratorio debe identificar, adicionalmente, los riesgos que podrían afectar al laboratorio cuando forme parte de una organización superior, el análisis debe incluir las actividades realizadas por dicha organización y el personal que pueda tener influencia en la imparcialidad del laboratorio (Servicio de acreditación, 2018).

Una forma de demostración se articula mediante el acatamiento de las normas internacionalmente aceptadas, instituidas al efecto. Por ello en el ámbito de organizaciones, la serie de normas ISO 9000 insta los criterios mínimos a cumplir. Para los laboratorios la norma a cumplir en el Ecuador es la NTE-INEN-IS/IEC 17025 (Servicio de acreditación, 2018).

#### ***1.5.5. Manual de seguridad, riesgos y procedimientos***

Un Manual de Procedimientos de la Institución constituye un importante elemento de trabajo dentro de cada entidad, en el cual debiera establecerse claramente los procedimientos específicos y acciones de contención frente a riesgos que se presenten durante el trabajo en los laboratorios de investigación y/o desarrollo de carácter biológico, bioquímico o biotecnológico. Su contenido debiera estructurarse de acuerdo a las grandes áreas de interés de la Bioseguridad, pudiendo constituir un único Manual o bien manuales independientes para cada área, por ejemplo, Manual de procedimientos para el manejo de isótopos radiactivos (Chiong & Leisewitz, 2018, p. 16, 27).

#### ***1.5.6. Riesgos***

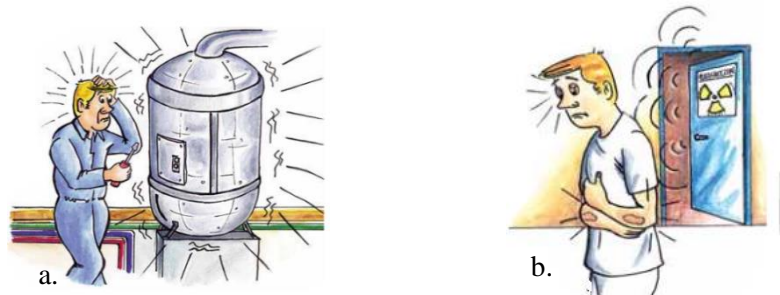
##### ***1.5.6.1. Riesgo físico***

Se puede entender como riesgo físico a distintos factores, circunstancias o agentes que al permanecer con o sin contacto puede llegar a ocasionar daños a la salud y al bienestar de una persona.

De acuerdo con la Universidad de la plata, menciona que: los efectos de los agentes físicos se deben a un intercambio de energía entre el individuo y el ambiente a una velocidad y potencial mayor que la que el organismo puede soportar, lo que puede producir una enfermedad profesional (Plata, 2018).

Con mención a lo anterior, se detalla una clasificación de los factores físicos:

- Vibraciones
- Ruido
- Iluminación
- Radiaciones ionizantes
- Radiaciones no ionizantes
- Temperatura
- Carga térmica



**Figura 2-1.** a. Factor de ruido b. Factor RI.

**Fuente:** (Fremap, 2015).

#### *1.5.6.2. Riesgo químico*

Entiéndase por riesgo químico a exposiciones no controladas por medio de agentes químicos, estas son sustancias, las cuales se encuentran en el medio ambiente y pueden afectar de manera indirecta o directa al ser humano, sin necesidad de realizar una determinada tarea. Las sustancias químicas pueden llegar a afectar al hombre de tres formas distintas, la primera de forma inhalatoria afectando la respiración, la segunda es la ingestión, es decir por medio de la boca y la última de forma dérmica esto quiere decir a través de la piel.

Según la Universidad de la Plata, manifiesta que: los riesgos químicos son agentes ambientales presentes en el aire, que ingresan al organismo por las vías respiratoria, cutánea o digestiva, que pueden generar una enfermedad profesional. Los riesgos químicos se presentan en el ambiente en forma de polvos, gases, vapores, rocíos, nieblas y humos metálicos (Plata, 2018).



**Figura 3-1.** Toxicidad por inhalación.

Fuente: (Fremap, 2015).

#### *1.5.6.3. Riesgo biológico*

Entiéndase como agente biológico a una serie de cultivos celulares, microbios o microorganismos; mientras que al riesgo biológico como, el medio susceptible al cual es expuesta una persona a contraer cualquier tipo de enfermedad, alergia o infección, etc. ante la exposición no controlada de los agentes biológicos antes mencionados, que puede en muchos casos llegar a ser tóxicos.

El riesgo biológico (llamado biohazard en inglés) consiste en la presencia de un organismo o la sustancia derivada de un organismo, que plantea una amenaza a la salud humana (una contaminación biológica). Son aquellos que causan enfermedades comunes, pero si su contagio se produce en el lugar de trabajo constituye una enfermedad profesional (Plata, 2018).

De acuerdo a (Plata, 2018), los clasificamos en:

- Virus.
- Bacterias.
- Hongos.

En otras palabras, los riesgos biológicos conllevan varios peligros que, pueden producirse en varias áreas de trabajo dentro de un laboratorio, siempre y cuando se trabaje y se esté presente a la exposición de agentes biológicos.

#### *1.5.6.4. Riesgo mecánico*

El riesgo mecánico puede producirse ante cualquier maniobra que requiera operar y manipular máquinas o herramientas de forma manual; este riesgo es producto de acciones que en muchos casos si no es controlado puede llegar a ocasionar lesiones, cortes, abrasiones, quemadura, etc. en cualquier parte del cuerpo, incluyendo contusiones.

Según la Universidad Nacional de la Plata, enumera varias formas en las cuales puede ocurrir accidentes mecánicos y las clasifica de la siguiente manera (Plata, 2018).

- Caídas al mismo nivel
- Cortes con o por objetos
- Atrapamiento
- Pisadas sobre objetos
- Golpes o choques con o por objetos



**Figura 4-1.** Cortes con objetos.  
Fuente: (Fremap, 2015).

### ***1.5.7. Instalaciones***

#### *1.5.7.1. Laboratorio de técnicas nucleares*

Dentro de este tipo de laboratorio se usan fuentes de radiación ionizante, como herramienta para extender el conocimiento sobre física nuclear, dosimetría y otras ramas relacionadas con las radiaciones. Todo el personal que trabaja con los equipos y fuentes radiactivas debe comprender, seguir las políticas y procedimientos requeridos, para disminuir la frecuencia de accidentes o enfermedades profesionales que pueden derivar de un trabajo tan especializado. El uso de los equipos y fuentes radiactivas se rige por reglamentaciones y requisitos emitidos por la entidad reguladora, S.C.A.N (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018b).

#### *1.5.7.2. Laboratorio de óptica*

La física óptica, o ciencia óptica, es un subcampo de la física atómica, molecular y óptica. Es el estudio de la generación de la radiación electromagnética, las propiedades de esa radiación, y la interacción de la radiación con la materia, especialmente su manipulación y control. Se diferencia de la óptica general y de la ingeniería óptica, está enfocada en el descubrimiento y aplicación de los fenómenos, no hay una diferencia relevante, sin embargo, entre la física óptica, y la óptica aplicada

dada que los dispositivos de la ingeniería óptica y los usos de la óptica aplicada son necesarios para realizar investigación básica en la física óptica, y esa investigación conduce al desarrollo de nuevos dispositivos y aplicaciones (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018a).

### ***1.5.8. Clasificación de la Radiación***

La radiación se encuentra de forma artificial y natural, es considerada como una forma de energía que se encuentra alrededor del mundo. La radiación es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas (Nuclear, 2020a).

#### ***1.5.8.1. Radiación Ionizante***

Radiación que posee una alta energía, la cual, tiene la capacidad de ionizar la materia y capaz de eliminar electrones de los átomos. La radiación ionizante se la clasifica en radiación electromagnética o partículas (alfa, beta o neutrones) (Vallejo, 2019). Este tipo de radiación es capaz de actuar sobre el cuerpo humano causando alteraciones de la célula y los tejidos (Salud & Leon, 2018).

#### ***1.5.8.2. Radiación No Ionizante***

La radiación no ionizante tiene suficiente energía para desplazar los átomos de una molécula o hacerlos vibrar, pero no es suficiente para eliminar los electrones de los átomos. Ejemplos de este tipo de radiación son las ondas de radio, la luz visible y las microondas (USEPA, 2018).

Si se van a usar equipos productores de radiaciones no ionizantes, no deben descubrirse las fuentes de rayos ultravioleta ni infrarrojos (UV – RI) ya que estos rayos pueden producir lesiones en los ojos o la piel. Identificar el riesgo través de señalética o cualquier otro dispositivo (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018a).

### ***1.5.9. Clasificación de la Radiación Ionizante y No Ionizante***

Dentro de las **radiaciones ionizantes**, se las pueden clasificar de la siguiente manera.

### 1.5.9.1. Por su origen

#### Fuentes naturales

Las fuentes naturales de radiación están presentes en todo el medio ambiente, como por ejemplo elementos radiactivos en alimentos que el ser humano consume diariamente, estos elementos también están presentes en el agua (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2019). El radón es la mayor fuente de radiación natural ambiental y conjunto con las fuentes antes mencionadas anualmente producen una dosis de 3mSv al año (Vallejo, 2019).



**Figura 5-1.** Fuente natural de Uranio.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

#### Fuentes artificiales

El ser humano ha producido de forma artificial aparatos de rayos X y gamma utilizados en el campo de la medicina para diagnosticar enfermedades mediante imágenes múltiples, también identificar problemas físicos. La industria también se beneficia de las aplicaciones de las radiaciones en técnicas de radiografía, medición industrial, esterilización de alimentos, control de plagas (Nuclear, 2020b).



**Figura 6-1.** Litotriptor.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

### 1.5.9.2. Tipo de emisión

RAYOS X	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Se producen en reacciones o interacciones de las capas electrónicas del átomo.</li><li>◆ En las fuentes en las que normalmente se utilizan se pueden controlar su producción.</li></ul>
RAYOS $\gamma$	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Se producen en reacciones de núcleos atómicos inestables.</li><li>◆ Su poder de penetración es muy elevado.</li></ul>
PARTICULAS $\alpha$	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Son núcleos de Helio. Poseen cuatro unidades de masa y dos unidades de carga eléctrica positiva</li><li>◆ Su poder de penetración es muy escaso.</li></ul>
PARTICULAS $\beta$	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Son electrones nucleares expulsados a gran velocidad. Su masa es prácticamente nula y posee carga negativa.</li><li>◆ Poseen penetración escasa</li></ul>
NEUTRONES	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Forman junto con los protones el núcleo. No tienen masa ni carga.</li><li>◆ Poseen penetración elevada.</li></ul>

**Figura 7-1.** Tipos de radiaciones.

Fuente: (Canga, et al., 2000).

### 1.5.9.3. Forma de contención

#### Fuentes Selladas

Aquellas fuentes que por lo general son utilizadas en braquiterapia y radioterapia, donde el material radiactivo se encuentra herméticamente cerrado y sellado dentro de un contenedor de material no radiactivo el cual su función principal es impedir la fuga del mismo (Vallejo, 2019).



**Figura 8-1.** Acelerador Lineal.

Fuente: (Compostela, 2015).

## Fuentes Abiertas

Son aquellas fuentes que están en contacto con el ambiente en que se encuentran. Es probable que, en el momento de su entrega, las sustancias radiactivas abiertas, tales como líquidos, polvos y gases, se contengan por ejemplo dentro de una botella o cilindro, pero en el momento de su utilización, es preciso extraerlas de allí y manipularlas (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1996).



**Figura 9-1.** Fuente no sellada Tecnecio.

Fuente: (SEPR, 1956)

A las **radiaciones no ionizantes**, se clasifican en:

### 1.5.9.4. Radiación Infrarrojas

Las fuentes de exposición directa a RI pueden estar en muchas industrias, ya que la radiación proviene no solo de los cuerpos incandescentes sino también de las superficies muy calientes (Falagán, 2001). De acuerdo con el portal de la salud, manifiesta que, la fuente natural más importante es el sol, fuentes artificiales son los hornos, soplado de vidrio, lámparas incandescentes y llamas (Salud & Leon, 2018).

La RI tiene un bajo nivel de energía, el cual no permite que reacciones de forma fotoquímica con la materia, es decir, la configuración electrónica no se modifica, ya que esta no tiene el poder energético suficiente para cambiarla; por lo tanto, el riesgo que se corren en este tipo de radiación usualmente es de naturaleza térmica afectando a los ojos y a la piel, todo esto depende de la cantidad de radiación emitida que de la longitud de la onda.



**Figura 10-1.** Lámpara de Mercurio.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.



En relación con lo anterior, se indican los daños que ocasionan en la salud:

- Quemaduras en la retina
- Cataratas
- Aumento de pigmentación
- Lesiones de esclerótica
- Conjuntivitis
- Sombras en el cristalino
- Lesiones en vasos capilares

#### *1.5.9.5. Radiación Ultravioletas*

Las radiaciones ultravioletas (UV) son radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda entre 100 y 400nm (Organismo Mundial de la Salud, 2016). Se debe agregar que, dicha radiación a bajas cantidades es beneficioso para el ser humano. Por otra parte, la radiación UV-A puede alterar la estructura de las fibras de colágeno y elastina, produciendo envejecimiento de la piel, la radiación UV-B produce eritema y cáncer de piel (Secretaria de Medio Ambiente y Salud Laboral, 2010).

En relación con lo anterior, se indican los efectos que ocasionan en la salud:

- Pigmentación de la piel
- Melanoma
- Eritema
- Quemadura en la córnea
- Desprendimiento de retina
- Conjuntivitis (fotofobia, lagrimeo)
- Cataratas a largo plazo



**Figura 11-1.** Lámpara UV.  
Fuente: (PHYWE, 2020a).

### 1.5.9.6. Radiación de luz visible

La radiación visible tiene longitudes de onda entre 400 nm a 800 nm, es una mezcla de diferentes longitudes de onda. El color rojo corresponde a un rango aproximado de una longitud de onda de 700 nm, el anaranjado tiene 620 nm, el amarillo tiene de 580 nm, el verde tiene 530 nm, el azul tiene 470 nm y el violeta tiene 420 nm (Cortez et al., 2014).

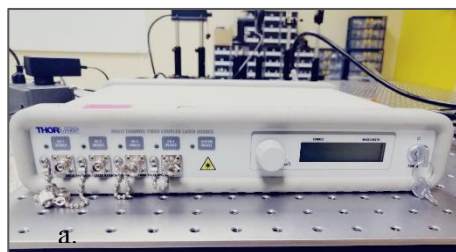


**Figura 12-1.** Láser He-Ne 633nm

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

### 1.5.9.7. Láser

Un láser es un dispositivo que produce energía radiante electromagnética coherente dentro del espectro óptico comprendido entre la zona final del ultravioleta y el infrarrojo lejano (submilimétrico) (Bengt, 1996, p. 36). El centro de láseres pulsados afirma que, la palabra láser es un acrónimo que significa “Light Amplified by Stimulated Emission of Radiation” que simboliza luz amplificada por emisión estimulada de radiación (Centro de Láseres, 2013).



**Figura 13-1.** a. Láser de 4 canales b. Láser clase 3B.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

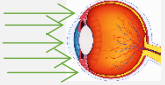
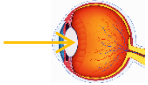
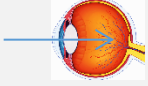
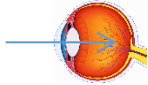
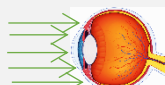
Se puede entender como láser a un sistema de radiación electromagnética, que amplifica y emite una luz monocromática, que corresponde a las radiaciones, visibles, infrarrojas y ultravioletas, el cual tiene una longitud de onda que emite radiaciones desde 200 nm a 1 mm.

Según el artículo de (Terry et al, 2018, p. 493-505), caracterizan a los láseres por tres variables fundamentales:

- **Fluencia:** También conocida como densidad de potencia, expresa la cantidad de trabajo realizado en una superficie determinada (joules/cm<sup>2</sup>).
- **Potencia:** Describe la cantidad de trabajo por unidad de tiempo de puede realizar, y se mide en watts o en joules/ segundo.
- **Irradiancia:** Describe la intensidad de la fuente de láser y se mide en watts por cm<sup>2</sup>.
- **Energía:** Se mide en joules y describe la cantidad de trabajo que realiza.

Los efectos de la radiación láser sobre la salud, depende de la longitud de onda emitida que recibe una persona, las zonas más sensibles del cuerpo para este tipo de emisión son, los ojos y piel como quemaduras. Con respecto a los efectos de la radiación láser, a continuación, se muestra la tabla 1, donde habla sobre la absorción del ojo, ante diferentes tipos de láseres.

**Tabla 1-1.** Efectos de las radiaciones láser.

Región espectral	Absorción del ojo	Máxima absorción en parte del ojo	Lesión general	Tipo de láser
UV-C y UV-B (200 a 315 nm)		Córnea	Fotoqueratitis	Láser excimer: FAr (193nm) FKr (193nm)
UV-A (315 a 400 nm)		Cristalino	Catarata fotoquímica	He-Cd (325nm) N <sub>2</sub> (337.1nm)
Visible (400 a 780 nm)		Retina	Fotoquímicas y térmicas	He-Cd (441.6 nm) He-Ne (632.8 nm)
IR-A (780 a 1400 nm)		Retina	Térmica	Gas-As (850 nm) Nd y AG (1064.5 nm)
IR—B o IR-C (1400nm a 1 mm)		Córnea	Catarata térmica y quemadura corneal	

**Fuente:** (Falagán, 2001).

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

#### *1.5.9.8. Peligros del laser*

En un sistema óptico bien diseñado, los rayos láseres se limitan a áreas específicas donde el personal no está. Sin embargo, durante la configuración y el ajuste no se puede estar seguro de que las vigas estén bien confinadas (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018a).

Por lo tanto, el riesgo de exposición accidental es mayor durante la configuración y la alineación del sistema.

Los principales peligros son:

- Rayos secundarios horizontales a la altura de la mesa.
- Postes que se encuentran fuera del plano de la mesa.
- Reflejos de componentes ópticos en la configuración.
- Reflexiones de relojes, anillos, etc. Durante la configuración.

Postes no controlados, “errantes” durante la alineación (Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018a).

#### *1.5.10. Efectos de las radiaciones ionizantes*

Si no se tiene la protección adecuada existen dos tipos de efectos que pueden presentarse, uno de ellos denominado “efectos deterministas”, los cuales solo son observables clínicamente en una persona si la dosis de radiación rebasa un determinado umbral, mientras que el segundo son los “efectos estocásticos” en el que se da la transformación no letal de las células y tras un período de latencia existe la posibilidad de producir cáncer si la célula es somática o presente efectos hereditarios si la célula es germinal (Ruth, 2018).

##### *1.5.10.1. Riesgo radiológico*

La OMS ha señalado que, existen riesgos radiológicos originados por materiales radiactivos, producidos por medio del trabajo, uso de equipos de rayos X y aplicación de las mismas, se puede manifestar de dos formas:

La exposición interna a la radiación ionizante se produce cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o entra de algún otro modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo, inyecciones o heridas). La exposición interna cesa cuando el radionúclido se elimina del cuerpo, ya sea espontáneamente (por ejemplo, en los excrementos) o gracias a un tratamiento, mientras que, la exposición externa se puede producir cuando el material radiactivo presente en el aire (polvo, líquidos o aerosoles) se deposita

sobre la piel o la ropa. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado (Organismo Mundial de la Salud, 2020).

#### *1.5.10.2. Enfermedades*

El daño que causa la radiación en los órganos y tejidos depende de la dosis recibida, o dosis absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos. Para medir la radiación ionizante en términos de su potencial para causar daños se utiliza la dosis efectiva. La unidad para medirla es el sievert (Sv), que toma en consideración el tipo de radiación y la sensibilidad de los órganos y tejidos (Organismo Mundial de la Salud, 2020).

Según la constitución física del individuo, la exposición continua de radiación ionizante sobre los niveles de radiactividad puede producir las siguientes enfermedades:

- Lesiones superficiales: dermatitis, depilación y pérdida de brillo de las uñas.
- Lesiones hematopoyéticas: linfopenia, leucopenia, anemia, leucemia, y pérdida de inmunidad específica,
- Propensión a tumores malignos: carcinoma de la piel y sarcoma.
- Reducción del promedio de duración de la vida.
- Aberraciones genéticas: mutaciones genéticas directas o aberraciones cromosomáticas.
- Otros efectos: cataratas lenticulares, esterilidad; dosis de exposición única (cuerpo entero) (Instrumento Andino y Trabajo, 2004, p. 13).

#### *1.5.10.3. Límite de Dosis*

De acuerdo a la Publicación N° 103 de la ICRP menciona que, para exposición ocupacional en situaciones de exposición planificada, se recomienda como límites una dosis efectiva de 20 mSv por año promediada en periodos específicos en 5 años, es decir que el límite es de 100 mSv en 5 años, siempre que no se rebase en ningún año los 50 mSv. Para exposición del público en situaciones de exposición planificada, la Comisión continúa recomendando que el límite debería expresarse como una dosis efectiva de 1 mSv por año (ICRP 103, 2007).

Tipo de límite	Ocupacional	Público
<b>Dosis efectiva</b>	20 mSv por año promediada en periodos definidos de 5 años <sup>g</sup>	1 mSv en un año <sup>f</sup>
<b>Dosis equivalente anual en:</b>		
Cristalino <sup>b</sup>	150 mSv	15 mSv
Piel <sup>c,d</sup>	500 mSv	50 mSv
Manos y pies	500 mSv	---

**Figura 14-1.** Límite de dosis recomendados en situaciones de exposición planificada.

Fuente: (ICRP 103, 2007).

### 1.6. Bases legales

El presente trabajo de investigación con relación a las bases legales se regirá por la pirámide de Kelsen la cual es utilizada para representar la jerarquía de las leyes empezando por lo constitución que es el nivel fundamental, luego se basará en las leyes orgánicas y debajo se colocará los reglamentos, tratados, ordenanzas etc., como se muestra a continuación:

- Constitución de la República del Ecuador (2008). Art. 326, inciso 5; en relación al desarrollar labores en un ambiente adecuado, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005). Decisión 584. Capítulo IV. Art.- 18; respecto a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio.
- Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005). Resolución 957.
- Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016). Resolución CD 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).
- Código del Trabajo (2005). Art.-38; en lo referente a los riesgos provenientes del trabajo.
- Código del Trabajo (2005). Capítulo V. Art.- 410; en cuanto a las obligaciones respecto de la prevención de riesgos.
- Código del Trabajo (2005). Capítulo V. Art.- 412 en relación a preceptos para la prevención de riesgos.
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986). Decreto Ejecutivo 2393. Art. 60 Radiación infrarrojo. Art. 61 Radiación UV. Art. 62 Radiaciones ionizantes. Registro Oficial N° 891.

- NTE INEN ISO 3864-1:2013, de símbolos, gráficos, colores de seguridad, y señales de seguridad. Parte1: principios de diseño para señales de seguridad e indicaciones de seguridad.
- Reglamento de Seguridad Radiológica (1979). Decreto Ejecutivo 3640. Registro Oficial N° 891.

También, se completará el estudio por medio de la revisión de las normas internacionales:

- ICRP Publicación 103, las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- ICRP 103 (2007). Límite de dosis. Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- OIEA Guía de seguridad N.º GRS Part 3, Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: normas básicas internacionales de seguridad.
- OIEA Guía de seguridad N.º RS-G-1.1, Protección radiológica ocupacional.
- OIEA Guía de seguridad N.º RS-G-1.8, Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiaciones con fines de protección radiológica.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Tipo y método de investigación

##### 2.1.1. *Bibliográfica*

Es de tipo bibliográfico y documental, porque se acudió a enciclopedias, libros, documentos electrónicos, recursos de internet, publicaciones de organizaciones y folletos, para establecer teorías conceptuales relacionados con la problemática; con esta información se pudo manifestar la importancia de diseñar un manual de seguridad, riesgos y procedimientos para los laboratorios de la escuela de física (Técnicas nucleares y óptica).

##### 2.1.2. *Documental*

La investigación es documental, porque se utilizó de textos y documentos como materiales de origen: publicaciones, actas de entrega de recepción de equipos de cada laboratorio, registros generales de equipos, registros de cada laboratorio, certificados, fotografías, guías de prácticas, manuales de los instrumentos de medición, manuales de los equipos y otras fuentes escritas, electrónicas, además las normas utilizadas en la presente investigación son: leyes, decretos, tratados de notas técnicas relacionadas con el tema de estudio, con esta información se pudo evidenciar la importancia que tienen los manuales de procedimientos dentro de los laboratorios para que puedan operar los equipos con precaución.

##### 2.1.3. *De campo*

La investigación es de campo, porque se realizó una actividad destinada a recopilar datos utilizando cuestionarios enfocada a los usuarios, fichas de verificación y matrices de riesgo de los equipos; se realizó visitas técnicas para la recopilación de información en los laboratorios de óptica y nucleares de la ESPOCH, con el fin de identificar los principales factores de riesgos físicos que puedan afectar la seguridad de los usuarios por medio de la aplicación de encuestas para cada laboratorio.



#### **2.1.4. Método de investigación**

##### *2.1.4.1. Descriptiva*

La investigación es descriptiva, porque está dirigida a un proceso de recopilación de datos que permitió describir la situación con mayor amplitud, es por ello que se realizó una encuesta a los usuarios que realizan las prácticas en los laboratorios de Óptica y Técnica Nucleares, las mismas que se tabuló y se analizó los datos numéricos para tomar una decisión, se aplicó con la finalidad de dar a conocer el problema de los factores de riesgo en los laboratorios, los mismos que pueden afectar la salud de los usuarios y su seguridad.

##### *2.1.4.2. Técnica*

En la investigación fue fundamental la selección de una técnica correcta de exploración, porque ha sido uno de los factores clave para decidir el fundamento metodológico de la investigación y el análisis posterior. Cada una de las técnicas individuales utilizadas para obtener datos, está vinculada a procesos específicos de análisis e interpretación, la técnica que se utilizó es la encuesta y la observación.

##### *2.1.4.3. Instrumentos*

- Cuestionario

Se utilizó un cuestionario, ya que es un instrumento de investigación indispensable, el cual está formado por cinco preguntas cerradas, esto con el propósito de recopilar información de los encuestados, las encuestas se realizó in situ, a los usuarios de los laboratorios, véase en el **Anexo 1**.

- Ficha de verificación

Se realizó una ficha de verificación de riesgos físicos a los equipos de los laboratorios. La lista de verificación se planteó con el fin de recopilar información sobre los riesgos laborales de las instalaciones de técnicas nucleares y óptica, es por ello que se encuentra elaborado en base a las actividades que realizan los usuarios dentro de los mismos. Ayudó a establecer que actividades se cumple y cuales no se cumple, esto sirve de guía para realizar una propuesta de solución como es el manual de procedimientos.

- Valoración de la lista de verificación

Para medir la lista de verificación se la planteó, mediante el número de preguntas de los casilleros de cumplimiento y no cumplimiento de acuerdo a la siguiente matriz:

**Tabla 1-2.** Interpretación del grado de peligrosidad.

No. Ítems	Riesgo
Menos de 10	Alto
11-19	Medio
Más de 20	Bajo

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

- Menos de 10 Ítems significa que el riesgo es Alto.
- De 11-19 Ítems significa que el riesgo es Medio
- Más de 20 Ítems el riesgo al que está expuesto es bajo.

Esto se realiza con el fin de valorar la lista de verificación para poder establecer el riesgo y con ello buscar una solución.

## **2.2. Procedimientos metodológicos para el desarrollo de la investigación**

### **2.2.1. Población y muestra**

La población de la presente investigación son los Laboratorios de la Facultad de Ciencias. En cuanto a la muestra son los Laboratorios de la Escuela de Física.

### **2.2.2. Factor de riesgos**

Los riesgos laborales por factores de riesgos físicos son originados por una ventilación inadecuada, temperatura, humedad, calor, ruidos, iluminaciones en niveles mínimos y radiaciones (General & Del, 2015, p. 27).

Existen varios riesgos físicos, entre los cuales se tienen los siguientes:

- Temperatura ambiente
- Iluminación

- Exposición a radiación solar
- Radiaciones ionizantes
- Radiaciones no ionizantes
- Presiones anormales
- Ruido

Para investigar cada uno de los factores mencionados anteriormente, se consideró estudiar tres factores físicos como, la radiación ionizante, radiación no ionizante y temperatura ambiental, para lo cual es importante aplicar fichas de verificación de los equipos específicos para cada caso. Dentro de ello, se utilizarán instrumentos de medición especializados, cuando lo amerite; con el objetivo de precautelar la seguridad de los usuarios dentro los laboratorios.

### **2.3. Métodos técnicos e instrumentos de valoración de riesgos**

#### **2.3.1. Método**

El método que se utilizará en esta investigación será la medición directa con un monitor de radiaciones ionizantes mediante un tubo Geiger müller, en las áreas donde se encuentren los equipos generadores de radiación, mientras que, para los equipos generadores de radiaciones no ionizantes se empleará el método de la observación y una lista de verificación, ya que no sé pudo realizar la medición de la longitud de onda de los láseres con el instrumento radiómetro, porque no existe el equipo dentro de la ESPOCH .

#### **2.3.2. Instrumentos de medición de equipos**

Se consideró utilizar dos clases de detectores para la toma de datos de radiaciones ionizantes, el detector Gamma scout es empleado para la radiación de fondo de los Laboratorios mientras que, el Geiger müller es para fuentes radiactivas o fuentes puntuales como el equipo de rayos X, además, se usó el instrumento de temperatura ambiental Datalogger.

##### **2.3.2.1. Radiación de fondo natural**

Los instrumentos utilizados en la medición de la radiación de fondo son dos Gamma scout, es un detector de radiación con tubo contador según el principio Geiger müller carcasa de acero noble con relleno neón halógeno longitud de medición 38,1 mm, diámetro de medición 9,1 mm ventana de efluvio de 1,5 a 2 mg/cm<sup>2</sup> sensibilidad gamma 95,0 impulsos por minuto con radiación de Co 60 = 1 µSv/h en la banda de energía de la radiación medioambiental cuota cero < 10 impulsos por minuto

con protección por medio de 3mm Al y 50mm Pb temperatura de operación de  $-20$  a  $+60$  °C, tensión de operación 450 V rango de medición calibrado de  $0,01$   $\mu\text{Sv/h}$  a  $1.000$   $\mu\text{Sv/h}$ .; su pantalla de cristal líquido de cuatro posiciones numérica con denominación, diagrama de barras cuasi analógico logarítmico, indicadores de modo operativo (Scout, 2020, p. 3, 25).

Cada aparato consta con un número de identificación Nr:073749 y Nr:073748, estos equipos pertenecen al grupo Reactivación Social y Económica de la parroquia licto mediante la inserción de estudiantes universitario, para cada aparato se expide un certificado vigente de control propio cuyo número de control coincide con el número del aparato, los cuales son adjuntados en el **Anexo 2** (Scout, 2020, p. 3, 25).

**Tabla 2-2.** Especificaciones del equipo Gamma scout.

<b>Tipos de radiación</b>	$(\alpha + \beta + \gamma)$ (alfa)	a partir de 4 MeV
	$\beta$ (beta)	a partir de 0,2 MeV
	$\gamma$ (gamma)	a partir de 0,02 MeV
<b>Selección de diafragma</b>	$\alpha + \beta + \gamma$	sin diafragma
	$\beta + \gamma$	hoja de Al de 0,1 mm, protege de $\alpha$ desde el diafragma
	$\gamma$	pantalla de Al de 3 mm, protege de $\alpha$ completamente y de $\beta$ hasta 2 MeV, debilita $\gamma$ menos del 7%.

**Fuente:** (Scout, 2020, p. 3, 25).

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



**Figura 1-2.** Detector Gamma scout.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

### 2.3.2.2. Equipos generadores de radiaciones ionizantes

El aparato utilizado es un equipo análogo de marca S.E. International, modelo monitor 4 y serie 24582, que detecta la radiación ionizante mediante un tubo Geiger müller (GM) con una ventanilla de mica delgada, que se muestra en la figura 2.1, tiene una operación de rango de 0-50 mR/hr, 0-50,000 CPM o de 0-50 mR/hr, 0-500  $\mu$ Sv/hr (Eaves, 1984, p. 46-49).



**Figura 2-2.** Monitor 4 Geiger müller.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

La sensibilidad de energía del MONITOR 4, detecta radiación alfa por encima de 2,5 MeV. La eficiencia de detección típica a 3,6MeV es mayor del 80%. Detecta radiación beta a 50 keV con una eficiencia típica del 35%. Detecta radiación beta de 150 keV con una eficiencia típica del 75%. Detecta radiación gamma y X tan débiles como 10 keV a través de la ventanilla y 40keV como mínimo a través de la caja. La radiación de fondo normal es de 5 a 20 CPM (Eaves, 1984, p. 46-49).

El equipo utilizado en la medición de fuentes radiactivas didácticas, dispone de un certificado vigente de calibración, el cual se adjunta en el **Anexo 3**.

### 2.3.2.3. Temperatura Ambiente

Para determinar la temperatura ambiental se utilizó el instrumento Datalogger de marca MSR 255, es un registrador de datos universal miniaturizado, mide y registra diferentes parámetros de medición física (GmbH, 2011, p. 8), cuenta con certificado véase **Anexo 4**.

**Tabla 3-2.** Condiciones de temperatura

<b>Temperatura</b>	-20 °C a +65 °C
<b>Presión</b>	500 mbar a 2500 mbar absolutas
<b>Humedad</b>	10-95% humedad relativa sin condensación (evitar contacto con agua y humedad)

**Fuente:** (Gmbh, 2020, p. 1-4).

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



**Figura 3-2.** Datalogger MSR 255.

**Fuete:** (GmbH, 2011, p. 8,15,16).

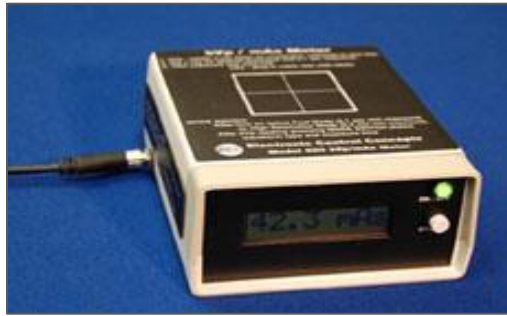
### 2.3.3. Equipos

Es de vital importancia conocer la cantidad de equipos existentes en el Laboratorios de Técnicas Nucleares en el cual hay siete equipos mientras que, en el Laboratorio de Óptica hay doce, los cuales se mencionan a continuación:

#### 2.3.3.1. Equipos del Laboratorio de Técnicas Nucleares

- Vida media y equilibrio radiactivo.
- Espectroscopia beta.
- Fotosíntesis (método de conteo de burbujas) con Cobra 3.
- Contador Geiger Ludlum Modelo 3.
- Geiger müller Ranger.
- Medidor de radiación 820/820-L.

- Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum.



**Figura 4-2.** Medidor de radiación 820/820-L.  
Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Elementos de fuentes radiactivas:

**Tabla 4-2.** Estado de las fuentes radiactivas

Ítem	Fuente radiactiva	Estado	Contenedor
1	Na-22	Vigente	Envase cilíndrico metálico
2	Sr-90	Vigente	Envase cilíndrico metálico
3	C-14	Caducado	Caja plástica negra
4	Cs-137	Vigente	Caja plástica negra
5	Am-241	Caducado	Caja plástica amarilla
6	Am-241	Caducado	Caja plástica amarilla
7	Tc-99m	Caducado	Contenedor blanco

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

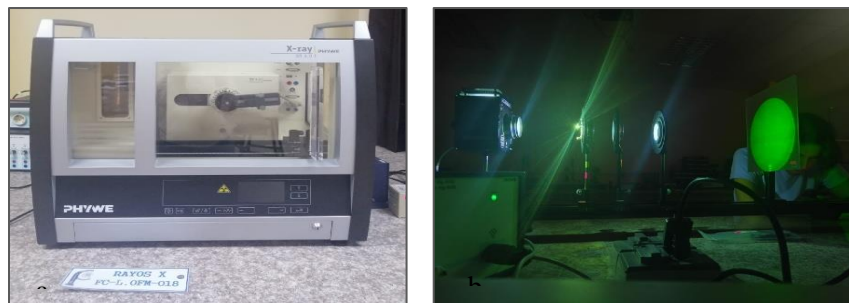


**Figura 5-2.** Fuentes radiactivas: a. Estroncio 90 (izquierda) y Sodio 22 (derecha), b. Americio 241, c. Cesio 137.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

### 2.3.3.2. Equipos del Laboratorio de Óptica

- Dispersión y poder de resolución de prismas.
- Anillos de newton con filtros de interferencia.
- Ley de lentes e instrumentos ópticos.
- Intensidad de difracción debido a múltiples rendijas y rejillas.
- Ley de radiación de Stefan Boltzmann.
- Efecto fotoeléctrico.
- Difracción de electrones.
- Aparato de Rayos X.



**Figura 6-2.** a. Aparato de Rayos X, b. Anillos de newton con filtros de interferencia.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Equipo con mayor riesgo de exposición:

- Láser de helio neón “He-Ne”.
- Láser MRL- 640 nm-clase 3 rojo.
- Láser MGL-532 nm-clase 3b verde.
- Láser MDL-405nm.clase 3b morado.



**Figura 7-2.** a. Láser MGL-532nm-clase 3b, b. Láser de helio neón “He-Ne”.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



### 2.3.4. *Procesamiento de medición*

#### 2.3.4.1. *Medición del fondo natural de los laboratorios*

En cada laboratorio, se ubicó a los aparatos gamma scout en el centro de la sala, este procedimiento se realizó durante cuatro días, con conteos de cada hora simplemente presionando el botón inicio procederá con la medición de la radioactividad obteniendo valores precisos.

#### 2.3.4.2. *Medición de radiación de equipos de radiaciones ionizantes*

Para el monitoreo de las fuentes radiactivas se consideró realizar prácticas establecidas en el laboratorio de técnicas nucleares, las guías para la realización se encuentran en los manuales realizados. El contador Geiger müller se colocó a una distancia de diez y veinticinco cm de los equipos para su medición, este procedimiento se realizó en una hora con intervalos de diez minutos durante cuatro días, se obtuvo seis mediciones.

#### 2.3.4.3. *Valoración de los equipos*

Se realizó una matriz de riesgo para analizar el nivel de riesgo físico presente en los laboratorios, para comparar con los límites de dosis empleados solo en exposiciones planificadas, en el que serán evaluadas las diferentes tareas con equipos emisores de radiación. A continuación, se utilizará una tabla de valoración de equipos:

**Tabla 5-2.** Valoración de equipos.

Menor que 20 mSv/año	riesgo bajo
Mayor que 20 mSv/año	riesgo alto

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

En la tabla de valoración el color amarillo se indica que el riesgo es bajo, quiere decir que se encuentra dentro de los límites establecidos y, el color rojo significa que el riesgo es alto, por lo tanto, sobrepasa los límites establecidos por la legislación.

#### *2.3.4.4. Temperatura ambiental*

Con respecto a la temperatura ambiental, el instrumento de medición se colocó en el Laboratorio de óptica en la parte central del área de trabajo durante tres días en el mes de marzo del 2020. Por otra parte, en el laboratorio de técnicas nucleares se realizó el mismo proceso durante los tres días siguientes.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación lista de verificación

La lista de verificación es una herramienta que facilitó al trabajo de esta investigación, ya que estableció un orden para la inspección de los factores de riesgos en los dos laboratorios de trabajo de la ESPOCH. Por ello, esta lista está relacionada con el tipo de prácticas de laboratorio que se realizaron con equipos de trabajo existentes, véase en el **Anexo 5**.

Dicho lo anterior, cabe mencionar que se realizó diecinueve listas de verificación de los equipos con su respectivo tema de práctica, cada una se encuentra codificada de acuerdo como se localizan en los manuales, a continuación, se presenta la tabla modelo de la cual se obtuvieron los datos conjuntamente con la valoración de lista de verificación.

**Tabla 1-3.** Listas de verificación de los riesgos físicos LTN.

LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES			
EQUIPO (C-001): VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIATIVO			
Descripción	Cumple	No Cumple	Observación
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones ionizantes		✗	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Mascarillas		✗	
Guantes de látex		✗	
Cofias		✗	
Mandil	✗		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		✗	
Aplicación de inspección de seguridad		✗	
Aplicación de investigación de accidentes		✗	
<b>Evaluación de riesgos</b>			

Radiaciones ionizantes	✗		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Dosímetro personal		✗	No existe
Detector Geiger müller	✗		Clase b (didáctico)
Detector Geiger müller Ranger		✗	No se encuentra calibrado (científico)
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Vida media y equilibrio radiactivo		✗	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		✗	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	✗		Técnico de laboratorio

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

**Tabla 2-3.** Interpretación del grado de peligrosidad del LÓ y LTN.

<b>Laboratorio de Óptica</b>			
Código	Ítems		Evaluación
	Cumple	No Cumple	
EQUIPO C-001	3	6	Alto
EQUIPO C-002	3	6	Alto
EQUIPO C-003	3	6	Alto
EQUIPO C-004	3	6	Alto
EQUIPO C-005	3	6	Alto
EQUIPO C-006	3	6	Alto
EQUIPO C-007	3	6	Alto
EQUIPO C-008	4	5	Alto
EQUIPO C-009	3	6	Alto
EQUIPO C-010	3	6	Alto
EQUIPO C-011	3	6	Alto
EQUIPO C-012	3	6	Alto

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

<b>Laboratorio de Técnicas Nucleares</b>			
Código	Ítems		Evaluación
	Cumple	No Cumple	
EQUIPO C-001	3	6	Alto
EQUIPO C-002	3	6	Alto
EQUIPO C-003	3	6	Alto
EQUIPO C-004	3	4	Alto
EQUIPO C-005	2	5	Alto
EQUIPO C-006	2	5	Alto
EQUIPO C-007	1	5	Alto

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Mediante el análisis de las listas de verificación de los laboratorios se observó que, al no cumplir los parámetros de los registros dentro de los laboratorios, como por ejemplo la inexistencia de documentos, registros de manuales y de inspecciones de seguridad, no tener anualmente calibrados los detectores de radiación ionizante, al igual que el desconocimiento del uso de hojas de seguridad, fichas de capacitación, la ausencia de kits de protección personal como mascarillas, guantes de látex,

cofias dentro del LTN, gafas protectoras contra la radiación laser, guantes térmicos en el LÓ, y la falta de señalización de RI y RNI, el riesgo para los usuarios es realmente alto.

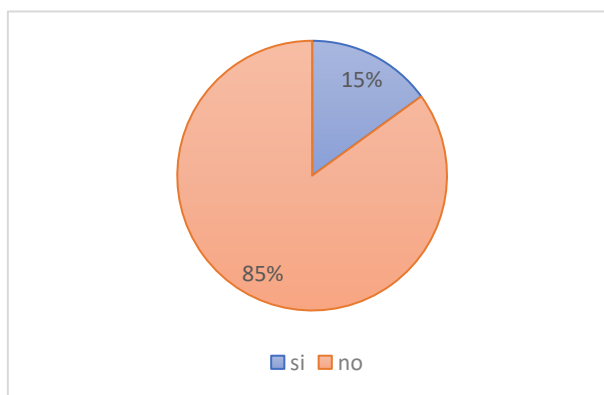
En el LÓ existen dos clases de láser, 3R y 3B, el primero se considera seguro cuando se maneja con una vista de haz limitado, mientras que el segundo sí, se expone de forma directa causa daños a la vista; para ello es necesario la implementación de gafas que protejan la vista y se pueda observar de forma directa el rayo. Los equipos de laser no cuentan con un instrumento preciso para medir su longitud de onda, sin embargo, constan de información donde se encuentra el tipo, la clasificación de cada uno y poseen de llaves de seguridad.

### 3.2. Evaluación de encuestas

Es importante mencionar que, las encuestas realizadas a los usuarios se formularon en base a la lista de verificación.

## LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES

1. A observado usted, sí en el Laboratorio de Técnicas Nucleares existe una señalética sobre riesgo de radiación.

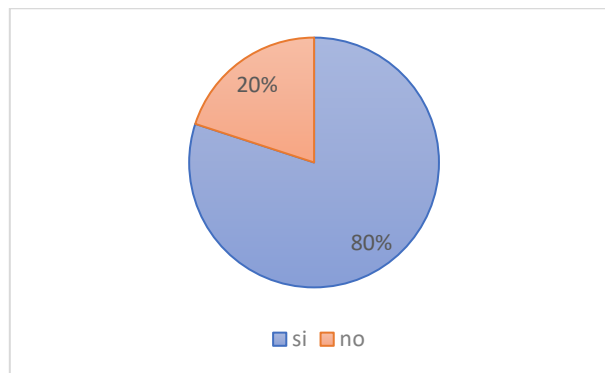


**Gráfico 1-3.** Existe una señalética sobre riesgo de radiación LTN.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 85% manifiesta que en el Laboratorio de Técnicas Nucleares no existe una señalética sobre riesgo de radiación y el 15% dice que sí, por lo tanto, el riesgo es alto.

**2. Se ha percatado si existen elementos de protección personal, para operar los equipos en el Laboratorio de Técnicas Nucleares.**

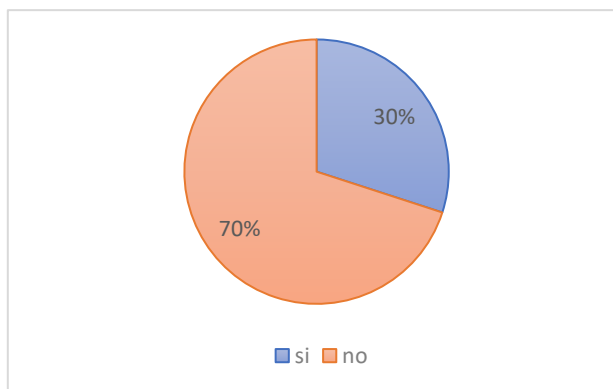


**Gráfico 2-3.** Elementos de protección personal LTN.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 80% manifiesta que, si existen elementos de protección personal, para operar los equipos en el Laboratorio de Técnicas Nucleares radiación y el 20% dice que no.

**3. Ha recibido algún tipo de capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos del Laboratorio de Técnicas Nucleares.**

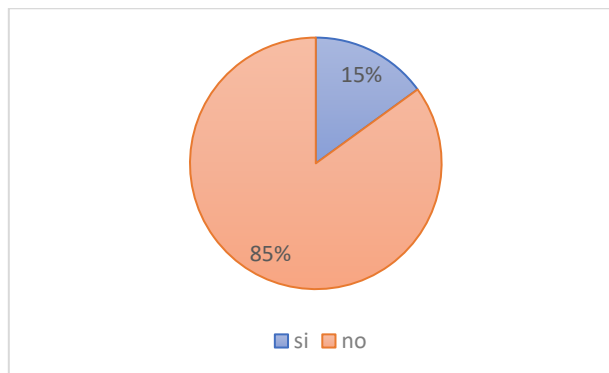


**Gráfico 3-3.** Capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos LTN.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 70% manifiesta que si ha recibido algún tipo de capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos del Laboratorio de Técnicas Nucleares y el 30% dice que no.

**4. Conoce usted, si existen hojas de seguridad de cada equipo del Laboratorio de Técnicas Nucleares.**

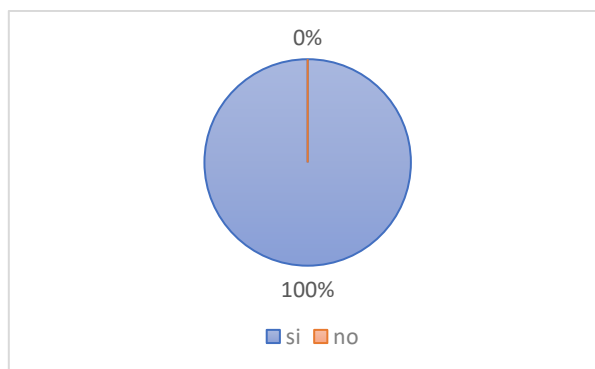


**Gráfico 4-3.** Hojas de seguridad de equipos LTN.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 85% manifiesta que, no conocen si existen hojas de seguridad de cada equipo del Laboratorio de Técnicas Nucleares y el 15% dice que no.

**5. Ha examinado sí, en el Laboratorio de Técnicas Nucleares existen rótulos de seguridad en los tomacorrientes, sobre si la corriente es de 110V o 220V.**



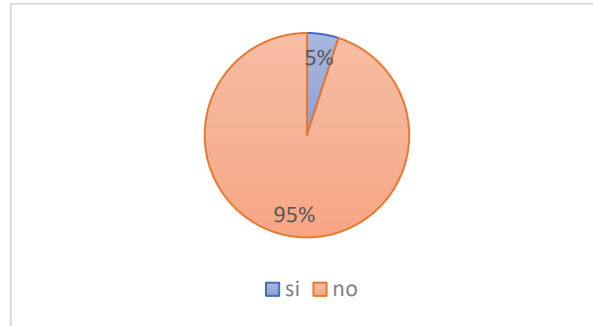
**Gráfico 5-3.** Seguridad en los tomacorrientes LTN.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 100% manifiesta que, en el Laboratorio de Técnicas Nucleares si existen rótulos de seguridad en los tomacorrientes, sobre si la corriente es de 110V o 220V.

## LABORATORIO DE ÓPTICA

1. Ha observado usted, sí en el Laboratorio de Óptica existe una señalética sobre riesgo de radiación no ionizante.

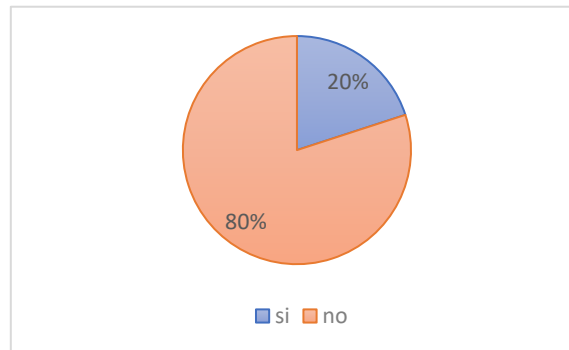


**Gráfico 6-3.** Señalética sobre riesgo de radiación no ionizante.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 95% manifiesta que en el Laboratorio de Óptica no existe una señalética sobre riesgo de radiación no ionizante y el 5% dice que sí.

2. Se ha percatado si existen elementos de protección personal, para operar los equipos en el Laboratorio de Óptica.



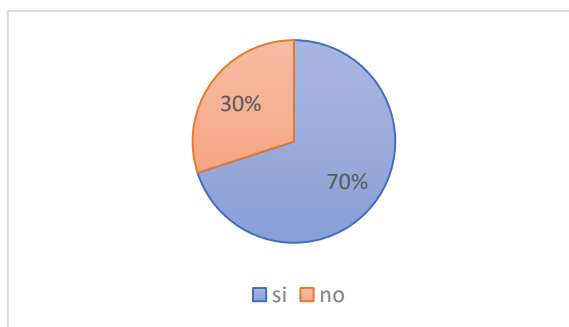
**Gráfico 7-3.** Elementos de protección personal LÓ.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 95% manifiesta que en el Laboratorio de Óptica no existe una señalética sobre riesgo de radiación no ionizante y el 5% dice que sí.



**3. Ha recibido algún tipo de capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos del Laboratorio de Óptica.**

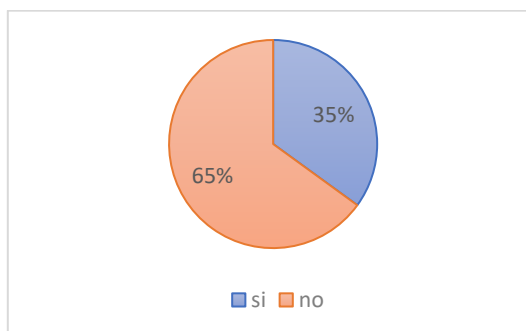


**Gráfico 8-3.** Capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos LÓ.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 70% manifiesta que si ha recibido algún tipo de capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos del Laboratorio de Óptica y el 30% dice que no.

**4. Conoce usted, si existen hojas de seguridad de cada equipo del Laboratorio de Óptica.**

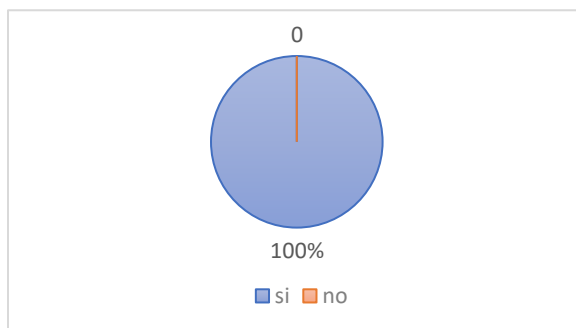


**Gráfico 9-3.** Hojas de seguridad de instrumentos del LÓ.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 65% manifiesta que no existen hojas de seguridad de cada equipo del Laboratorio de Óptica y el 35% dice que sí.

**5. Ha examinado sí, en el Laboratorio de Óptica existen rótulos de seguridad en los tomacorrientes, sobre si la corriente es de 110V o 220V.**



**Gráfico 10-3.** Conectores de corriente de 110V.

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Del total de encuestados que corresponde a 20 usuarios, el 100% manifiesta que en el Laboratorio de Óptica si existen rótulos de seguridad en los tomacorrientes, sobre si la corriente es de 110V o 220V

### 3.3. Interpretación de medición de radiación

#### 3.3.1. Radiación de fondo

**Tabla 3-3.** Radiación de fondo ambiental (mSv/h).

<i>Límite máximo para público al año 1 mSv</i>		
N.º Días	Laboratorio Óptica	Laboratorio Técnicas Nucleares
1	0,00015	0,00016
2	0,00029	0,00020
3	0,00021	0,00017
4	0,00021	0,00017
<b>Promedio</b>	0,00021	0,00017
<b>Desviación estándar</b>	0,00006	0,00002

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

En los laboratorios de técnicas nucleares y óptica, se realizó varias mediciones de radiación de fondo ambiental durante cuatro días del mes de marzo del 2020, la radiación de fondo presente en el laboratorio de óptica dio como resultado 0,00021 mSv/h en la cual se pudo ver que existe una leve presencia radiactiva debido a la radiación cósmica, dicho laboratorio se encuentra en el tercer piso del edificio de investigación, se pudo apreciar cantidades normales que se encuentran dentro de los límites permitidos en la legislación vigente para el público que es de 1 mSv/año (Radiológica, 1979).

### 3.3.2. Equipos generadores de radiación ionizantes

**Tabla 4-3.** Medidas realizadas fuentes generadoras de radiación.

FUENTES	Distancias (cm)	Tasa de dosis promedio (mSv/h)	Desviación estándar
<i>Cs-137(gamma)</i>	10	0,00193	0,0003
	25	0,00147	0,0003
<i>Sr-90 (beta)</i>	10	0,00263	0,0003
	25	0,0019	0,0002
<i>Equipo de RX</i>	10	0,0007	0,0002
	25	0,0006	0,0002

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Se usó el equipo de rayos X donde se realizó varias prácticas de laboratorio en condiciones normales con los usuarios, utilizando el instrumento de medición Geiger müller a diferentes distancias 10 cm, y 25cm, en la práctica no se utilizó ningún tipo de protección ya que el equipo emisor de radiación ionizante tiene un Kilovoltaje máximo de 35 Kv y un blindaje específico del equipo.

Al ser analizada la fuente de Cs-137 a la distancia de 10 cm, se obtuvo la tasa de dosis de 0,00193 mSv/h y a la distancia de 25 cm se tuvo una tasa de dosis de 0,00147 mSv/h esto quiere decir que, si la distancia es pequeña entre la fuente, mayor será la exposición a la radiación y, mientras más grande sea la distancia, menor será la exposición. Se pudo observar que se encontró cantidades normales, para exposiciones ocupacionales de trabajadores mayores de 18 años, donde los límites de dosis son 20 mSv anuales promediada durante cinco años consecutivos (100 mSv en 5 años). Así mismo, para la exposición ocupacional de aprendices de 16 a 18 años que están recibiendo capacitación para empleos relacionados con las radiaciones, y para la exposición de estudiantes de edades mencionadas anteriormente que utilizan fuentes durante sus estudios, los límites de dosis son de 6mSV en un año; todos estos son límites permitidos por las normas de seguridad de la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2016, p. 178).

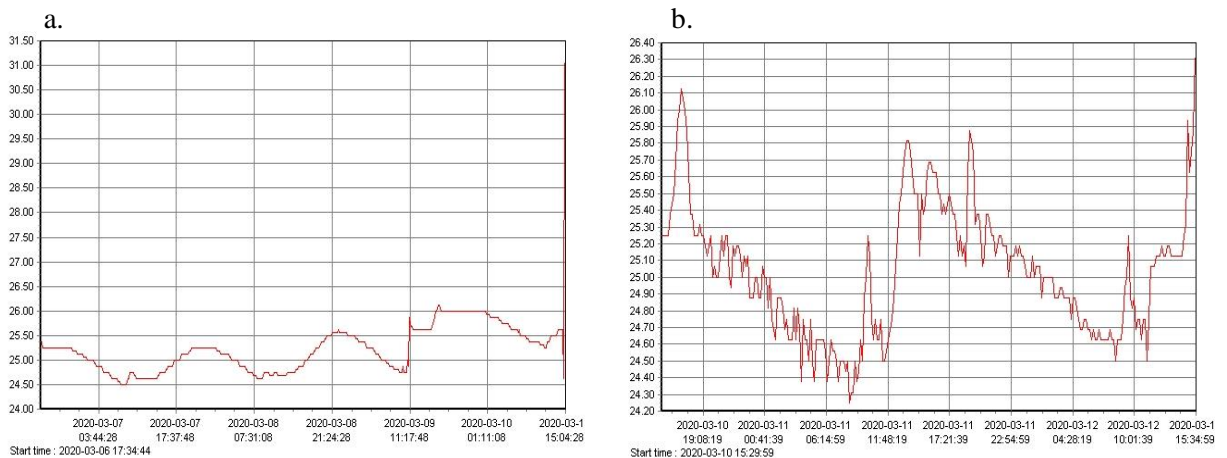
### 3.4. Interpretación de temperatura ambiental

Uno de los factores físicos identificados dentro de las instalaciones de los dos laboratorios, es la temperatura; según el Decreto 2393 en el Capítulo V en el artículo 53 numeral 1, manifiesta que: “En

los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.” (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

De acuerdo lo con expuesto anteriormente la temperatura al interior del área de trabajo cumple con los valores adecuados, sin embargo, es importante mencionar que en ciertas horas laborales las condiciones de confort térmico no son las adecuadas, a continuación, la debida explicación.

El clima de la ciudad de Riobamba es templado, no obstante el sol intenso está presente al mediodía y en la tarde desde las 14 h:00 aumenta la temperatura hasta las 18 h:00, ocasionando variaciones de temperaturas repentinas como excesivo cambio de calor o temperaturas bajas (véase la figura 21-3), esto se debe a la radiación directa del sol en las distintas edificaciones, al gran aforo de personas que en ciertas ocasiones existe, sin olvidar que no existe ningún tipo de ventilación, tanto natural como artificial; afectando la salud de quienes trabajan dentro de estas instalaciones.



**Figura 1-3.** Temperatura Ambiental: a. LÓ, b. LTN.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.


La figura a corresponde al LÓ, su instalación es grande donde existes equipos, que durante su uso emanan calor propio, como por ejemplo la máquina de láser clase 3B, en este laboratorio los horarios son diferentes ya que realizan prácticas de diferentes escuelas, a continuación, se considera tres valores de temperatura y diferentes horarios: 11:44 – 25,7°C; 16:34 – 25°C; 15:00-24,5°C.

La figura b pertenece al LTN, es un área pequeña que se encuentra en la planta baja, sus paredes son gruesas lo cual conlleva a la acumulación excesiva de calor, los datos obtenidos se realizaron durante

tres días consecutivos, las horas pico de temperaturas altas se encuentran entre las siguientes horas: 15:45 con un valor de 26°C, 15:00 su valor es 25,87°C y a las 15:30 es 25,95°C.

### 3.5. Matriz de riesgo

**Tabla 5-3.** Matriz de riesgo físico LTN.

LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES				
TEMA: VIDA MEDIA Y EQUIPIBRIO RADIACTIVO				
RIESGO FÍSICO	FACTOR DE RIESGO		DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE PELIGRO	
	<p>Contacto directo con radiaciones ionizantes.</p>	<p>El usuario entra en contacto con la fuente radiactiva Cesio 137 (gamma), el cual forma parte del equipo, ya que se encuentra expuesto al momento de realizar las mediciones con el detector del equipo.</p>	<p>La fuente de cesio 137 es líquida, se encuentra suspendida con las pinzas, se encuentra sobre la placa de montaje, frente al detector Geiger müller didáctico.</p>	BAJO
	EVIDENCIA DE EQUIPO (ANEXO)		Observaciones	
			<p>Es necesario un instrumento de medición adicional.</p> <p>El instrumento de medición es Ranger EXP, es un detector de radiación digital, el cual debe estar calibrado y con el certificado vigente.</p>	

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

En la tabla 11-3, se puede evidenciar las características específicas del factor de riesgo de los tres equipos de los laboratorios véase **Anexo 6**. El resultado obtenido de los niveles de riesgos dio un valor bajo en todos los equipos analizados, esto quiere decir que no existe riesgo para los usuarios.

### 3.6. Propuesta

Al haber realizado un análisis en los Laboratorios de la Escuela de Física, se observó que existen factores de riesgos físicos entre los principales, radiación ionizantes y no ionizantes, estos son de mayor impacto en que los usuarios se exponen al realizar prácticas diarias en el área de estudio.

Profundizando en el problema de la investigación, se logró apreciar que los usuarios no conocen los procedimientos correctos de utilización de los equipos y los kits de protección personal, por tal motivo se exponen con mayor frecuencia a los riesgos físicos. Por lo antes mencionado se plantea diseñar un manual de seguridad, riesgos y procedimientos, para disminuir el impacto de riesgos físicos y asociados en las actividades que día a día realizan los usuarios de los laboratorios, de manera que garantice la calidad de vida de quienes allí trabajan.



A continuación, se enumeran los temas de cada equipo con su respectivo código de identificación:

Equipos del Laboratorio de Técnicas Nucleares, véase **Anexo 7**

- Vida media y equilibrio radiactivo (**equipo C-001**).
- Espectroscopia beta (**equipo C-002**).
- Fotosíntesis (método de conteo de burbujas) con Cobra 3 (**equipo C-003**).
- Contador Geiger Ludlum Modelo 3 (**equipo C-004**).
- Geiger müller Ranger (**equipo C-005**).
- Medidor de radiación 820/820-L (**equipo C-006**).
- Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum (**equipo C-007**).



Equipos del Laboratorio de Óptica, véase **Anexo 7**

- Dispersión y poder de resolución de prismas (**equipo C-001**).
- Anillos de newton con filtros de interferencia (**equipo C-002**).
- Ley de lentes e instrumentos ópticos (**equipo C-003**).
- Intensidad de difracción debido a múltiples rendijas y rejillas (**equipo C-004**).
- Ley de radiación de Stefan Boltzmann (**equipo C-005**).
- Efecto fotoeléctrico (**equipo C-006**).
- Difracción de electrones (**equipo C-007**).
- Aparato de Rayos X (**equipo C-008**).
- Láser de helio neón “He-Ne” (**equipo C-009**).
- Láser MRL- 640 nm-clase 3 rojo (**equipo C-010**).
- Láser MGL-532nm-clase 3b verde (**equipo C-011**).
- Láser MDL-405nm.clase 3b morado (**equipo C-012**).

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 1 de 86</b>

**MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS DEL  
LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 2 de 86</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente manual sobre la seguridad, riesgos y procedimientos, es dirigido para dar seguridad a los usuarios quienes manipulan los equipos con radiaciones ionizantes, los mismo que acarrearán riesgos físicos y asociados si no se utilizan con precaución.

En este manual se detalla los procedimientos que se deben llevar a cabo en la utilización de cada equipo del laboratorio, ubicando señaléticas en cada uno de los equipos para su utilización más segura para los usuarios.

El Laboratorio de Técnicas Nucleares centra sus investigaciones en el estudio de la radiación y radiación natural como el Radón. Hoy en día el Laboratorio es empleado por Docentes y técnicos del laboratorio para el desarrollo de prácticas de distintas materias como, Dosimetría de Radiaciones, Técnicas Nucleares, Protección Radiológica y Física Nuclear; utilizando varias fuentes radiactivas naturales y artificiales didácticas para facilitar el estudio y comprensión de las prácticas

## OBJETIVOS



Diseñar un manual de seguridad, riesgos y procedimientos para el Laboratorio de Técnicas Nucleares de la carrera de física.

## ESPECIFICOS

- Elaborar las normas y procedimientos para el manejo, uso de kits experimentales y equipos de protección.
- Implementar la señalética para el Laboratorio de Técnicas Nucleares.
- Desarrollar un programa de capacitación sobre el riesgo y utilización de equipos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 3 de 86</b>

## ALCANCE

El alcance de la investigación hace relación a las actividades operativas de los equipos del Laboratorio de Técnicas Nucleares.



## POLÍTICA

Dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo existe la normativa de seguridad donde se expresa que se debe brindar seguridad a los usuarios en todas las áreas que estén a cargo de la misma, véase en el **Anexo 8**.

## MARCO LEGAL

Se identificará todo el marco legal aplicable al Laboratorio de Técnicas Nucleares, según la ficha marco legal. **(véase ficha A-001)**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 4 de 86</b>

## PROCEDIMIENTO AL UTILIZAR LOS EQUIPOS

Este procedimiento se aplica para que los usuarios operen de manera responsable los equipos antes, durante y después de las prácticas a realizarse. (véase **ficha B-001**).



## PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS EQUIPOS

En el Laboratorio de Técnicas Nucleares se encuentran los siguientes equipos:

1. Vida media y equilibrio radiactivo (véase **ficha C-001**).
2. Espectroscopia beta (véase **ficha C-002**).
3. Fotosíntesis (método de conteo de burbujas) con Cobra 3 (véase **ficha C-003**).
4. Contador Geiger Ludlum Modelo 3 (véase **ficha C-004**).
5. Geiger müller Ranger (véase **ficha C-005**).
6. Medidor de radiación 820/820-L (véase **ficha C-006**).
7. Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum (véase **ficha C-007**).

Dentro del plan de medidas se encuentran los principios de cada equipo con sus respectivos materiales, y a su vez, procedimientos que describen el uso y manejo del mismo.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 5 de 86</b>

## RIESGOS Y EVALUCIÓN DE RIESGOS

Se detallan los riesgos identificados de acuerdo a cada equipo que se encuentran en el Laboratorio de Técnicas Nucleares, acorde a las fichas de riesgos y evaluación de riesgos



1. Vida media y equilibrio radiactivo (**véase ficha D-001**).
2. Espectroscopia beta (**véase ficha D-002**).
3. Fotosíntesis (método de conteo de burbujas) con Cobra 3 (**véase ficha D-003**).
4. Contador Geiger Ludlum Modelo 3 (**véase ficha D-004**).
5. Geiger müller Ranger (**véase ficha D-005**).
6. Medidor de radiación 820/820-L (**véase ficha D-006**).
7. Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum (**véase ficha D-007**).

## PROTECCIÓN DE INSTRUMENTOS

Definir los elementos de protección de instrumentos de cada equipo que son obligatorios para la realización de las tareas establecidas al ejecutar las prácticas del Laboratorio de Técnicas Nucleares.

1. Vida media y equilibrio radiactivo (**véase ficha E-001**).
2. Espectroscopia beta (**véase ficha E-002**).
3. Fotosíntesis (método de conteo de burbujas) con Cobra 3 (**véase ficha E-003**).
4. Contador Geiger Ludlum Modelo 3 (**véase ficha E-004**).
5. Geiger müller Ranger (**véase ficha E-005**).
6. Medidor de radiación 820/820-L (**véase ficha E-006**).
7. Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum (**véase ficha E-007**).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 6 de 86</b>

## HOJAS DE SEGURIDAD

Cada equipo cuenta con una “Hoja de Seguridad”, el cual consta de un listado con las precauciones a tomar al momento de utilizar, su clasificación, un listado breve de los riesgos propios de la radiación emitida por el equipo como lo muestra en la ficha de hojas de seguridad de cada equipo.

1. Vida media y equilibrio radiactivo (**véase ficha F-001**).
2. Espectroscopia beta (**véase ficha F-002**).
3. Fotosíntesis (método de conteo de burbujas) con Cobra 3 (**véase ficha F-003**).
4. Contador Geiger Ludlum Modelo 3 (**véase ficha F-004**).
5. Geiger müller Ranger (**véase ficha F-005**).
6. Medidor de radiación 820/820-L (**véase ficha F-006**).
7. Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum (**véase ficha F-007**).

## PLAN DE CONTROL DE USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Actividades para el cumplimiento de las normativas del Art. 178 del Decreto 2393:

- Evaluación de los equipos de protección personal, de acuerdo a las necesidades dentro de los Laboratorio de Técnicas Nucleares. (**véase ficha G-001**).
- Listado de equipo de protección personal.
- Adquisición de equipos de protección personal:
  - ✓ Mandil.
  - ✓ Guantes de látex.
  - ✓ Cofias.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 7 de 86</b>



- ✓ Guantes de plomo.
  - ✓ Chaleco plomado.
  - ✓ Collarín plomado.
  - ✓ Gafas plomadas.
- Seguimiento y monitoreo del uso equipos de protección personal durante la ejecución de las prácticas de los Laboratorio de Técnicas Nucleares (**véase ficha G-002**).

## SEÑALIZACIÓN

Se emplean los siguientes tipos de señalización para el cumplimiento de la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013.

- Señales de advertencia, con forma de triángulo equilátero y borde exterior color negro, fondo color amarillo y símbolo negro, de acorde a las fichas de plan de señalización. (NTE INEN-ISO 3864-1 : 2013 PARTE 1, 2013) (**véase ficha H-001**)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 8 de 86</b>

## PLAN DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD

**Objeto:** Advertir los posibles accidentes dentro del Laboratorio de Técnicas Nucleares, para que el técnico aplique las acciones preventivas cuando el caso lo amerite.

**Alcance:** Este documento se aplicará para las prácticas del Laboratorio de Técnicas Nucleares.

**Responsable:** Técnico del laboratorio

**Desarrollo:** Procedimiento para realizar las inspecciones de seguridad. -



1. Con base a los posibles accidentes, se establecen los tipos de accidentes que se han manifestado con mayor repetición.
2. Monitoreo de las zonas de riesgo y las zonas donde posiblemente se produzcan accidentes.
3. Uso de dispositivo de medición para realizar los monitoreos. – en este caso se necesita Geiger müller que se encuentre calibrado para medir la radiación.
4. El registro debe constar de una sección para la verificación del estado de los equipos de protección personal.
5. El registro de inspección de seguridad debe ser entregado al técnico Laboratorio de Técnicas Nucleares, quienes deben tomar las medidas preventivas cuando el caso lo amerite.
6. En caso de detectarse un accidente dentro del Laboratorio de Técnicas Nucleares debe comenzar la investigación de accidentes.

**Recursos:** equipos de protección personal e instrumento de monitoreo para los equipos.

**Ficha:**

- Inspección de seguridad (**véase ficha I-001**)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 9 de 86</b>

## PLAN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

**Objeto:** Inspección rutinaria, con calendario para verificar que todos los equipos se encuentren en buen estado, en caso de que uno se encuentre en mal estado, notificar al Técnico de laboratorio encargado o al profesor para que se tomen las medidas correctas, ya que, si el riesgo es muy alto, se suspende las actividades del equipo.



**Alcance:** Este documento se aplicará para las prácticas del Laboratorio de Técnicas Nucleares.

**Responsable:** Técnico del laboratorio

**Desarrollo:** Procedimiento para realizar la investigación de accidente. –

1. Identificar quien es el accidentado, datos personales como:
  - Edad.
  - Año.
  - Semestre en el que cursa.
  - Materia.
  - Si el accidente ha ocurrido anteriormente.
  - El docente responsable.
2. Determinar el lugar donde ocurrió el accidente detallando explícitamente:
  - Área.
  - Sección.
  - Lugar específico.
  - Equipo utilizado en ese momento.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 10 de 86</b>



3. Determinar el día que ocurrió el accidente:
  - Fecha.
  - Hora.
  - Practica que el usuario realizaba en el momento del accidente.
  
4. Determinar cómo ocurrió el accidente, investigando en qué forma el usuario tuvo contacto con los equipos, si algo de ese equipo fue hacia el usuario, o si el usuario se movió hacia el equipo o los materiales que lo conforman, si la lesión se ocasionó por el contacto o si no hubo contacto sobre él equipo, determinar además qué tipo de lesión tiene el usuario y si existe una relación entre el equipo y el tipo de lesión (Valdez & Delgado, 2015, p. 117).
5. Determinar cuáles fueron las causas del accidente, si fueron actos imprudentes realizados por el usuario o el entorno del Laboratorio de Técnicas Nucleares.
6. Recursos: equipos de protección personal e instrumento de monitoreo para los equipos.

**Ficha:**

- Plan de Investigación de accidentes (véase ficha J-001).
- Frecuencia clasificación por tipos de accidentes (véase ficha J-002).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 11 de 86</b>

## PLAN DE CAPACITACIÓN

**Objeto:** Capacitar a los usuarios Laboratorio de Técnicas Nucleares para el manejo, uso de los equipos y la seguridad de la misma.

**Alcance:** Este documento se aplicará para las prácticas del Laboratorio de Técnicas Nucleares.

### Desarrollo:

Las actividades para la formación y capacitación de los usuarios en relación de Seguridad y Riesgos son las siguientes:

- Diseño de la presentación de capacitación.
- Selección de las áreas donde se realizará la capacitación:
- Riesgos físicos.
- Riesgos mecánicos.
- El área donde se realizará la capacitación a los usuarios.
- Aviso a los usuarios de fechas y horarios de capacitación.



**Beneficiarios:** Usuarios que realizan prácticas en el área de los Laboratorio de Técnicas Nucleares.

### Fichas:

- Programa de capacitación (**véase ficha K-001**).

Capacitación de seguridad de equipos (**véase ficha K-002**).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 12 de 86</b>

## PLAN DE BOTIQUÍN DE EMERGENCIAS

**Objeto:** El Laboratorio de Técnicas Nucleares debe disponer de un botiquín de fácil acceso para los usuarios.

**Alcance:** Este documento se aplicará para las prácticas del Laboratorio de Técnicas Nucleares

### Desarrollo:

Cuando exista alguna emergencia, en el Laboratorio de Técnicas Nucleares debe disponer de un botiquín de fácil acceso para los usuarios.

### Implementos:

- Curitas.
- Alcohol.
- Gasa estéril.
- Algodón.
- Jabón.
- Suero fisiológico.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 13 de 86</b>

## PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE CONTAMINACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN



**Objeto:** Este procedimiento indica los pasos a seguir durante la verificación de contaminación, en las superficies de trabajo con material radiactivo en el Laboratorio de Técnicas Nucleares.

**Alcance:** Este documento se aplicará para las prácticas del Laboratorio de Técnicas Nucleares en las que se requiere la utilización de fuentes radiactivas serradas y abiertas.

### Desarrollo:

- Los usuarios deberán conocer y aplicar los protocolos de verificación de contaminación y de descontaminación.
- El usuario deberá estar capacitado para el manejo del instrumento de detector de radiaciones ionizantes Geiger müller.
- Las paredes, mesas y el suelo del laboratorio deben tener superficies fáciles de limpiar.
- Si existe alguna salpicadura, ésta debe ser limpiada de forma inmediata.
- Después de manipular las fuentes radiactivas al finalizar las prácticas, lávese las manos con abundante agua y jabón.
- Si existe alguna contaminación y antes de medir, se deberá cubrir el Geiger müller en una bolsa plástica, y realizar la exploración de manos antes de tomar el instrumento de medición, de esta forma evitará ser contaminado.
- Se debe utilizar la protección adecuada como bata, guantes de látex y cubre-zapatos al ingresar a una zona de contaminación.
- Debe hacerse uso del equipo de descontaminación, el cual debe permanecer en el stand del laboratorio.
- Se debe descontaminar lo más rápido posible las superficies contaminadas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 14 de 86</b>



### Contaminación en piel:

- El procedimiento adecuado para una herida contaminada por agujas, cristales rotos o cualquier aparato que contenga material radiactivo; la herida debe ser lavada con sumo cuidado colocando chorros de agua fría.
- Informar de manera inmediata lo sucedido al técnico del laboratorio para que tome las medidas respectivas.
- Si ocurre un accidente por la ingestión de material radiactivo, se la debe tratar como ingestión de venenos, en la cual se debe beber grandes volúmenes de agua e inducir el vómito.
- La contaminación superficial de manos con fuentes radiactivas debe ser descontaminada con abundante agua fría y jabón.
- Procurar la máxima descontaminación alrededor de uñas y dedos.
- El área contaminada debe ser monitoreada después del primer lavado, en caso de que aún persista la radiación, repetir el procedimiento descontaminación hasta que exista menor exposición.
- Si el material radiactivo llegase ser derramado en el rostro y/o el cuerpo ir de forma inmediata a la regadera procurando no contaminar otras áreas.
- En caso de que el material radiactivo sea derramado sobre el mandil, retirarse con sumo cuidado y colocar en una bolsa plástica.

### Material y equipo

- Bata                                      Guantes de látex
- Dosímetro personal                      Mandil
- Mandil plomado

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 15 de 86</b>

- Guantes plomados
- Geiger müller
- Papel absorbente
- Bolsa de plástico
- Pinzas
- Etiquetas
- Marcador



#### **Equipo para descontaminar**

- Líquido descontaminante de superficies
- Jabón
- Cinta plástica de color amarillo para delimitar el área, previamente con la leyenda “Peligro Radiación”
- Guantes de látex
- Cubre-zapatos
- Botas de plástico
- Cofias
- Papel absorbente

#### **FORMACIÓN**



Todo el personal deberá tener su formación y adjuntar su certificado, por ejemplo, certificado de la Técnico del Laboratorio, véase en el **Anexo 9**.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 16 de 86</b>



# FICHAS

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 17 de 86</b>

## MARCO LEGAL

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 18 de 86</b>

FICHA	MARCO LEGAL	N. ° A-001
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Constitución de la República del Ecuador (2008). Art. 326, inciso 5; en relación al desarrollar labores en un ambiente adecuado, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.</li> <li>● Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005). Decisión 584. Capítulo IV. Art.- 18; respecto a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio.</li> <li>● Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005). Resolución 957.</li> <li>● Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016). Resolución CD 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).</li> <li>● Código del Trabajo (2005). Art.-38; en lo referente a los riesgos provenientes del trabajo.</li> <li>● Código del Trabajo (2005). Capítulo V. Art.- 410; en cuanto a las obligaciones respecto de la prevención de riesgos.</li> <li>● Código del Trabajo (2005). Capítulo V. Art.- 412 en relación a preceptos para la prevención de riesgos.</li> <li>● Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986). Decreto Ejecutivo 2393. Art. 62 Radiaciones ionizantes. Registro Oficial N° 891.</li> <li>● Reglamento de Seguridad Radiológica (1979). Decreto Ejecutivo 3640. Registro Oficial N° 891.</li> </ul> <p>También, se completará el estudio por medio de la revisión de las normas internacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ICRP 103 (2007). Límite de dosis. Comisión Internacional de Protección Radiológica.</li> <li>● ICRP Publicación 103, las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.</li> <li>● OIEA Guía de seguridad N.° GRS Part 3, Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: normas básicas internacionales de seguridad.</li> <li>● OIEA Guía de seguridad N.° RS-G-1.1, Protección radiológica ocupacional.</li> <li>● OIEA Guía de seguridad N.° RS-G-1.8, Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiaciones con fines de protección radiológica.</li> </ul>		

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 19 de 86</b>

### PROCEDIMIENTO AL UTILIZAR LOS EQUIPOS



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 20 de 86</b>

FICHA	PROCEDIMIENTO AL UTILIZAR LOS EQUIPOS	N.º B-001
<b>ANTES</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que los equipos se encuentren en buen estado.</li> <li>• Leer las instrucciones del manual de cada equipo.</li> <li>• Asegurarse que el interruptor del equipo se encuentre en la posición APAGADO.</li> <li>• En caso de que el equipo utilice pilas, verificar que no se encuentren las mismas.</li> <li>• Comprobar el estado de las pilas antes de usarse.</li> <li>• Verificar que no existan cables dañados.</li> <li>• Armar el equipo de forma correcta como se indica en los procedimientos de cada equipo.</li> <li>• Verificar que los equipos se encuentren calibrados.</li> </ul>		
<b>DURANTE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar todo el equipo de protección adecuado al ejecutar las prácticas.</li> <li>• Leer las prácticas establecidas por el Técnico del Laboratorio.</li> <li>• Seguir la guía de práctica establecida de cada equipo.</li> <li>• Si el equipo requiere de algún componente líquido, estar siempre atento ante cualquier eventualidad.</li> <li>• Colocar los equipos en superficies planas.</li> </ul>		
<b>DESPUES</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar el interruptor de las fuentes de voltaje.</li> <li>• Al finalizar la práctica, desconectar el equipo de la corriente eléctrica.</li> <li>• Dejar enfriar los materiales, antes de ser guardados.</li> </ul>		



**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

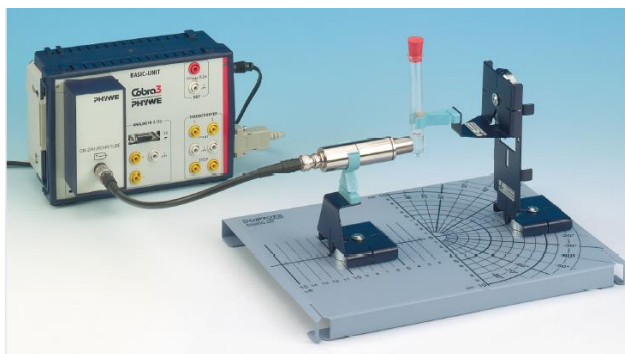
	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 21 de 86</b>

## PROCEDIMIENTO DE EQUIPO

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 22 de 86</b>

FICHA	PROCEDIMIENTO DE EQUIPO	N.º C-001
<b>TEMA: VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIATIVO</b>		





**Figura 2-3.** Kit experimento vida media y equipo. Radiactivo con cobra 3.

Fuente: (PHYWE, 2018).

### Principio





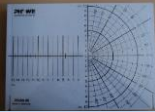


La vida media de una sustancia hija Ba-137 m eluida (lavada) de un generador de isótopos Cs-137 se mide directamente y también se determina a partir del aumento de la actividad después de la elución (PHYWE, 2018).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 23 de 86</b>



### Equipamiento

**Tabla 6-3:** Kit experimento vida media y equilibrio radiactivo con cobra 3.

Material	Equipamiento
Interfase cobra3 unidad-básica, usb	
Tubo contador Geiger muller tipo a	
Módulo para tubo contador	
Software cobra3, radioactivity	
Placa de montaje, radiactividad	
Fuente de alimentación 12v/2a	
Soporte bandeja, sin imán fijación magnética	

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 24 de 86</b>

### Procedimiento

De acuerdo con las instrucciones, el generador de isótopos se eluye en un vaso de precipitados de vidrio que se debe colocar lo más lejos posible del tubo contador. Haga una tapa en forma de U a partir de una tira de lámina de aluminio y póngala sobre el tubo: absorberá los electrones en la fase de beta decaimiento, lo que de lo contrario interferiría con el experimento. Para medir el aumento de la actividad, es recomendable leer la tasa de impulso cada 30 segundos después de la elución (contando la constante de tiempo del medidor de frecuencia = 10 segundos). La actividad y el conteo de impulsos son suficientemente proporcionales a bajas tasas de impulso. Para medir la vida media del isótopo  $^{137m}\text{Ba}$ , primero eluya el generador de isótopos en un tubo de ensayo, luego colóquelo lo más lejos posible del resto del equipo. El tubo contador (sin la tapa de aluminio) ahora se puede configurar inmediatamente delante del extremo inferior del tubo de ensayo (Relevance, 2018).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 25 de 86</b>

<b>FICHA</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE EQUIPO</b>	<b>N.º C-002</b>
<b>TEMA: ESPECTROSCOPIA BETA</b>		





**Figura 3-3.** Configuración experimental para determinar la inductancia a partir de la frecuencia resonante de un circuito oscilatorio.

Fuente: (PHYWE, 2018)






### Principio

La radiación de  $\beta$  núcleos atómicos inestables se selecciona en base a sus pulsos de un campo transversal magnético, utilizando un sistema de diafragma. La relación entre la corriente de bobina y la energía de las partículas se determina para la calibración del espectrómetro y la energía de decaimiento de la transición  $\beta$  se obtiene en cada caso por los espectros  $\beta^-$  (Ortec, 1945, p. 1-9).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 26 de 86</b>



## Equipamiento

Material	Equipamiento
1 fuente de alimentación universal	
1 contador Geiger müller	
1 Geiger müller tubo contador tipo b	
1 espectroscopio beta	
1 sonda de hall tangencial, con protección	
1 bobina 600 espiras	

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 27 de 86</b>

## Tareas

Calibración de energía del espectrómetro

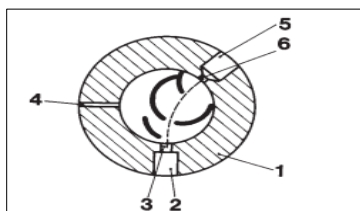
Medición de los espectros  $\beta$  de  $^{90}\text{Sr}$  y  $^{22}\text{Na}$

Determinación de la energía de desintegración de los dos isotopos (Ortec, 1945, p. 1-9).

## Propósito



El espectroscopio beta se utiliza para medir la velocidad de las partículas beta, a partir de la cual se calcula su energía, se supone que se conoce el valor  $e/m$ . El espectroscopio beta se puede usar tanto como demostración unidad y para cursos de laboratorio. El espectroscopio beta consiste en una cámara plana redonda con una gruesa pared cilíndrica hecha de material no magnético, la parte inferior y la tapa son planas, piezas planas polares (Ortec, 1945, p. 1-9).

Hay tres canales de alimentación en la pared 1: el soporte de muestras 2 con el diafragma de entrada 3, el canal de alimentación para la sonda de campo magnético 4 y el soporte del tubo contador 5 con el diafragma de salida 6. Un sistema de diafragmas dispuestos en el fondo de la cámara elimina las partículas beta que desviarse de la trayectoria circular prevista. (véase la figura2) (Ortec, 1945, p. 1-9).



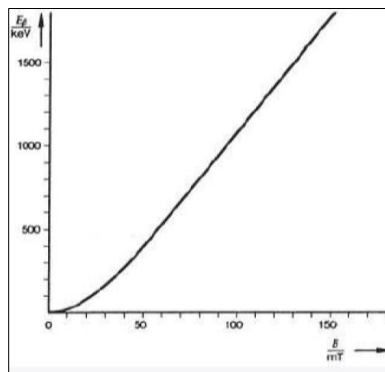
**Figura 4-3.** Representación esquemática del espectroscopio beta que muestra la trayectoria de las partículas contadas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 28 de 86</b>

### Configuración y Procedimiento

El experimento se monta como la figura 1, inicialmente sin la fuente. Las componentes de hierro deberán fijarse firmemente en su posición para garantizar un flujo de fuerzas satisfactorio y constante. El punto cero tiene que ser ajustado en el instrumento de medición del campo magnético, antes de introducir a la sonda de Hall tangencial a través de la abertura lateral. Se determina la relación entre la corriente de bobina y la densidad de flujo magnético. Las mediciones se realizan en ambas direcciones del campo magnético (véase la figura 3) (Ortec, 1945, p. 1-9).





**Figura 5-3.** Calibración del espectrómetro. - relación entre la corriente de la bobina y la energía de partículas seleccionada.

Fuente: (PHYWE, 2018)



Para la determinación del campo magnético, la velocidad de conteo por periodo de medición de 10s se determina en diferentes fosas del campo. La medición se registra para ambos isotopos, determinando en cada caso el efecto cero con la fuente, pero en dirección opuestas del campo (Ortec, 1945, p. 1-9).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 29 de 86</b>

## RIESGO Y EVALUACIÓN DE RIESGO

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 30 de 86</b>



FICHA	RIESGO Y EVALUACIÓN DE RIESGO	N. ° D-001
<b>EQUIPO: C-001</b>	<b>VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIATIVO</b>	
<b>RIESGO</b>	Radiación ionizante	
<b>DETECTOR DE RADIACIÓN</b>	Geiger müller	Observación: detector clase b (didáctico)

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

FICHA	RIESGO Y EVALUACIÓN DE RIESGO	N. ° D-002
<b>EQUIPO: C-002</b>	<b>ESPECTROSCOPIA BETA</b>	
<b>RIESGO</b>	Radiación ionizante	
<b>DETECTOR DE RADIACIÓN</b>	Geiger müller	Observación: detector clase b (didáctico)



**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 31 de 86</b>

### PROTECCIÓN DE INSTRUMENTOS

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 32 de 86</b>



FICHA	PROTECCIÓN DE INSTRUMENTOS	N. ° E-001
<b>EQUIPO: C-001</b>	<b>VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIATIVO</b>	
Fuente de alimentación universal.		

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

FICHA	PROTECCIÓN DE INSTRUMENTOS	N. ° E-002
<b>EQUIPO: C-002</b>	<b>ESPECTROSCOPIA BETA</b>	
Fuente de alimentación universal.		



**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 33 de 86</b>

## HOJAS DE SEGURIDAD

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 34 de 86</b>
<b>FICHA</b>	<b>HOJAS DE SEGURIDAD</b>	<b>N. ° F-001</b>
<b>EQUIPO: C-001</b>	<b>VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIATIVO</b>	



	<b>PRECAUCIÓN</b>
<b>Tubo de conteo, tipo B</b>	
<b>PRECAUCIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>No arranque este instrumento en caso de signos visibles de daño.</li> <li>Utilice el instrumento únicamente para el fin para el que fue diseñado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reporte cualquier irregularidad al técnico del Laboratorio y al Docente a cargo.</li> </ul>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL OBLIGATORIA:</b>	
<input type="checkbox"/> Es obligación mantener el tubo de conteo, confinado <input type="checkbox"/> Mandil <input type="checkbox"/> Guantes de látex      Otros: _____	
<b>RIESGOS ASOCIDOS:</b>	
El equipo utiliza una fuente de alta tensión sellada. Amperaje voltaje	
<b>DATOS DEL EQUIPO:</b>	
<b>Código de inventario:</b> <i>Tubo de contaje de gatillo, autoextinguible.</i> <i>Material extintor halógeno. Voltaje de operación 500 VDC</i> <i>Longitud de meseta &gt; 200 V, Pendiente de meseta 0.04% / V</i> <i>Tiempo muerto aprox. 100 μs, Efecto de fondo aprox. pulsos / min, Vida de servicio &gt; 10<sup>10</sup> pulsos</i> <b>Responsable: Técnico de Laboratorio</b> Fecha evaluación: febrero 2020	<b>Características:</b> Tipos de radiación detectable α, β, γ <b>Responsable de la clasificación y medición:</b> Original del fabricante Fecha: Octubre /2018 Fecha de la última medición: febrero/2020 Observación: no existe goma de protección del contador.
<b>PUNTOS DE EMISIÓN ACCESIBLE DE RADIACIÓN:</b>	
	



**Fuente:** (PHYWE, 2020d).

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------





	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 35 de 86</b>



 <b>PRECAUCIÓN</b>	
<b>Contador Geiger-Müller</b>	
<b>PRECAUCIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice el instrumento únicamente para el propósito para el que fue diseñado.</li> <li>• Compruebe que la tensión de alimentación de su red corresponde a la indicada en la placa de características fijada al instrumento.</li> <li>• Instale el instrumento de manera que se pueda acceder fácilmente al interruptor de encendido / apagado y al enchufe de conexión a la red.</li> <li>• No cubra las ranuras de ventilación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenga cuidado de que no entren líquidos u objetos a través de las ranuras de ventilación.</li> <li>• Utilice el instrumento únicamente en habitaciones secas en las que no exista riesgo de explosión.</li> <li>• No ponga en marcha este instrumento en caso de signos visibles de daños en él o en el cable de línea.</li> <li>• Reporte cualquier irregularidad al técnico del Laboratorio y al Docente a cargo.</li> </ul>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL OBLIGATORIA:</b>	
<input type="checkbox"/> Mandil      Otros: _____	
<b>RIESGOS ASOCIDOS:</b>	
El equipo utiliza una fuente de alta tensión sellada. Amperaje voltaje	
<b>DATOS DEL EQUIPO:</b>	
<b>Código de inventario:</b>  <i>Pantalla LED de 4 dígitos. Tiempo de medición libremente seleccionable. Toma BNC para tubo de conteo 500 V (predeterminado, seleccionable 300-700 V). Casquillo de 1/4 de pulgada para contar eventos con señales TTL Bateria (6 * 1,5 V AA incluida) o fuente de alimentación de 12 V CC, 2,5 A Dimensiones 230 x 105 x 50 mm. Responsable: Técnico de Laboratorio</i>  Fecha evaluación: febrero, 2020	<b>Características de emisión:</b>  <i>5 tiempos de medición estándar 1/10/60/100/300s</i>  <b>Responsable de la clasificación y medición:</b>  Original del fabricante  Fecha: Octubre /2018  Fecha de la última medición:
<b>PUNTOS DE EMISIÓN ACCESIBLE DE RADIACIÓN:</b>	
	

Fuente: (Gmbh , 2020, p. 1-4)

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 36 de 86</b>



 <b>PRECAUCIÓN</b> <b>Generador de isótopos Cs-137, 370 kBq (Fuente Didáctica)</b>	
<b>PRECAUCIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tenga cuidado al momento de abrir el contenedor del generador de isótopos.</li> <li>Al momento de realizar la elución, verifique si la manguera no tiene orificios, para evitar posibles derrames o salpicaduras.</li> <li>No pipetear con la boca, utilizar pipetas automáticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No utilice ningún tipo de anillos, pulseras y cadenas ya que se podrían contaminar, en el caso de posibles derrames.</li> <li>Reporte cualquier irregularidad al técnico del Laboratorio y al Docente a cargo.</li> </ul>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL OBLIGATORIA:</b>	
<input type="checkbox"/> Es obligación mantener la fuente con su protector. <input type="checkbox"/> Dos guantes de látex <input type="checkbox"/> Mandil    Otros: _____	
<b>EFFECTOS DE LA RADIACIÓN EMITIDA POR ESTE EQUIPO:</b>	
La exposición breve a cantidades extremadamente altas de radiación puede producir náusea, vómitos, diarrea, hemorragias	
<b>RIESGOS ASOCIDOS:</b>	
El equipo utiliza una fuente de alta tensión sellada. Amperaje voltaje	
<b>DATOS DEL EQUIPO:</b>	
<i>Fuente de límite libre con aprobación de diseño, en caja de almacenamiento. Tiempo de elución aprox. 10 s. Vida media 2.6 min. Tiempo de descomposición a 1/1000 de actividad inicial &lt;26 min. Frecuencia de elución 1000</i>  <i>Incl. solución de elución.</i>  <b>Responsable: técnico de Laboratorio.</b> - Fecha evaluación: febrero,2020	<b>Características de emisión:</b> Fuente gamma adecuada (Energía: 0,662 MeV) para experimentos de desintegración radiactiva (determinación de vida media, equilibrio radiactivo). El bario excitado, que tiene una vida media ideal para la enseñanza, se separa de la sustancia madre cesio por medio de una solución de elución y se recoge, por ejemplo, un tubo.  <b>Responsable de la clasificación y medición:</b> Original del fabricante. - Fecha: Octubre /2018  Fecha de la última medición:  Observación: el instrumento Geiger müller no se encuentre calibrado, no existe pinza.
<b>PUNTOS DE EMISIÓN ACCESIBLE DE RADIACIÓN IONIZANTE:</b>	
	

Fuente: (PHYWE, 2020b).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 37 de 86</b>



<b>FICHA</b>	<b>HOJAS DE SEGURIDAD</b>	<b>N. ° F-002</b>
<b>EQUIPO: C-002</b>	<b>ESPECTROSCOPIA BETA</b>	

 <b>PRECAUCIÓN</b>	
<b>Contador Geiger-Müller</b>	
<b>PRECAUCIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice el instrumento únicamente para el propósito para el que fue diseñado.</li> <li>• Compruebe que la tensión de alimentación de su red corresponde a la indicada en la placa de características fijada al instrumento.</li> <li>• Instale el instrumento de manera que se pueda acceder fácilmente al interruptor de encendido / apagado y al enchufe de conexión a la red.</li> <li>• No cubra las ranuras de ventilación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenga cuidado de que no entren líquidos u objetos a través de las ranuras de ventilación.</li> <li>• Utilice el instrumento únicamente en habitaciones secas en las que no exista riesgo de explosión.</li> <li>• No ponga en marcha este instrumento en caso de signos visibles de daños en él o en el cable de línea.</li> <li>• Reporte cualquier irregularidad al técnico del Laboratorio y al Docente a cargo.</li> </ul>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL OBLIGATORIA:</b>	
<input type="checkbox"/> Mandil      Otros: _____	
<b>RIESGOS ASOCIDOS:</b>	
El equipo utiliza una fuente de alta tensión sellada. Amperaje voltaje	
<b>DATOS DEL EQUIPO:</b>	
<p><b>Código de inventario:</b> Pantalla LED de 4 dígitos. Tiempo de medición libremente seleccionable. Toma BNC para tubo de conteo 500 V (predeterminado, seleccionable 300-700 V). Casquillo de 1/4 de pulgada para contar eventos con señales TTL. Batería (6 * 1,5 V AA incluida) o fuente de alimentación de 12 V CC, 2,5 A. Dimensiones 230 x 105 x 50 mm.</p> <p><b>Responsable:</b> Técnico de Laboratorio</p> <p>Fecha evaluación: febrero, 2020</p>	<p><b>Características de emisión:</b> 5 tiempos de medición estándar 1/10/60/100/300s</p> <p><b>Responsable de la clasificación y medición:</b></p> <p>Original del fabricante</p> <p>Fecha: Octubre /2018</p> <p>Fecha de la última medición:</p>
<b>PUNTOS DE EMISIÓN ACCESIBLE DE RADIACIÓN:</b>	
	

Fuente: (GmbH, Robert-bosch-breite , 2020, p. 1-4) .

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 38 de 86</b>

	<b>PRECAUCIÓN</b> <b>Fuente radiactiva Sr-90, 74 kBq</b>
<b>PRECAUCIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice la fuente únicamente para el propósito para el que fue diseñado.</li> <li>• Mantener las fuentes radiactivas en las zonas destinadas para ello.</li> <li>• Mantener a la fuente en su respectiva protección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No toque la zona de radiación directamente con los dedos.</li> <li>• Reporte cualquier irregularidad al técnico del Laboratorio y al Docente a cargo.</li> </ul>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL OBLIGATORIA:</b>	
<input type="checkbox"/> Es obligación mantener el haz confinado. <input type="checkbox"/> Guante plástico <input type="checkbox"/> Mandil    Otros: _____	
<b>EFFECTOS DE LA RADIACIÓN EMITIDA POR ESTE EQUIPO:</b>	
<b>Biológicos:</b> Intoxicación, Quemaduras	
<b>RIESGOS ASOCIDOS:</b>	
El equipo utiliza una fuente de alta tensión sellada. Amperaje voltaje	
<b>DATOS:</b>	
<b>Código de inventario:</b> Fuente de radiación encapsulada Sr-90 radionúclido Beta (-) con contenedor de almacenamiento. <b>Responsable:</b> técnico del laboratorio Fecha evaluación: febrero 2020	<b>Características de emisión:</b> Actividad: 74 kBq, Beta-energías: 2.27 MeV. Tiempo de vida media: 28.5 a <b>Responsable de la clasificación y medición:</b> Original del fabricante Fecha: Agosto /2017 Fecha de la última medición:
<b>PUNTOS DE EMISIÓN ACCESIBLE DE RADIACIÓN:</b>	
	

**Fuente:** (PHYWE, 2020c).



**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.








Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 39 de 86</b>

## PLAN DE CONTROL DE USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------








	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 40 de 86</b>

FICHA	PLAN DE CONTROL DE USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		N.º G-001
<b>Mandil: requisito</b> indispensable para hacer uso en los laboratorios, con el fin de proteger la ropa y la piel.		<b>Chaleco plomado:</b> delantal equivalente a 0,5 mm de plomo	
<b>Guantes de látex:</b> equipo de protección personal, evita contaminación con sustancias líquidas.		<b>Collarín plomado:</b> collarín para la protección de tiroides.	
<b>Cofias:</b> Permite perfecta ventilación y cumple con la función de retener la caída del cabello.		<b>Gafas plomadas:</b> protección ocular mediante gafas con lentes plomadas, con blindaje lateral.	
<b>Guantes plomados:</b> protección para manos contra la radiación ionizante.			

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 41 de 86</b>

FICHA	SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL USO DE EQUIPOS			N.º G-002
<b>Fecha:</b>		<b>Responsable:</b>		
<b>Nombres y apellidos:</b>	<b>Equipos de protección personal</b>			
				
				

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------







	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 42 de 86</b>

## PLAN DE SEÑALIZACIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------




	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 43 de 86</b>

FICHA	PLAN DE SEÑALIZACIÓN		N.º H-001
N.º	FACTOR DE RIESGO	LOCALIZACIÓN	
1	Riesgo de radiación ionizante 	Junto a la puerta de equipos 	
2	Riesgo de radiación ionizante 		
3	Riesgo de electricidad 		



Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 44 de 86</b>

## INSPECCIÓN DE SEGURIDAD



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 45 de 86</b>

FICHA	INSPECCIÓN DE SEGURIDAD			N.º I-001
<b>FECHA:</b>	<b>ESTADO</b>			
<b>Técnico del Laboratorio:</b>	<b>Bueno</b>	<b>Malo</b>	<b>No aplica</b>	<b>Observaciones</b>
Estado general del Laboratorio de Técnicas Nucleares.				
Estado general de las mesas				
Estado general de las sillas				
Equipo de protección personal				
Existencia de instrumento de medición (Geiger müller -Ranger)				
Orden y limpieza				
Ventilación e iluminación				
<b>Frecuencia de revisión:</b> Mensual <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/>				
<b>Actividades a incluir en el plan:</b> .....				

Realizado por: Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 46 de 86</b>

### PLAN PARA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 47 de 86</b>

FICHA	PLAN PARA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES	N.º J-001
<b>ANTECEDENTES DEL ACCIDENTE</b>		
Apellido Paterno:		Apellido Materno:
Nombres:		
Profesión/ Oficio	Docente responsable:	Edad:      Sexo    F      M
Semestre:	Fecha accidente:	Hora Accidente:
Materia:	Área	
Lugar específico del accidente		
Equipo utilizado en ese momento		
Práctica que el usuario realizaba en el momento del accidente:		
<b>DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE</b>		
Actividad que realizaba (tarea): (labor que se estaba ejecutando al momento del evento)		
Lugar específico: (área de trabajo, edificio)		
Evento: (tipo de accidente, por ejemplo: caída, golpe, contacto eléctrico, quemadura, etc.)		
Consecuencia y parte del cuerpo lesionada: (tipo de lesión, herida, golpe, quemadura, etc.)		
<b>ANÁLISIS DEL PELIGROS Y CAUSAS DEL ACCIDENTE</b>		
Acción Insegura (qué hizo o dejó de hacer el usuario, u otra persona que contribuyó directamente al accidente)		Condición Insegura (qué cosa en el ambiente, herramienta, estructura, protecciones, etc, contribuyó al accidente)
Causas (explicación del origen de los peligros descritos)		

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.


Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 49 de 86</b>

### PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 50 de 86</b>

<b>FICHA</b>	<b>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN</b>	<b>N.º K-001</b>
--------------	---------------------------------	------------------

**Realizado por:** Abigail Barrera, 2020.

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

ACTIVIDAD	TIEMPO																			
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Principio de cada equipo	x	x		x																
Equipamiento					x	x	x													
Investigación de accidentes									x	x	x									
Uso de equipos de protección personal										x	x	x								
Recolección de información												x	x	x						
Riesgos físicos													x	x	x	x				
Riesgos mecánicos															x	x				
Hoja de seguridad																	x	x	x	x

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------



	<b>MANUAL DE SEGURIDAD, RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>ESPOCH</b>	
<b>Área:</b> Laboratorio de Técnicas Nucleares	<b>Elaborado por:</b> Abigail Barrera	<b>Pág. 51 de 86</b>

FICHA	PLAN DE CAPACITACIÓN SEGURIDAD DE EQUIPOS	N.º K-002
<b>INSTITUCIÓN:</b> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO <b>ÁREA:</b> LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES <b>FECHA DE INICIO DE CAPACITACIÓN:</b> <b>EQUIPO / PRÁCTICA:</b> VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIACTIVO <b>SERIE N.º:</b> <b>TÉCNICO RESPONSABLE:</b> Técnico de Laboratorio <b>PERSONA RESPONSABLE DE LA INSTITUCIÓN:</b> Dr. Edmundo Caluña S.		
N.º DE CAPACITADOS	N.º HORAS DICTADAS	N.º DIAS
<b>TEMAS TRATADOS:</b>		

Comparecen y firman para constancia de la asistencia a la capacitación y a la explicación de las precauciones de los equipos que se debe tener en cuenta.

NOMBRE DE CAPACITADO	CARGO	FIRMA

**Realizado por:** Barrera S, Abigail E, 2020.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

## CONCLUSIONES

Después de haber ejecutado una larga investigación, dentro de los laboratorios de Técnicas Nucleares y Óptica en la Escuela de Física, se realizó listas de verificación y valoración de ítems destinadas a obtener información relevante acerca del cumplimiento y no cumplimiento de los distintos procedimientos de seguridad empleadas al momento de realizar una práctica; se concluyó que existe una falencia en el desconocimiento, características y uso de equipos, al igual que, la falta de kits de protección personal.

La Escuela de Física no posee una guía adecuada que exponga los diferentes riesgos que existen en los laboratorios, al igual que el debido procedimiento de antes, durante y después del uso y montaje de los distintos equipos, al ejecutar las prácticas requeridas según cada asignatura.

Una vez reconocidos los riesgos, se identificó factores físicos en los dos laboratorios, en el LTN hay radiaciones ionizantes, los riesgos que aquí predomina son, la falta de calibración anual de los detectores de radiación que provoca lecturas erróneas y la mala manipulación de las fuentes radiactivas; mientras que en el LÓ hay radiaciones no ionizantes, lo cual no permitió realizar un análisis exhaustivo al no existe el instrumento adecuado para la medición de los láseres de longitud de onda de 633 nm, lámparas infrarrojas-ultravioleta y el contacto directo con las lámparas de mercurio que generan calor produciendo quemaduras, debido a que no existe el equipo de protección personal, es decir que el riesgo de adquirir una enfermedad laboral se incrementa por la ausencia de EPP.

En síntesis, se realizó el diseño de un manual dirigido para docentes, estudiantes y técnicos de laboratorios con el propósito de disminuir la probabilidad de que ocurra un accidente durante las prácticas, mismo que se fundamenta en el Decreto ejecutivo 2392 publicado en el registro oficial 565, reglamento de seguridad y salud de los trabajadores art. 132 y prevención de factores de riesgo reglamento interno de higiene y seguridad de la politécnica, el cual es necesarios para garantizar la salud y bienestar de los usuarios.

Al realizar el manual, se estableció procedimientos de inspecciones de seguridad, planes de investigaciones de accidentes, como se debe armar paso a paso cada equipo, el uso correcto, hojas de seguridad donde se muestra detalladamente las características de cada material y el riesgo asociado, protocolos de uso de sustancias radiactivas, límite de dosis, etc.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda, realizar de manera permanente capacitaciones a docentes y estudiantes que operan dentro de las instalaciones, para dar a conocer el debido cuidado de los distintos equipos y evitar daños permanentes de las máquinas y de quienes los usan, además de reducir riesgos o accidentes, protegiendo la salud de los usuarios.
- Antes del uso de cualquier equipo, tener en cuenta que siempre debe verificarse el estado óptimo del equipo, es decir que los cables no estén deteriorados y que los equipos no se encuentren rotos.
- Deben verificarse que los instrumentos que funciona a base de pilas, dentro de ellos no exista algún tipo de corrosión (oxidación) al igual que, las pilas empleadas para el funcionamiento del equipo, para cuidar la vida útil del equipo.
- El instrumento Geiger müller debe ser calibrado anualmente y debe constar con su respectivo certificado de calibración, el cual es entregado por el laboratorio que ejecutó el servicio.
- Adquirir instrumentos de medición como un radiómetro específico para medir la longitud de onda de láseres y otro para medir la radiación UV- IR de lámparas existen en el laboratorio.
- El laboratorio de óptica debe constar con equipos de protección personal, como gafas especiales las cuales estén marcadas con un rango de longitud de onda, el mismo que brinda la información de protección y guantes térmicos para lámparas de mercurio.
- Se sugiere, el cumplimiento de todas las reglas establecidas en el manual al momento de operar dentro de los laboratorios, mantener los registros de equipos y EPP.

## BIBLIOGRAFÍA

**BENGT, K.** *Radiaciones no ionizantes. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* [en línea], 1996. p. 36. Disponible en:

<https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+49.+Radiaciones+no+ionizantes>

**CANGA, A; et al.** *Riesgos Laborales 15* [en línea]. España, 2000. ISBN 8460096025. Disponible en: <https://prevencionar.com/media/2017/02/Manual-basico-de-PRL.pdf>.

**CENTRO DE LÁSERES.** *¿Qué es un láser?* [blog]. España: CLPU, 2013. [Consulta: 7 abril 2020].

Disponible en: <https://www.clpu.es/divulgacion/bits/que-es-un-laser>.

**CHIONG, M. & LEISEWITZ, A.** Manual de Normas de Bioseguridad y Riesgos Asociados. *Asociados Fondecyt CONICYT* [en línea] Chile, 2018. p. 16, 27. [Consulta: 1 abril 2020]. Disponible en: [https://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2018/06/Manual-\\_Bioseguridad-\\_junio\\_2018.pdf](https://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2018/06/Manual-_Bioseguridad-_junio_2018.pdf)

**COMPOSTELA.** Equipamiento: Laboratorio de Radiofísica [blog]. USC, 2015. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: <https://www.usc.gal/es/investigacion/riaidt/radiofisica/equipment.html>

**CORTEZ, Gabriel; et al.** *Radiaciones Una Mirada Multidimensional* [en línea]. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2014. [Consulta: 7 abril 2020]. ISBN 9789500010467. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Dar-Arg-15-Nanotecnologia.pdf>

**DECRETO EJECUTIVO 2393.** *Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.* [en línea], 1986. Disponible en: <https://www.gob.ec/regulaciones/decreto-ejecutivo-2393>.

**EAVES, D.** *Radiation alert. Nursing times* [en línea], 1984. p. 46-49. ISSN 09547762. Disponible en:

[https://seintl.com/media/product\\_document/Monitor4\\_Operation\\_Manual\\_Spanish\\_191118074051.pdf](https://seintl.com/media/product_document/Monitor4_Operation_Manual_Spanish_191118074051.pdf)

**FALAGÁN, J.** *Higiene Industrial Aplicada* [en línea]. España: Gráficas Summa, 2001. Disponible en: <https://doku.pub/documents/higiene-industrial-aplicada-falagpon-rojo-manuel-jesuspdf-mqejkrxz2ol5>.

**FREMAP.** *Manual de Seguridad y Salud en el Sector Hospitales.* [en línea]. España, 2015. [Consulta: 6 abril 2020]. Disponible en: <https://higieneyseguridadlaboralcv.s.files.wordpress.com/2013/03/manual-de-seguridad-y-salud-sector-hospitales.pdf>.

**GILBERT, R. & CLIFFE, S.** “Medicina y Salud en el trabajo”. *Public Health Intelligence: Issues of Measure and Method* [en línea]. 2016, España, Springer International Publishing, pp. 91-110. [Consulta: 2 abril 2020]. ISBN 9783319283265. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2011000100001](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2011000100001).

**GMBH, M.** *Modular Signal Recorder Msr 255* [blog]. Suiza, 2011. p. 8,15,16.. Disponible en: <https://www.msr.ch/media/pdf/Data-logger-MSR255-ficha-tecnica.pdf>.

**GMBH.** *Geiger Müller Counter*. [en línea]. 2020, p. 1-4. . [Consulta: 24 marzo 2020]. Disponible en: <https://repository.curriculab.net/files/bedanl.pdf/13609.99/1360699e.pdf>

**GUEVARA, Santiago.** Implementación De Un Programa De Protección Radiológica En El Laboratorio De Ensayos No Destructivos, Laboratorio De Ensayo De Materiales Y Mecánica De Suelos Y Rocas, Laboratorio De Análisis Mineralógico Y Difracción De Rayos X Y En El Servicio (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito-Ecuador. 2019. p. 51-60. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17084/1/CD-7659.pdf>

**ICRP 103.** *Comisión Internacional de Protección Radiológica Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional*. [en línea], 2007. Disponible en: [https://www.academia.edu/29930966/Las\\_Recomendaciones\\_2007\\_de\\_la\\_Comisión\\_Internacional\\_de\\_Protección\\_Radiológica](https://www.academia.edu/29930966/Las_Recomendaciones_2007_de_la_Comisión_Internacional_de_Protección_Radiológica).

**IESS.** *Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social, Seguro General De Riesgos Del Trabajo* [en línea]. Registro Oficial N° 418, 2015. Disponible en: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento\\_Reglamento-Interno-Seguridad-Ocupacional-Decreto-Ejecutivo-2393\\_0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Reglamento-Interno-Seguridad-Ocupacional-Decreto-Ejecutivo-2393_0.pdf).

**INSTRUMENTO ANDINO Y TRABAJO.** Decisión 584. *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo* [en línea], 2004. p. 13. Disponible en: <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/12/decision584.pdf>.

**MUÑOZ, Antonio; et al.** *Sección De Prevención De Riesgos 2016 Manual De Seguridad Para Laboratorios*. [en línea]. 2010. [Consulta: 1 abril 2020]. Disponible en: [http://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro\\_seguridad\\_industrial/lsi.pdf](http://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro_seguridad_industrial/lsi.pdf).

**MURILLO, J.M.** *Manual de Uso Seguro de Láseres, Responsabilidades y documentación de Seguridad. Servicion de Higiene y Seguridad Fcultad de Ciencias Exastas y Naturales* [en línea]. Buenos Aires, 2012. p. 1-17. Disponible en: <file:///D:/TODO>

1/Users/Aspire/Downloads/manual\_de\_uso\_seguro\_de\_láseres-\_rev.0\_05-2012- (3).pdf.

**NTE INEN-ISO 3864-1.** *Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen-Iso 3864-1: 2013 Parte 1: Principios De Diseño Para Señales De Primera Edición.* [en línea], 2013. Disponible en: <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/IN-3-NORMA-TECNICA-NTN-INEN-ISO-3864-12013-SÍMBOLOS-GRÁFICOS-COLORES-DE-SEGURIDAD-Y-SEÑALES-DE-SEGURIDAD.pdf>.

**NTP 261.** *Láseres: riesgos en su utilización.* [en línea]. España, Madrid, 1984. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/05/NTP-261-Láseres-Riesgos-en-su-utilización.pdf>.

**NUCLEAR, C. de S.** "Las radiaciones": Dosis de radiación. [en línea]. Madrid,2020a. [Consulta: 6 abril 2020]. Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Dosis%20de%20radiaci%C3%B3n>

**NUCLEAR, C. de S.** "Radiación natural y artificial" CSN. [en línea]. Madrid,2020b. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: <https://www.csn.es/radiacion-natural-y-artificial2>.

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA.** *Manual sobre Medidores Nucleares.* [en línea]. Viena, 1996. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1578\\_S\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1578_S_web.pdf).

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA.** *Normas de seguridad del OIEA. Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. Requisitos de Seguridad Generales. Parte 3. Normas de seguridad del OIEA* [en línea],. Viena,2016. p. 178. Disponible en: <http://www-ns.iaea.org/standards/>.

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA.** Público OIEA. [en línea]. 2019. [Consulta: 6 abril 2020]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/temas/publico>.

**ORGANISMO MUNDIAL DE LA SALUD. OMS** "Radiación ultravioleta". [en línea], 2016. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/topics/ultraviolet\\_radiation/es/](https://www.who.int/topics/ultraviolet_radiation/es/).

**ORGANISMO MUNDIAL DE LA SALUD.** *Radiaciones ionizantes efectos en la salud y medidas de protección.* [en línea]. Viena, 2020. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>.

**ORTEC.** "Beta Spectroscopy". [en línea], 1945. p. 1-9. Disponible en:

<https://repository.curriculab.net/files/versuchsanleitungen/p2523200/p2523200e.pdf>.

**PHYWE.** *"Vida media y equilibrio radiactivo"*. [en línea]. 2018. [Consulta: 10 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.phywe.com/en/half-life-and-radioactive-equilibrium.html>.

**PHYWE.** *Experimentierleuchte LED HEX1*. [en línea]. 2020a. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: <https://www.phywe.com/en/experimentierleuchte-hexalu.html>.

**PHYWE.** *Isótopo-generator-cs-137-370-kbq*. [en línea]. 2020b. [Consulta: 14 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.phywe.com/es/09047-60.html#tabs1>.

**PHYWE.** *Isótopo-generator-cs-137-370-kbq*. [en línea]. 2020c. [Consulta: 24 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.phywe.com/en/isotope-generator-cs-137-370-kbq.html>.

**PHYWE.** *Counting Tube Type B*. [en línea]. 2020d. [Consulta: 24 marzo 2020]. Disponible en: <https://repository.curriculab.net/files/bedanl.pdf/09005.00/0900500e.pdf>

**PLATA, U.** *Riesgos Físicos, Mecánicos, Químicos y Biológicos*. [en línea]. 2018. [Consulta: 6 abril 2020]. Disponible en: [https://unlp.edu.ar/seguridad\\_higiene/riesgos-fisicos-mecanicos-quimicos-y-biologicos-8676](https://unlp.edu.ar/seguridad_higiene/riesgos-fisicos-mecanicos-quimicos-y-biologicos-8676).

**RADIOLÓGICA.** *Riesgo Radiaciones, Prevención, Protección y Protocolos de Emergencia*. [en línea]. S.l.: 1979. [Consulta: 12 febrero 2020]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/prevencionderiesgosyaccidentes/tipos-de-riesgos-y-su-prevencion/riesgo-radiaciones>.

**RELEVANCE, C.** *Half life and radioactive equilibrium*. [en línea], 2018. Disponible en: <https://repository.curriculab.net/files/versuchsanleitungen/p2520102/p2520102e.pdf>.

**RUTH, M.** *Diseño Construcción E Implementación De Un Sistema De Detección Y Monitoreo De Radiación Ionizante Para El Laboratorio De Técnicas Nucleares De La Epoch*. [en línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador, 2018. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8360/1/86T00051.PDF>.

**SALUD, C. & LEON, A.** *Riesgos físicos Ciudadanos*. [blog]. Valladolid- España, 2018. [Consulta: 6 abril 2020]. Disponible en: <https://www.saludcastillayleon.es/es/saludjoven/salud-laboral/1-riesgos-puedo-encontrar-trabajo/1-2-riesgos-fisicos>.

**SCOUT, G.** *Gamma Scout Medidor De Radioactividad*. [blog]. Albacete -España, 2020. Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/manuales/manuales-Gamma-Scout.pdf>

**SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y SALUD LABORAL.** *Cuaderno preventivo: Radiaciones no ionizantes.* [en línea]. Catalunya-España, 2010. Disponible en: [http://www.ugt.cat/download/salut\\_laboral/higiene\\_industrial/quadern\\_radiaciones\\_no\\_ionizantes.pdf](http://www.ugt.cat/download/salut_laboral/higiene_industrial/quadern_radiaciones_no_ionizantes.pdf).

**SEPR.** *Propuesta de Real Decreto sobre control y recuperación de fuentes radiactivas huérfanas.* [blog]. España, 2017. [Consulta: 7 abril 2020]. Disponible en: <https://www.sepr.es/noticias/noticias-espana/427-propuesta-de-real-decreto-sobre-control-y-recuperacion-de-fuentes-radiactivas-huerfanas>.

**SERVICIO DE ACREDITACIÓN, E.** *Acreditación De Laboratorios De Ensayo Y Calibración Según NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018.* [en línea], 2018. [Consulta: 2 abril 2020]. Disponible en: <https://www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/12/CR-GA01-R06-Criterios-Generales-Acreditación-de-laboratorios-de-ensayo-y-calibración-según-NTE-INEN-ISO-IEC-17025-2018-.pdf>.

**TERRY, et al.** *Complications of robot assisted radical prostatectomy. Robotics in Genitourinary Surgery, Second. Edition:* Springer International Publishing. 2018. pp. 493-505. ISBN 9783319206455.

**Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo.** *"Manual De Seguridad Y Salud Ocupacional, Óptica"*.Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018 a, Riobamba.

**Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo.** *"Manual De Seguridad Y Salud Ocupacional, Técnicas Nucleares"*.Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018b , Riobamba.

**US EPA, O.** *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.* [en línea], 2018. [Consulta: 6 abril 2020]. Disponible en: <https://www.usa.gov/espanol/agencias-federales/agencia-de-proteccion-ambiental-de-estados-unidos>.

**VALDEZ, A.** *Elaboración de un manual de procedimientos de Seguridad e Higiene del Trabajo para el control de los factores de riesgo de las actividades de construcción de obras civiles en la empresa FAGA de la ciudad de Guayaquil.(Maestría).Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil-Ecuador.2015. p. 117.*

**VALLEJO, A.** *Implementación De Normas De Seguridad Y Protección Radiológica En El Bunker Del Laboratorio De Técnicas Nucleares Según Los Estándares Internacionales* [en línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13954/1/86T00087.pdf>.



**VÁSQUEZ, S., & VILLACIS, W.** Implementación de un Programa de Protección Radiológica en laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante y en el Servicio de Radiodiagnóstico Odontológico de la Escuela Politécnica Nacional. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Reavista Politécnica. Quito-Ecuador. 2019. p. 51-60. ISSN 1390-0129. DOI 10.33333/rp.vol43n1.932.

## ANEXOS

### ANEXO A: ENCUESTAS

#### LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES

1. A observado usted, si en el Laboratorio de Técnicas Nucleares existe una señalética sobre riesgo de radiación.



SI:  NO:

2. Se ha percatado si existen elementos de protección personal, para operar los equipos en el Laboratorio de Técnicas Nucleares.

SI:  NO:

3. A recibido algún tipo de capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos del Laboratorio de Técnicas Nucleares.

SI:  NO:

4. Conoce usted, si existen hojas de seguridad de cada equipo del Laboratorio de Técnicas Nucleares.

SI:  NO:

5. A examinado si, en el Laboratorio de Técnicas Nucleares existen rótulos de seguridad en los tomacorrientes, sobre si la corriente es de 110V o 220V.

SI:  NO:

## LABORATORIO DE ÓPTICA

1. A observado usted, si en el Laboratorio de Óptica existe una señalética sobre riesgo de radiación.



SI:  NO:

2. Se ha percatado si existen elementos de protección personal, para operar los equipos en Laboratorio de Óptica

SI:  NO:

3. A recibido algún tipo de capacitación sobre seguridad, riesgos y procedimientos del Laboratorio de Óptica

SI:  NO:

4. Conoce usted, si existen hojas de seguridad de cada equipo del Laboratorio de Óptica.

SI:  NO:

5. A examinado sí, en el Laboratorio de Óptica existen rótulos de seguridad en los tomacorrientes, sobre si la corriente es de 110V o 220V.

SI:  NO:

## ENCUESTAS DEL LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES



a. Alumnos Noveno Semestre Biofísica



b. Alumnos Décimo Semestre Biofísica



c. Docente Biofísica- Física



d. Tesistas de Biofísica

## ENCUESTAS DEL LABORATORIO DE ÓPTICA



a. Alumnos Cuarto Semestre Fisica



b. Técnica de los Laboratorios



c. Tesistas de Biofisica

## ANEXO B: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN GAMMA SCOUT



# Steinbeis

- Transferzentrum  
an der Hochschule Mannheim

## Certificate

GAMMA-SCOUT(R) unit no. **073748** was used to measure environmental radiation for three days. The results were compared with those from a reference device and found to deviate by less than  $\pm 5\%$ . The reference devices were measured at the Institute of Physical Chemistry and Radiochemistry of Hochschule Mannheim University of Applied Sciences equivalent dose rate up to  $1,000 \mu\text{Sv/h}$ , and deemed suitable.

The reference devices are checked, regularly.

The measuring performance of the GAMMA-SCOUT(R) unit **073748** can therefore be certified as very good.

Prof. Dr. Ulrich W. Scherer

Calibration date

**28. JUNI 2019**





**Steinbeis**

- Transferzentrum  
an der Hochschule Mannheim

# Certificate

GAMMA-SCOUT(R) unit no. **073749** was used to measure environmental radiation for three days. The results were compared with those from a reference device and found to deviate by less than  $\pm 5\%$ . The reference devices were measured at the Institute of Physical Chemistry and Radiochemistry of Hochschule Mannheim University of Applied Sciences equivalent dose rate up to  $1,000 \mu\text{Sv/h}$ , and deemed suitable.

The reference devices are checked, regularly.

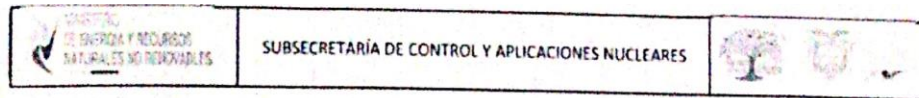
The measuring performance of the GAMMA-SCOUT(R) unit **073749** can therefore be certified as very good.

Prof. Dr. Ulrich W. Scherer

Calibration date

**28. JUNI 2019**

# ANEXO C: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DETECTOR DE RADIACIÓN



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE DETECTORES DE RADIACIÓN

MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE  
SUBSECRETARÍA DE CONTROL Y APLICACIONES NUCLEARES  
LABORATORIO DE CALIBRACIONES DOSIMÉTRICAS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.: CAL 1542 - 2019

<b>SOLICITANTE:</b>	BARRERA MORALES CARLOS JACOBO				<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>		2019-04-02
<b>DIRECCIÓN:</b>	EDMUNDO CHIRIBOGA N46-118 Y ZAMORA						
<b>INSTRUMENTO:</b>	EQUIPO DIGITAL	<b>Marca:</b>	SE INTERNACIONAL	<b>Modelo:</b>	MONITOR 4	<b>Serie:</b>	24582
<b>DETECTOR:</b>	GEIGER MÜLLER						

**Condiciones ambientales durante la calibración:**

Temperatura (°C)      21,6                      Presión (mbar)      711,3                      Humedad rel. (%)      62%

**Instrumentos de Referencia:**

Cámara de Ionización      Marca - Modelo      PTW - PTW-32002      Serie No.      576  
Electrómetro      Marca - Modelo      PTW - UNIDOS Webline      Serie No.      533

**Revisión de Características del instrumento:**

Chequeo Mecánico:      OK  
Chequeo Audio y/o Alarma:      OK  
Dispositivo de Calibración      DISPONIBLE

**Condiciones de pruebas realizadas al instrumento:**

Substracción de Background      SI  
Se determinó Linealidad      SI  
Fuentes de Calibración      OB6  
Atenuadores (mm)      22.0  
Rango en Escala Normal (X1)      (0 - 0,5) (mR/h)

DATOS DE CALIBRACIÓN PARA TASAS DE EXPOSICIÓN POR RADIACIÓN GAMA CON CESIO 137						
ESCALA	FUENTE DE CALIBRACION	TASA DE EXPOSICIÓN DE REFERENCIA		LECTURA PROMEDIO DEL INSTRUMENTO		FACTOR DEL INSTRUMENTO Para incertidumbre k = 2
x1 (0 - 0,5) mR/h	OB6	0,24	mR/h	0,25	mR/h	0,99
x 10 (0 - 5) mR/h	OB6	2,26 ± 0,03	mR/h	2,19	mR/h	1,03 ± 0,04
x 100 (0 - 50) mR/h	OB6	21,22 ± 0,26	mR/h	21,85	mR/h	0,97 ± 0,02

**NOTA 1: LAS MEDICIONES REALIZADAS CON EL EQUIPO DEBEN SER OBLIGATORIAMENTE MULTIPLICADAS POR EL FACTOR INDICADO PARA DETERMINAR EL VALOR REAL**

**NOTA 2: NO MOVER O MANIPULAR EL DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN**

El Laboratorio de Calibraciones Dosimétricas (LCD) del Ecuador, certifica que el instrumento ha sido calibrado bajo las normas y procedimientos establecidos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), tomando como referencia el Reporte de Seguridad Serie 16 Calibración de Instrumentos para Monitoreo de Protección Radiológica.  
Este certificado no puede ser reproducido sin la aprobación escrita del laboratorio.

Calibrado por: E. Arévalo/Y. Pástor  
Fecha de Emisión: 03/04/2019

Responsable de:


*[Firma manuscrita]*  
Ing. Enrique Arévalo S. NUCLEARES  
Firma de Responsabilidad

Dirección: José Tamayo N 10 25 y Lucardo García. Quito - Ecuador  
Casilla 170517. Telf: 3976000 ext 1021 - 1130  
Email: enrique.arevalo@ineer.gob.ec



ANEXO D: DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DATALOGGER



<b>TEST REPORT</b>																								
<b>EN 61326-1</b>																								
Electrical equipment for measurement, control and laboratory use																								
<b>EN 61000-6-2 and EN 61000-6-3</b>																								
Part 6-2: Immunity for industrial environments																								
Part 6-3: Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments																								
<b>Report reference No:</b>	E971-05-6 b																							
Tested by test engineer:	L. Monnin	<i>[Signature]</i>																						
Approved by management:	Dr. F. Stucki	<i>[Signature]</i>																						
Date of issue:	5 September 2006																							
Number of pages:	14 pages																							
<b>Testing laboratory:</b>	QUINEL	 S T S STS 037	Schweizerischer Prüfstellendienst Service Suisse d' essais Servizio di prova in Svizzera Swiss testing service																					
Address:	Feldstrasse 6 CH-6300 Zug																							
Testing location:	Zug Tel. 041-724 27 54																							
<b>Applicant's Name:</b>	<b>MSR Electronics GmbH</b>																							
Address:	Hr. W. Belz, Oberwilerstrasse 16 ,CH-8444 Henggart																							
<b>Manufacturer:</b>	<b>MSR Electronics GmbH</b>																							
Address:	Oberwilerstrasse 16 ,CH-8444 Henggart																							
<b>Test specification:</b>	Standards: IEC 61000-6-2:1999, mod. EN 61000-6-2:2001 IEC 61000-6-3:1996, mod. EN 61000-6-3:2001 EN 61326-1:2006																							
Test procedure:	Type testing for Swiss and EU legal requirements																							
Procedure deviation:	None																							
Non-standard test method:	None																							
Test-specification:	The used test setup fulfils the specification described in the relevant standards																							
<b>Test item description:</b>	Trademark:																							
Model and/or type reference:	MSR 145 / Nr.20022																							
Ratings:	230 V / 50 HZ																							
Date of receipt of the test item(s):	5 September 2006																							
<b>Summary of testing:</b>	<b>Passed</b>																							
<b>Applied standards:</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Title</th> <th>Standard (up dated)</th> <th>pages</th> <th>Verdict</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E971226-b</td> <td>RF disturbances</td> <td>CISPR 22(2003), EN 55022(2003)</td> <td>5</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>E971036-b</td> <td>Radiated electromagnetic field</td> <td>IEC/EN 61000-4-3(2001)</td> <td>4</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>E971026-b</td> <td>Electrostatic discharge</td> <td>IEC/EN 61000-4-2(2000)</td> <td>3</td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table>				No	Title	Standard (up dated)	pages	Verdict	E971226-b	RF disturbances	CISPR 22(2003), EN 55022(2003)	5	P	E971036-b	Radiated electromagnetic field	IEC/EN 61000-4-3(2001)	4	P	E971026-b	Electrostatic discharge	IEC/EN 61000-4-2(2000)	3	P
No	Title	Standard (up dated)	pages	Verdict																				
E971226-b	RF disturbances	CISPR 22(2003), EN 55022(2003)	5	P																				
E971036-b	Radiated electromagnetic field	IEC/EN 61000-4-3(2001)	4	P																				
E971026-b	Electrostatic discharge	IEC/EN 61000-4-2(2000)	3	P																				
Verdicts: P = passed, F = failed, NA = not applicable, NT = not tested																								

**ANEXO E: LISTAS DE VERIFICACIÓN**

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-001): DISPERSIÓN Y PODER DE RESOLUCIÓN DEL PRISMA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		/////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		/////	Especiales para cada $\lambda$
Mandil	/////		
Guantes de protección contra el calor		/////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		/////	
Aplicación de inspección de seguridad		/////	
Aplicación de investigación de accidentes		/////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación UV	/////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		/////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Carcasa de lámpara	/////		
Fuente de alimentación para lámparas espectrales, 230 VAC / 50 Hz	/////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Lámpara espectral Hg 100, base pico 9		/////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		/////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	/////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-002): ANILLOS DE NEWTON CON FILTROS DE INTERFERENCIA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
Guantes térmicos		////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación IR (infrarroja)	////		
Radiación laser	////		
Radiación UVA	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Carcasa de lampara	////		
Llaves de seguridad (laser 4 canales)	////		
Regulador de voltaje	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Tubo de vapor de mercurio a presión extra alta 50 W		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-003): LEY DE LENTES E INSTRUMENTOS ÓPTICOS</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
Guantes térmicos		////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación UV	////		
<b>Protección de instrumentos</b>			
Carcasa de lampara	////		
Regulador de voltaje o fuente de alimentación 230 V	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Lámpara de experimentación 5, con vástago		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-004): INTENSIDAD DE DIFRACCIÓN DEBIDO A MÚLTIPLES RENDIJAS Y REJILLAS</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación laser	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Llaves de seguridad	////		
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Laser de He-Ne 633 nm		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-005): LEY DE RADIACIÓN DE STEFAN-BOLTZMANN CON UN AMPLIFICADOR</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación UV	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Lámpara de incandescencia 6V / 5A, E14		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-006): EFECTO FOTOELÉCTRICO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación UV	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación PHYWE CC: 0 ... 12 V, 2 A / CA: 6 V, 12 V, 5 A	////		
Carcasa protectora	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Fotocélula para determinación h, con carcasa		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-007): DIFRACCIÓN DE ELECTRONES</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación no ionizante	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Tubo de electrones		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente



LABORATORIO ÓPTICA			
EQUIPO (C-008): APARATO DE RAYOS X			
Descripción	Cumple	No Cumple	Observación
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras plomadas		////	El equipo es didáctico su Kilovoltaje es de 35 Kvp no es alto
Mandil plomado		////	
Collarín plomado		////	
Guantes plomados		////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiaciones ionizantes	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Dosímetro personal		////	No existe
Detector Geiger Müller		////	No se encuentra calibrado
Tubo contador Geiger-Mueller, tipo B, cable BNC 50 cm	////		Didactico
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
XR 4.0 X-ray expert unit, aparato de rayos X, 35 kV		////	
XR 4.0 Plug-in de rayos X con cobre / molibdeno / hierro / tungsteno Tubos de rayos X		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-009): LASER DE HE-NE CON LONGITUD DE ONDA 633 nm</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación no ionizante	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro	////		
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
Llaves de seguridad	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
laser de He-Ne con longitud de onda 633 nm		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO DE ÓPTICA</b>			
<b>EQUIPO (C-010): LASER MORADO MRL- 640 NM-CLASE 3 (tesistas)</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación no ionizante	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
Llaves de seguridad	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Laser morado MRL- 640 nm-clase 3		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

**LABORATORIO DE ÓPTICA****EQUIPO (C-011): LASER MGL-532NM-CLASE 3B (tesistas)**

<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación no ionizante	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
Llaves de seguridad	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Laser MGL-532nm-clase 3b		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

**LABORATORIO DE ÓPTICA****EQUIPO (C-012): LASER MDL-405NM.CLASE 3B (tesistas)**

<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Gafas protectoras		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiación no ionizante	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumentos</b>			
Fuente de alimentación, 230 V AC	////		
Llaves de seguridad	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Laser MGL-532nm-clase 3b		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos.	////		Técnico docente

<b>LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES</b>			
<b>EQUIPO (C-001): VIDA MEDIA Y EQUILIBRIO RADIACTIVO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Mascarillas		////	
Guantes de látex		////	
Cofias		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiaciones ionizantes	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Dosímetro personal		////	No existe
Detector Geiger Müller	////		Clase b (didáctico)
<b>Protección de instrumento</b>			
Regulador de voltaje	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Vida media y equilibrio radiactivo		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos		////	No existe

<b>LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES</b>			
<b>EQUIPO (C-002): ESPECTROSCOPIA BETA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Mascarillas		////	
Guantes de látex		////	
Cofias		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiaciones ionizantes	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Dosímetro personal		////	No existe
Detector Geiger Müller	////		Clase b (didáctico)
<b>Protección de instrumento</b>			
Regulador de voltaje	////		
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico de laboratorio

<b>LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES</b>			
<b>EQUIPO (C-003): FOTOSÍNTESIS CON COBRA 3</b>			
	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de señalización</b>			
Señal de radiaciones no ionizantes		////	
<b>Uso de equipos de protección personal</b>			
Mascarillas		////	
Guantes de látex		////	
Cofias		////	
Mandil	////		
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Evaluación de riesgos</b>			
Radiaciones no ionizantes	////		
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Radiómetro		////	
<b>Protección de instrumento</b>			
Regulador de voltaje	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Fotosíntesis con cobra 4		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico de laboratorio



**LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES****EQUIPO (C-004): CONTADOR GEIGER LUDLUM MODELO 3**

<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de símbolo de señalización</b>			
Señal de precaución	////		En el equipo
Señal de riesgo eléctrico	////		En el equipo
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Detector Geiger Müller		////	No se encuentra calibrado
<b>Protección de instrumento</b>			
Interruptor de apagado	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Contador Geiger Ludlum Modelo 3		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico de laboratorio

**LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES****EQUIPO (C-005): GEIGER MÜLLER RANGER**

<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de símbolo de señalización</b>			
Señal de precaución		////	
Señal de riesgo eléctrico		////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Detector Geiger müller Ranger		////	No se encuentra calibrado
<b>Protección de instrumento</b>			
Interruptor de apagado	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Geiger müller Ranger		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico de laboratorio

**LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES****EQUIPO (C-006): MEDIDOR DE RADIACIÓN 820/820-L**

<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de símbolo de señalización</b>			
Señal de precaución		////	
Señal de riesgo eléctrico		////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Medidor de radiación 820/820-L		////	No se encuentra calibrado
<b>Protección de instrumento</b>			
Interruptor de apagado	////		
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Medidor de radiación 820/820-L		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico de laboratorio

**LABORATORIO TÉCNICAS NUCLEARES****EQUIPO (C-007): CONTADOR DE RADIACIÓN DE MUESTRAS ALFA Y BETA  
LUDLUM**

<b>Descripción</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observación</b>
<b>Existencia de símbolo de señalización</b>			
Señal de precaución		////	
Señal de riesgo eléctrico		////	
<b>Existencia de documentos y registros</b>			
Manual de procedimientos		////	
Aplicación de inspección de seguridad		////	
Aplicación de investigación de accidentes		////	
<b>Uso de detector de radiación</b>			
Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum		////	Equipo incompleto
<b>Existencia de hojas de seguridad</b>			
Contador de radiación de muestras Alfa y Beta Ludlum		////	
<b>Ficha de capacitación</b>			
Capacitación de seguridad, riesgos y procedimientos.		////	
<b>Formación y educación en Seguridad y riesgos</b>			
Formación en seguridad y riesgos	////		Técnico de laboratorio

## ANEXO F: MATRIZ DE RIESGOS FÍSICOS

LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES				
TEMA: ESPECTROSCOPIA B				
RIESGO FÍSICO	FACTOR DE RIESGO		DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE PELIGRO	
	<p>Contacto directo con radiaciones ionizantes.</p>	<p>El usuario entra en contacto con la fuente radiactiva Sr 90 (beta), el cual forma parte del equipo, ya que se encuentra expuesto al momento de realizar las mediciones con el detector del equipo.</p>	<p>La fuente de Sr 90 se encuentra incrustado en el espectroscopio beta, frente al detector Geiger müller y a la sonda hall, el cual conforma el equipo.</p>	BAJO
	EVIDENCIA DE EQUIPO (ANEXO)		OBSERACIONES	
		<p>Es necesario un instrumento de medición adicional. El instrumento de medición es Ranger, es un detector de radiación digital, el cual debe estar calibrado y con el certificado vigente.</p>		
LABORATORIO DE ÓPTICA				
APARATO DE RAYOS X D 35 KV				
RIESGO FÍSICO	FACTOR DE RIESGO		DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE PELIGRO	
	<p>Contacto con radiaciones ionizantes.</p>	<p>El usuario entra en contacto con el equipo de Rayos X, el cual consta de varios tubos como cobre, molibdeno, hierro, tungsteno; y varios monocristales al momento de utilizar en su respectiva práctica.</p>	<p>Los tubos de Rayos X se encuentran en el lado izquierdo del equipo; el equipo está totalmente blindado, con sus bonotes de seguridad.</p>	BAJO
	EVIDENCIA DE EQUIPO (ANEXO)		OBSERACIONES	
		<p>Es necesario un instrumento de medición adicional. El instrumento de medición es Ranger, es un detector de radiación digital, el cual debe estar calibrado y con el certificado vigente.</p>		

## ANEXO G: EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS

### LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES



a. Vida media y equilibrio radiactivo (equipo C-001)



b. Espectroscopia Beta (equipo C-002)



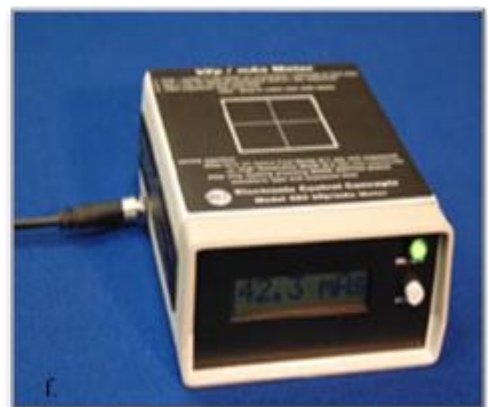
c. Fotosíntesis con cobra 3 (equipo C-003)



d. Contador Geiger Ludlum modelo 3 (equipo C-004)



e. Geiger müller Ranger (equipo C-005)



f. Medidor de radiación 820/820-L (equipo C-006)



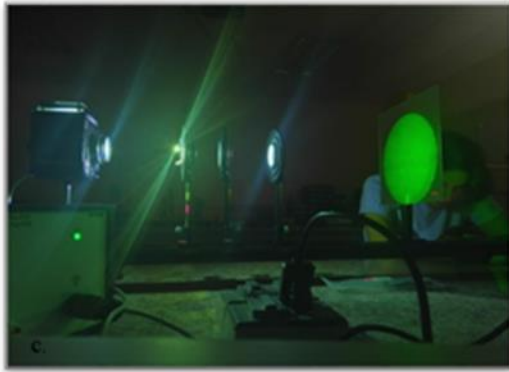
LABORATORIO DE ÓPTICA



a. Dispersión y poder de resolución de prisma (equipo C-001)



b. Anillos de newton con filtro de interferencia (equipo C-002)



c. Ley de lentes en instrumentos ópticos (equipo C-003)



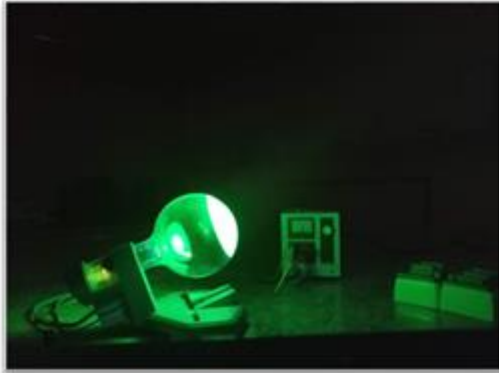
d. Intensidad de difracción debido a múltiples rendijas y rejillas ópticos (equipo C-004)



e. Ley de radiación de Stefan-Boltzmann con un amplificador (equipo C-005)



f. Efecto fotoeléctrico (equipo C-006)



g. Difracción de electrones (equipo C-007)



h. Aparato de Rayos X (equipo C-008)



i. Láser de Helio – Neón (equipo C-009)



j. Láser MRL- 640 nm clase 3 rojo (equipo C-010)



k. Láser MGL-523 nm clase 3b morado (equipo C-011)



m. Láser MDL-405 nm clase 3b morado (equipo C-012)



## ANEXO H: POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO ESPOCH

### **POLITICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, declara su compromiso de impulsar el desarrollo de las actividades académicas, científicas, económicas y administrativas, de salvaguardar la integridad física, mental y social de la comunidad politécnica, proporcionando un ambiente de trabajo seguro y saludable, cumpliendo con lo establecido en las normativas vigentes de prevención en seguridad y salud ocupacional.

Por tal razón: *“La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Institución Educativa, dedicada a la actividad de Enseñanza Superior, comprometida con la Seguridad y Salud de sus servidores y trabajadores institucionales, asigna los recursos humanos, económicos, técnicos y tecnológicos necesarios para la prevención, control y mitigación de los accidentes, enfermedades y riesgos ocupacionales. Para tales fines, cumple y hace cumplir la normativa legal vigente aplicable en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, desarrollando la mejora continua de su sistema de gestión que permita un óptimo ambiente laboral para el pleno ejercicio de las labores encomendadas a sus servidores y trabajadores institucionales, así como el cumplimiento de las obligaciones en materia de Seguridad y Salud Ocupacional por parte de los proveedores de bienes y servicios. Esta política será documentada, implementada, mantenida y socializada a todos los servidores y trabajadores institucionales y será publicado en lugares relevantes de la institución, estará disponible para las partes interesadas y será revisada periódicamente de conformidad con lo dispuesto en la normativa legal vigente”.*

  
Ing. Byron Vaca Barahona. Ph.D  
**RECTOR**

#### *Referencias:*

*DECISIÓN 584 DE LA COMUNIDAD ANDINA DE NACIONES.  
INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CAPITULO III.  
ISO 45001:2018 LITERAL 5.2.*

# ANEXO I: CERTIFICADOS LABORALES TÉCNICO DE LABORATORIO

Certificación No. SETEC-222-CCL-97402	
 <b>CENADEPRO</b> CENTRO DE ACTUALIZACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL	 SECRETARÍA TÉCNICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CUALIFICACIONES PROFESIONALES
<b>CERTIFICACIÓN POR COMPETENCIAS LABORALES</b>	
<i>Mta Bióloga Gabriela Belén Ureña Callay - 0603934530</i>	
Ha cumplido con los requisitos establecidos en la normativa vigente para obtener la certificación en el Perfil:	
<b>PREVENCIÓN EN RIESGOS LABORALES</b>	
Unidad de Certificación UC1, UC2, UC3, de acuerdo al Esquema de Certificación ATS-PRL-201703.	
Vigencia de la certificación:	del: 28/01/2018 al: 28/01/2024
 Ing. Alexis Rubio G. Presidente	 Ing. Paul Franco T. Coordinador del Comité de Certificación
	
Código de Calificación: SETEC-REC-2018-022	0080068 
Fecha de Vigencia de Calificación: 26/04/2020	

**PERFIL**

**PREVENCIÓN EN RIESGOS LABORALES**

**UNIDAD DE COMPETENCIA 1**

UC1: Realizar la identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales en su actividad laboral, de acuerdo a los procedimientos establecidos.

**UNIDAD DE COMPETENCIA 2**

UC2: Aplicar medidas de prevención y control a los riesgos laborales, de acuerdo a la normativa vigente.

**UNIDAD DE COMPETENCIA 3**

UC3: Actuar en situaciones de emergencia en su actividad y entorno laboral, de acuerdo a los procedimientos establecidos.





**ANEXO J: SOLICITUD PARA UTILIZAR LOS LABORATORIOS**

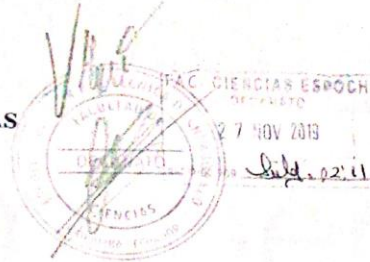
Riobamba, 27 de noviembre del 2019

Doctor

Edmundo Caluña

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**

Presente



De mis consideraciones

Reciba un atento y cordial saludo, a la vez que me permito desear éxitos en sus funciones que usted acertadamente dirige.


Yo, **Emilia Abigail Barrera Sánchez** con CI: **180434368-7** estudiante de la carrera de Biofísica perteneciente a la Facultad de Ciencias, estoy próxima a realizar mi Trabajo de Titulación dirigido por el tutor **Dr. Richard Pachacama**, denominado "*Diseño de un manual de seguridad, riesgos y procedimientos para los laboratorios de la carrera de Física: Técnicas Nucleares y Óptica*" por tal motivo me permito solicitar a usted muy comedidamente autorizar el uso de los laboratorios: **LABORATORIOS DE TÉCNICAS NUCLEARES Y ÓPTICA**, para realizar toma de mediciones de radiación de fondo, por el período SEPTIEMBRE 2019- FEBREO 2020.

Por la gentil atención a nuestra petición, reiteramos nuestros más sinceros agradecimientos.

Atentamente

  
**Abigail Barrera**  
**180434368-7**

ANEXO K: CERTIFICADO EQUIPO RAYOS X

 <b>PHYWE</b> excellence in science Prüfprotokoll Röntgenröhre	PHYWE Identnummer:
	<b>09057-80</b>

Prüfling (Bezeichnung)	Prüfanweisung	Prüfstelle	Auftrags-Nr.:	Seriennummer
Einschub mit Wolfram Röntgenröhre	09057-80	QS 5510	094948	401100378497
Seriennummer der Röhre (siehe Sockel)			57773	
Durchgeführte Prüfungen (im XR 4.0 expert unit Art. 09057.99)				

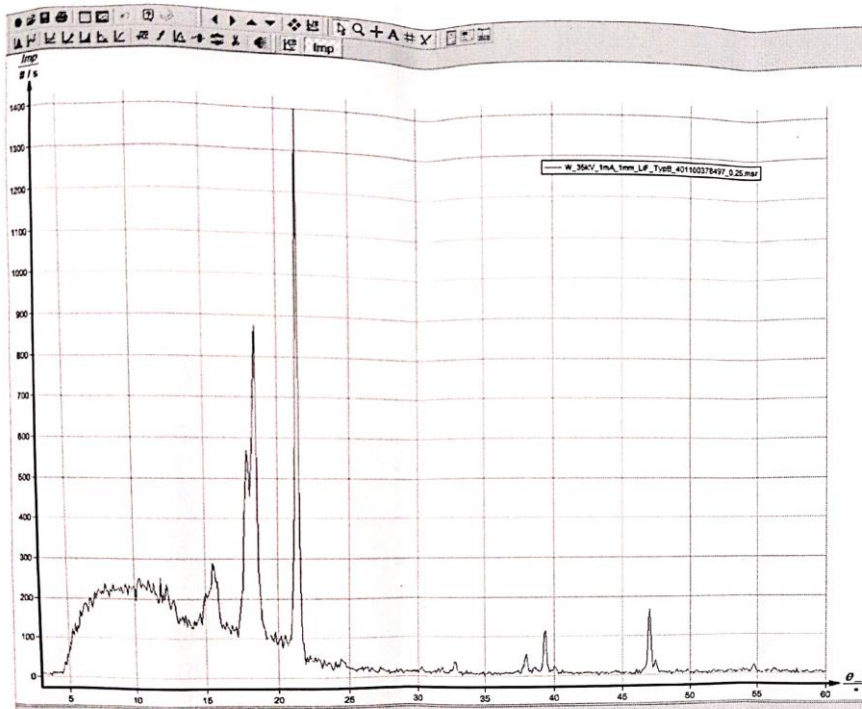


Abbildung 1: Gemessenes Spektrum des Einschub mit Wolfram-Röntgenröhre 09057-80, 1,0 mm Kollimator, LiF-Kristall, Zählrohr Typ B, Anodenstrom 1,0 mA, Beschleunigungsspannung 35,0 kV.

PHYWE SYSTEME GmbH & Co. KG  
37079 Göttingen

14. Okt. 2011  
Prüfdatum

  
Prüfer

  
Strahlenschutzbeauftragter

**ANEXO L: CERTIFICADO NO VIGENTE GEIGER MULLER DE LA ESPOCH**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No - CAL 1435 - 2018

<b>SOLICITANTE:</b> CHISAG CHISAG ERIKA FERNANDA		<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b> 2018-11-09	
<b>DIRECCIÓN:</b> Panamericana Sur Km 1 N			
<b>INSTRUMENTO:</b> EQUIPO DIGITAL	<b>Marca:</b> S.E. INTERNATIONAL	<b>Modelo:</b> RANGER EXP	<b>Serie:</b> 4003
<b>DETECTOR:</b> GEIGER MÜLLER			

**Condiciones ambientales durante la calibración:**

Temperatura (°C):	22,2	Presión (mbar):	718,3	Humedad rel. (%):	57%
-------------------	------	-----------------	-------	-------------------	-----

**Instrumentos de Referencia:**

Cámara de Ionización	Marca - Modelo:	PTW - PTW-32002	Serie No:	576
Electrómetro	Marca - Modelo:	PTW - UNIDOS Webline	Serie No:	533

<b>Revisión de Características del Instrumento:</b>	<b>Condiciones de pruebas realizadas al Instrumento:</b>
Chequeo Mecánico: OK	Substracción de Background: SI
Chequeo Audio y/o Alarma: OK	Se determinó Linealidad: SI
Dispositivo de Calibración: DISPONIBLE	Fuentes de Calibración: OB6
	Atenuadores (mm): 22.0
	Rango en Escala Normal (X1): ( 0 - 1000 ) (µSv/h)

DATOS DE CALIBRACIÓN PARA TASAS DE DOSIS EQUIVALENTE POR RADIACIÓN GAMA CON CESIO 137				
ESCALA	FUENTE DE CALIBRACION	TASA DE DOSIS EQUIVALENTE DE REFERENCIA	LECTURA PROMEDIO DEL INSTRUMENTO	FACTOR DEL INSTRUMENTO <small>Para incertidumbre k = 2</small>
( 0 - 1000 ) µSv/h sin protector beta	OB6	417,12 µSv/h	392,70 µSv/h	1,06 ± 0,03
( 0 - 1000 ) µSv/h con protector beta	OB6	417,12 µSv/h	412,84 µSv/h	1,01 ± 0,03

## ANEXO M: EVIDENCIAS CAPACITACIONES

### CAPACITACIONES DEL LABORATORIO DE ÓPTICA



a. Docentes

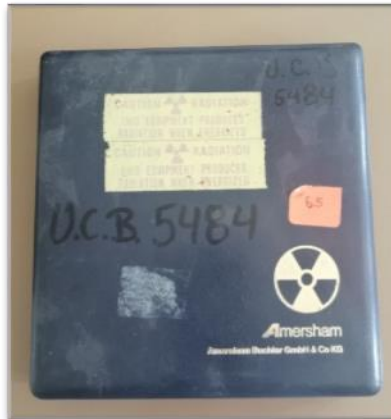


CAPACITACIONES DEL LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES



a. Docentes – Practicantes – Técnico de Laboratorio





## ANEXO N: REGISTRO DE CAPACITACIONES

### ACTA DE CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD DE EQUIPOS

INSTITUCIÓN: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

ÁREA: LABORATORIO DE ÓPTICA

FECHA DE INICIO DE CAPACITACIÓN:

EQUIPO / PRÁCTICA:

SERIE N.º:

TÉCNICO RESPONSABLE: Técnico de Laboratorio



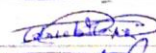

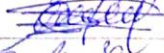
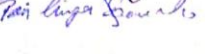
PERSONA RESPONSABLE DE LA INSTITUCIÓN: Dr. Edmundo Caluña S.

N.º DE CAPACITADOS	6	N.º HORAS DICTADAS	2 horas	N.º DIAS	1
--------------------	---	--------------------	---------	----------	---

#### TEMAS TRATADOS:

- Introducción a las Radiaciones No Ionizantes
- Reconocimiento de equipos (láseres, lámparas)
- Equipos de protección personal.
- Clase de láseres
- Riesgos y procedimientos de Equipos
- Señalización.

Comparecen y firman para constancia de la asistencia a la capacitación y a la explicación de las precauciones de los equipos que se debe tener en cuenta.

NOMBRE DE CAPACITADO	CARGO	FIRMA
Santiago Cazor Rivera	Docente SEDE HORONA	
Juanico Tapanta	Docente SEDE HORONA	
Gabriela Moyano Jácome	Docente Sede Horona Santiago	
Ricardo Steven Oliva	Presante - ESPOCH	
Eubereta Ureña Callay	Técnico de Laboratorio ESPOCH	
Boris Jair Chinga Sosa	Presante - ESPOCH	

## ACTA DE CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD DE EQUIPOS

**INSTITUCIÓN:** ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**ÁREA:** LABORATORIO DE TÉCNICAS NUCLEARES

**FECHA DE INICIO DE CAPACITACIÓN:**

**EQUIPO / PRÁCTICA:**

**SERIE N.º:**

**TÉCNICO RESPONSABLE:** Técnico de Laboratorio


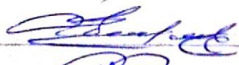
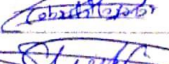
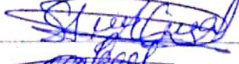
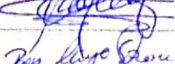
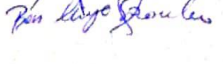
**PERSONA RESPONSABLE DE LA INSTITUCIÓN:** Dr. Edmundo Caluña S.

N.º DE CAPACITADOS	6 personas	N.º HORAS DICTADAS	2 horas	N.º DIAS	1
--------------------	---------------	-----------------------	---------	----------	---

**TEMAS TRATADOS:**

- Introducción a las Radiaciones Ionizantes
- Reconocimiento de Fuentes Radiactivas
- Límites de dosis
- Equipos de Protección Radiológica
- Riesgos y procedimientos de Equipos
- Señalización.

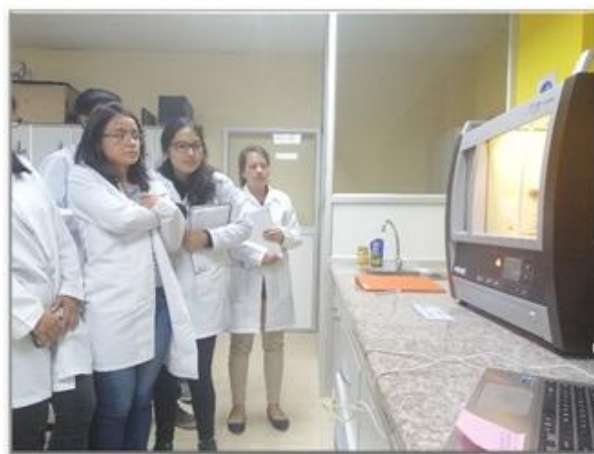
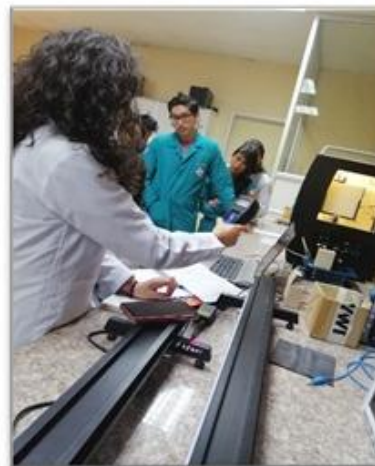
Comparecen y firman para constancia de la asistencia a la capacitación y a la explicación de las precauciones de los equipos que se debe tener en cuenta.

NOMBRE DE CAPACITADO	CARGO	FIRMA
Santiago Cerzas Rivera	Docente Morona	
Juan Pablo Teniente Jimenez	Docente Morona	
Gabriela Moyano Jacome	Docente Seda Morona Santiago	
Ricardo Steven Ulloa	Pasante - ESPOCH	
Edoardo Orenza Cevallos	Técnico de Laboratorio ESPOCH	
Boris Felix Chingua Sorvador	Pasante - ESPOCH	



## ANEXO O: ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE ÓPTICA



a. Carrera de Ingeniería Química y Carrera de Física



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL  
APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 24 / 08 / 2020

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> : Emilia Abigail Barrera Sánchez
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Biofísica
<b>Título a optar:</b> Biofísica
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



24-08-2020

0228-DBRAI-UPT-2020