



## **Maestría en Salud Ocupacional e Higiene Ambiental**

### **Proyecto de Graduación**

Propuesta de Plan de Reducción de Riesgos por Exposición a Radiaciones Ionizantes y Factores Disergonómicos en el Puesto de Inspección de Pasajeros, en la Estación de Supervisión P15 del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM)

**Realizado por:**

**Agustín Rodríguez Madariaga**

**Profesor Asesor:**

**Gerardo Noguera Vega, MSc**

**Asesora:**

**Ing. Carmen Elena Madriz Quirós, PhD**

**Fecha: 06 de enero del 2025**

# CONSTANCIA DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN.

Unidad Interna de Posgrado  
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental  
Maestría en Salud Ocupacional

TEC-MSO-ATFG-01-2025

## ACTA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN DE MAESTRÍA

(documento 2)

Sesión del Tribunal Examinador de la presentación pública de trabajo final de graduación celebrada a las 17:00 horas, del 25 de abril de 2025 bajo modalidad virtual, por medio de la plataforma TEAMS, con el objeto de recibir el informe de la sustentante:

Agustín Rodríguez Madariaga	Carné 2022438228
-----------------------------	------------------

Quién se acoge a la Normativa de Trabajos Finales de Graduación en Posgrado y al Reglamento de la Maestría en Salud Ocupacional, bajo la modalidad profesional, para optar al grado de Máster en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental con el trabajo de graduación titulado: *"Propuesta de Plan de Reducción de Riesgos por Exposición a Radiaciones Ionizantes y Factores Disergonómicos en el Puesto de Inspección de Pasajeros, en la Estación de Supervisión P15 del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM)"*

Están presentes los siguientes miembros del Tribunal Examinador:

Grado académico	Nombre completo	Puesto
Máster	Adrián Gutiérrez Fuentes	Representante por la UIP
M.Sc.	Gerardo Noguera Vega	Profesor tutor
Ph.D.	Carmen Madriz Quiros	Profesor lector

Una vez realizada la presentación del Trabajo final de graduación y realizada la deliberación correspondiente, se le asigna una nota de 95 con observaciones, por lo que se declara a la persona sustentante Agustín Rodríguez Madariaga, acreedor al grado de Máster en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental.

Se da lectura al acta que firman los miembros del Tribunal Examinador y la persona sustentante, a las 18:20 horas del 25 de abril de 2025.

GERARDO ANTONIO NOGUERA VEGA (FIRMA)  
PERSONA FÍSICA, CIPP-01-1288-0421.  
Fecha declarada: 28/04/2025 11:28:08 a. m.  
Verifique la firma en validación de documentos

M.Sc. Gerardo Noguera Vega  
Tutor

ADRIAN  
GUTIERREZ  
FUENTES (FIRMA)  
Firmado digitalmente por  
ADRIAN GUTIERREZ FUENTES  
(FIRMA)  
Fecha: 2025.04.25 18:20:48  
-06'00'

Máster. Adrián Gutiérrez Fuentes  
Representante UIP

TEC | Tecnológico  
de Costa Rica  
Firmado digitalmente por  
CARMEN ELENA MADRIZ  
QUIROS (FIRMA)  
Fecha: 2025.04.25 13:29:18  
-06'00'

Ph.D. Carmen Madriz Quiros  
Miembro del Comité Asesor

AGUSTIN  
RODRIGUEZ  
MADARIAGA  
(FIRMA)  
Firmado digitalmente  
por AGUSTIN  
RODRIGUEZ  
MADARIAGA (FIRMA)  
Fecha: 2025.04.25  
15:57:32 -06'00'

Agustín Rodríguez Madariaga  
Sustentante

Propuesta de Plan de Reducción de Riesgos por Exposición a Radiaciones Ionizantes y Factores Disergonómicos en el Puesto de Inspección de Pasajeros, en la Estación de Supervisión P15 del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM) © 2025 by AGUSTIN RODRIGUEZ MADARIAGA is licensed under [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dejar mi agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma colaboraron de forma directa e indirecta en todo el camino de cruzar un posgrado, gracias por brindarme el apoyo, fortaleza, seguridad y energía desde poder culminar los cursos que tomaron dos años hasta terminar este proyecto de graduación.

Este agradecimiento va dirigido en especial para mis compañeras de grupo de todo el proceso de esta maestría: María Fernanda Méndez Henderson y Adriana Umaña Vargas fueron un gran equipo.

Mención a mi tutor el Señor MSc. Gerardo Noguera Vega y lectora la Señora Ing. Carmen Elena Madriz Quirós por sus grandes retroalimentaciones y aportes técnicos y profesionales para que este proyecto de graduación se pudiera presentar.

A todos muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

**A mi abuela Alicia, la cual me ha inspirado en su vida para seguir estudiando  
y completarme como profesional.**

## Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Justificación del proyecto de graduación .....	3
Objetivos.....	5
Objetivo general: .....	5
Objetivos específicos: .....	5
Alcances y limitaciones del trabajo .....	5
Vinculación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) .....	6
Revisión Bibliográfica.....	7
Radiaciones ionizantes.....	7
Equipos de Rayos x.....	7
Equipos emisores de radiaciones ionizantes, rayos x.....	8
Rayos x en aeropuertos.....	9
Radiaciones ionizantes y salud.....	10
Protección radiológica.....	13
Antropometría en aeropuertos .....	15
Metodología .....	17
Aspectos éticos .....	24
Análisis de la situación actual (Resultados).....	25
Procedimiento de trabajo.....	31
Análisis herramienta ROSA.....	40
Encuesta de molestias.....	44
Protección radiológica.....	59
Conclusiones.....	64
Recomendaciones .....	65
Eje protección radiológica.....	65
Eje ergonomía .....	67
Fuentes y bibliografía.....	68
Anexos .....	74
Mediciones antropométricas.....	74
Resultados de encuesta de molestias.....	76

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Criterios para asignación de niveles según la frecuencia. ....	18
Cuadro 2. Criterios para la clasificación de las consecuencias. ....	18
Cuadro 3. Criterios para la clasificación de la probabilidad. ....	19
Cuadro 4. Cuadro resumen de los indicadores y variables que se aplicarán en las metodologías expuestas anteriormente citadas. ....	21
Cuadro 5. Estado y condiciones ambientales de la dosimetría de los equipos de rayos x del AIJSM. ....	25
Cuadro 6. Prueba de levantamiento radiométrico de los equipos radiológicos de rayos x del AIJSM. ....	25
Cuadro 7. Cuadro resumen de las medidas en centímetros de los componentes que comprenden la estación de trabajo del puesto de supervisión P15 del AIJSM. ....	30
Cuadro 8. Ciclo de trabajo de un oficial en la estación de supervisión de equipaje P15 el AIJSM. ....	33
Cuadro 9. Mediciones antropométricas y el puesto de trabajo asociado a la Estación de Supervisión P15 del AIJSM. ....	35
Cuadro 10. Percentiles del 5% al 100% de las variables medidas: peso, estatura, sacroplútea, muslo-asiento, muslo-suelo, rodilla-suelo y hombros en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utiliza el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x. ....	36
Cuadro 11. Percentiles del 5% al 100% de las variables medidas: bideltoidea, codo-codo, cadera, ojo-asiento, subescapular, codo-asiento en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utilizan el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x. ....	36
Cuadro 12. Integración de medidas de silla con respecto a las mediciones antropométricas y percentiles de los trabajadores de la Policía aeroportuaria, de la sección de escáner de equipos de rayos x del AIJSM. ....	38
Cuadro 13. Evaluación de la herramienta ROSA de los policías de migración del AIJSM, pertenecientes a la sección de escaneo de equipaje de rayos x sección de silla. ....	41
Cuadro 14. Evaluación de la herramienta ROSA de los policías de migración del AIJSM, pertenecientes a la sección de escaneo de equipaje de rayos x sección de periféricos y resultado total de la herramienta. ....	43
Cuadro 15. Medidas que deberá tener el diseño de la silla ergonómica para uso de los funcionarios de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM. ....	47
Cuadro 16. Variables para tomar en consideración en el respaldo de una silla ergonómica para ser utilizada en la estación de trabajo de los funcionarios de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM. ....	48
Cuadro 17. Listado de proveedores que cumplen con los requerimientos necesarios para su uso a la población de estudio. ....	50
Cuadro 18. Medidas que deberá tener el diseño de la mesa ergonómica para uso de los funcionarios de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM. ....	52
Cuadro 19. Listado de proveedores que cumplen con los requerimientos necesarios para su uso a la población de estudio. ....	52

Cuadro 20. Ejercicios a aplicar previo al inicio de la jornada laboral en la estación de trabajo del puesto P15 de los oficiales de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM. ....	54
Cuadro 21. Análisis FODA para las propuestas generadas del eje ergonómico. ....	58
Cuadro 22. Lista de verificación mensual para cada uno de los equipos de rayos x para desarrollar las inspecciones oculares. ....	61
Cuadro 23. Análisis FODA para la propuesta de verificación del estado de las cortinas plomadas dentro de los equipos de rayos x. ....	63
Cuadro 24. Medidas antropométricas de los 37 trabajadores (peso, estatura, sacro-plótea, muslo-asiento, muslo-suelo, rodilla-suelo y hombros) en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utiliza el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x. ....	74
Cuadro 25. Medidas antropométricas de los 37 trabajadores (bideltoidea, codo-codo, cadera, ojo-asiento, subescapular, codo-asiento) en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utilizan el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x. ....	75

## Índice de figuras

Figura 1. Perfil de campo de irradiación de los equipos P1 a P5 de la sección de escaneo de equipaje del AIJSM. ....	27
Figura 2. Puesto de inspección de pasajeros, Estación de Supervisión P15. ....	28
Figura 3. Medidas del escritorio y monitor de las estaciones de trabajo para el chequeo de equipaje del AIJSM. ....	29
Figura 4. Medidas del teclado y respaldar de sillas de las estaciones de trabajo para el chequeo de equipaje del AIJSM. ....	29
Figura 5. Medidas del asiento de las sillas de las estaciones de trabajo para el chequeo de equipaje del AIJSM. ....	30
Figura 6. Distribución de puestos de trabajo dentro de la estación de supervisión P15 del AIJSM. ....	32
Figura 7. Procedimiento de revisión de equipaje dentro del Puesto de Inspección de Pasajeros, estación de supervisión P15 del AIJSM. ....	32
Figura 8. Estaciones de trabajo de la zona de escaneo de equipaje del AIJSM. ....	39
Figura 9. Altura de monitores, con respecto a la posición de sentado de los oficiales de la Policía Aeroportuaria. ....	40
Figura 10. Posición de sentado, ángulos de posición de piernas (Universidad Politécnica de Valencia, 2024). ....	42
Figura 11. Integración de encuesta de molestias de la frecuencia e intensidad de dolor en distintas partes del cuerpo de los Policías de Migración del AIJSM. ....	45
Figura 12. Base de jerarquización de controles en Salud Ocupacional. ....	46
Figura 13. Dimensiones del respaldar basadas en la norma ANSI. ....	49
Figura 14. Ficha técnica explicativa sobre la postura correcta para trabajar en posición de sentado y ejercicios de pausas activas para aplicar en las estaciones de trabajo del P15 el AIJSM. ....	58
Figura 15. Cortinas plomadas de los equipos de rayos X del puesto P15 del AIJSM. ....	60

Figura 16. Colocación del portal de detección de radiaciones ionizantes, previo a la entrada del puesto de escaneo.....	65
Figura 17. Demarcación del equipo emisor de rayos x en el puesto P15 del AIJSM. ....	66
Figura 18. Blindaje de plástico ubicado en la salida del equipo de rayos x. ....	67

## Resumen

El estudio realizado en el Puesto Primario de Inspecciones de Pajeros (P15) dentro de las instalaciones del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM) propone brindar mejores condiciones de trabajo para mitigar el riesgo laboral en el desempeño laboral del personal de la Policía Aeroportuaria por medio de la valoración su exposición a dos variables: pequeñas dosis de radiaciones ionizantes emitidas por los equipos de scanner de rayos x en el puesto P15, y la estación de trabajo que comprende el uso cotidiano de silla, mesa y monitor.

Para la valoración de la exposición a las radiaciones ionizantes emitidas por los equipos de rayos x se ha utilizado la metodología aplicada por Noguera y Mora en 2018 obteniendo resultados de dosis efectiva con valores de 0,58 mSv/a. Este valor cumple con los límites máximos de exposición permitidos (20 mSv/a). Además, ha sido posible establecer que la distribución del campo de radiación que presenta valores de 2000 uSv/h se mantiene contenido dentro de los equipos de rayos x.

Para el estudio de la estación de trabajo se procedió con mediciones antropométricas de la población de trabajadores, y con mediciones de la estación de trabajo. La información ha sido recopilada siguiendo la herramienta ofrecida por el Rapid Office Strain Assesment (Guía Rosa). Durante la investigación se han encontrado disparidades entre las medidas de los percentiles de la población y el equipo de trabajo que necesitan intervenciones para mejorar las condiciones de trabajo de los interesados.

A raíz de esta investigación ha sido posible señalar unas recomendaciones. Eje ergonómico: la sustitución de sillas ergonómicas y/o mesas en la estación de trabajo, la introducción de información para el autoajuste de los insumos de oficina dentro de la estación, ejercicios preventivos previo al inicio de la jornada laboral. Eje radiaciones ionizantes: la señalización del área de ubicación del equipo emisor de rayos x, la necesidad de rotación, cada 30 minutos del personal en cada estación de trabajo, el mantenimiento de la protección del acrílico de los equipos de rayos con el fin de evitar su manipulación de parte de los colaboradores al acercarse a la fuente emisora, entre otros.

## **Introducción**

El sector de transporte aéreo de Costa Rica es sumamente importante para el ingreso económico del país. Costa Rica cuenta con aeropuertos internacionales y nacionales que brindan transporte para turismo, exportación e importación de materiales, equipos, y materias primas, entre otros. Los aeropuertos internacionales en Costa Rica son: Juan Santamaría (Alajuela), Tobías Bolaños (Pavas), Internacional de Limón (Limón), Internacional de Guanacaste (Liberia), además el país cuenta con 19 aeropuertos domésticos. El sector de transporte aéreo contribuye con \$5,000 millones de dólares estadounidenses, alrededor del 9% del producto interno bruto del país. En términos de empleos este sector cuenta con 9,600 empleos directos, 12,600 en cadena de abastecimiento, 11,400 en gasto de los empleados y 121,000 empleos generados por el turismo (Oxford Economics, 2018).

Además del turismo el transporte aéreo facilita la movilidad de las exportaciones e inversiones extranjeras al país abriendo el comercio en bienes y servicios. *Oxford Economics* indica que en 2018 \$3,800 millones de inversión extranjera han brindado apoyo a restaurantes, hoteles, y proveedores de servicios de transporte entre otros. En términos de exportación el transporte aéreo aportó \$ 20,000 millones de dólares en bienes y servicios y en inversiones extranjeras directas \$ 34,000 millones.

## **Justificación del proyecto de graduación**

Mediante la gestión de su órgano administrativo entregado por el estado, contando con indicadores en seguridad y salud ocupacional, el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM) cuenta con una guía técnica, la cual cuenta con procedimientos para actuar de acuerdo a las fuentes de exposición de acuerdo a sus actividades los trabajadores . Éstos peligros, entre otros, pueden ser físicos o incluir el manejo de sustancias químicas. Para evitar riesgos a los trabajadores, la empresa se compromete a protegerlos introduciendo buenas prácticas ambientales, y equipos de protección personal, entre otros, comprometiéndose, por ejemplo, a aplicar las normas la Organización Internacional de Normalización (INTE-ISO) que, además de incluir, entre otros, normas para la protección ante caídas, la presencia de redes de seguridad en trabajos de altura y espacios confinados, incluyen las variables en relación a las radiaciones ionizantes de su establecimiento. En temas de exposición a agentes físicos como ergonomía, la administración del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM) en su documentación solamente enfatizan en el uso de su equipo de protección personal (EPP) que deberá ser diseñado de manera ergonómica para permitir un ajuste adecuado del trabajador durante el desempeño de sus funciones en su jornada laboral (Aeris, 2020).

A pesar de que los trabajadores reciben dosis bajas de radiaciones ionizantes generadas por los equipos emisores de rayos x, es importante mantener las buenas prácticas que dicta la ley en este tipo de establecimientos para que la generación de nueva información y sobre todo la verificación de la seguridad laboral sirva como base para su seguimiento y mejora. Los resultados de estas mediciones tienen el propósito de mejorar las medidas de higiene y seguridad de la organización que administra este aeropuerto, y de ofrecer a todas las partes interesadas, incluso los órganos de gobierno, material importante para la toma de decisiones en este sector.

De igual forma, el contar con un ambiente laboral adecuado a sus necesidades y condiciones ergonómicamente ajustadas a la antropometría permite a los 200 trabajadores realizar sus tareas de chequeo de equipaje mediante los equipos radiológicos de forma adecuada. La evaluación de sus instrumentos de trabajo

como escritorio, monitor, sillas y otras condiciones, ayudará a prevenir el riesgo ergonómico, permitiendo un eficiente cumplimiento de las tareas en su jornada laboral, así como la reducción de posibles lesiones.

## **Objetivos**

### **Objetivo general:**

Proponer un plan de reducción de riesgos por exposición a radiaciones ionizantes y factores disergonómicos en trabajadores Aeropuerto Internacional Juan Santamaría (AIJSM) para brindar mejores condiciones laborales y prevenir enfermedades de los trabajadores del Puesto Primario de Inspección de Pasajeros.

### **Objetivos específicos:**

- Realizar una evaluación de riesgos asociados a la exposición de radiaciones ionizantes en el área de las gónadas del personal que utiliza los equipos de escáner de equipajes de rayos x.
- Realizar una caracterización antropométrica de los operarios que utilizan los equipos de escáner de equipajes de rayos x para valorar las condiciones físicas de su entorno laboral.
- Proponer un plan de reducción de las oportunidades de mejora encontradas de riesgos ocupacionales a los trabajadores expuestos que manipulan los equipos de escáner de equipajes de rayos x en los ejes radiológicos y ergonómicos.

### **Alcances y limitaciones del trabajo**

Este trabajo será de gran utilidad para la buena gestión en materia de salud y seguridad del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, el aeropuerto con mayor ingreso de turistas y extranjeros a nuestro país, el cual cuenta con un gran impacto en el desarrollo de Costa Rica, ya que de dicha actividad generan ingresos económicos considerables a nuestro país, en materia de transporte y turismo. Cabe destacar que, el impacto que genera este trabajo se podría implementar en los demás aeropuertos internacionales y locales de Costa Rica, permitiendo así brindar óptimas condiciones en materia de salud y seguridad en materia preventiva de radiaciones ionizantes y ergonómicos de este tipo de industria.

Las limitaciones que presenta este trabajo es el tener seleccionado los equipos de rayos x para el estudio, los mismos estén dispuestos a operar de acuerdo a la

demanda de turistas o en proceso de mantenimiento y no se podrán utilizar, o posterior al estudio el ingreso de algún equipo radiológico de interés ya no esté incluido. Las jornadas laborales de 24 h del aeropuerto hará que se tenga que tomar la jornada en noche y madrugada, y contemplar la forma en la que esta población se incluya dentro del estudio. Por otra parte, al realizar las mediciones antropométricas, la investigación para medir a la población es voluntaria y queda abierto a que en el proceso alguno(s) participante(s) decidan en no continuar con el proceso.

### **Vinculación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)**

Los objetivos de desarrollo sostenible pactados en el año 2015 por medio de la Asamblea de las Naciones Unidas ordenan a todos los países el cumplimiento de sus metas involucrando de forma integral a todas las unidades organizativas de cada país, pasando por toda la estratificación estatal, sector privado; en distintos temas de interés mundial, tales como manejo de residuos, protección ambiental, recurso hídrico, pobreza, educación, desigualdad, paz, justicia entre otros. En este caso a las universidades, forman a profesionales de distintos grados desde bachilleres hasta posgrados que aportan por medio de acciones, proyectos y tomas de decisión el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, n.d.).

Este trabajo final de graduación es vinculado con los siguientes objetivos de desarrollo sostenible: objetivo 3 "Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades", objetivo 8 "Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos", y el objetivo 9 "Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación». La propuesta de este trabajo final de graduación permite brindar mejores condiciones laborales a este grupo diverso de trabajadores, tanto en edad como condiciones antropométricas, brindando un escenario para mantener condiciones de seguridad en temas de radiaciones ionizantes y ergonómicas, esto permite tener un trabajo

pleno y productivo, a su vez, de promover industrialización inclusiva para toda la población y bienestar laboral (Naciones Unidas, n.d.).

### **Revisión Bibliográfica**

La revisión bibliográfica para esta práctica comprende conceptos de dos ejes fundamentales, los cuales son las radiaciones ionizantes y ergonomía, yendo desde conceptos básicos de ambos, hasta llegar a su aplicación al desarrollo de tareas en los aeropuertos, eje central para desarrollar y cumplir los objetivos de esta práctica. El primer eje a continuación es sobre el tema de radiaciones ionizantes explicando conceptos generales, lo que son equipos de rayos x, los cuales son el insumo de estudio para este trabajo, protección radiológica y ejemplos de estudios previos e investigaciones realizadas en aeropuertos de otros países, los cuales la variable de exposición a radiaciones ionizantes ha sido evaluada en materia de salud y seguridad en el trabajo.

### **Radiaciones ionizantes**

Para explicar el término de radiaciones ionizantes se tiene que definir su origen. La radiación radioactiva se puede clasificar en dos categorías: radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes. La radiación no ionizante se produce principalmente cuando no están involucrados la producción de pares iónicos, por ejemplo, se da este tipo de radiación en ondas de televisión, radio, lámparas ultravioletas, microondas, rayos infrarrojos, rayos láser. Las radiaciones ionizantes son las que cuentan con la energía suficiente para poder interactuar con la materia y rompen los enlaces químicos para producir pares iónicos. Este tipo de radiaciones se dividen en dos: radiaciones corpusculares (tiene una masa y carga como las radiaciones alfa y beta) y radiaciones electromagnéticas (transporte de energía mediante campos electromagnéticos como radiación gamma y radiación x) (Cuenca, 1997).

### **Equipos de Rayos x**

Los rayos x fueron descubiertos en el año 1895 por el científico Wilhem Roentgen de forma accidental gracias a sus estudios del comportamiento de los rayos catódicos. Los rayos x están presentes dentro del espectro electromagnético,

definidos como una onda que se caracteriza por una menor cantidad de energía, pero con un número mayor de longitud de onda, como por ejemplo las ondas de radio. Los rayos x son invisibles para el ojo humano y cuentan con las siguientes características según Roetgen: son capaces de poder penetrar cuerpos opacos, no pueden ser reflejados ni refractados, tienen la capacidad de fluorescer sustancias, y de ionizar átomos. Además, su radiación afecta las películas fotográficas (Badel et al., 2018).

La producción de rayos x se genera dentro de un tubo revestido compuesto por dos estructuras llamadas ánodo y cátodo. La sección de cátodo comprende de un filamento que, cuando se calienta emitiendo electrones (electrones proyectil) transmite energía cinética e interactúa con el blanco hacia las capas K, L, M, N del núcleo pasando a estados de excitación y relajación de los electrones, generando calor y emitiendo un fotón (Díaz, 2022).

### **Equipos emisores de radiaciones ionizantes, rayos x**

La aplicación de las radiaciones ionizantes en la sociedad es de suma importancia. Una de las prácticas más comunes es el de la radiología diagnóstica. Su principal función radica en brindar imágenes en el campo de la medicina para poder obtener información para el diagnóstico de enfermedades, observar progresos de trastornos como cáncer, tejidos corporales, cerebro, estructuras óseas, entre otros. Para ello, existen distintos tipos de métodos para reproducir este tipo de imágenes, los más utilizados son: tomografía computarizada (TC), ultrasonido, resonancia magnética (RM) y los rayos x (Raudales Díaz, 2014).

Todo equipo de rayos x destinado a trabajar en la radiología diagnóstica debe contar con los siguientes componentes generales:

- Cabezal: compuesto por el tubo de rayos x, circuito de alta y baja tensión. Esta sección es donde se generan las ondas de radiación.
- Brazo articulado: extensión que facilita la toma de la radiografía.
- Soporte: tiene la función de unir o fijar el equipo de rayos.
- Panel de control: permite apagar y prender el equipo, regula los tiempos de exposición de la radiografía y cuenta con un interruptor para la toma de las

radiografías. En algunas ocasiones el panel de control está lejos del paciente para poder proteger al operador.

- Regulador de voltaje: regula la cantidad de corriente que llega al equipo.  
(Donoso H, 2003a)

Los equipos de rayos x pueden ser clasificados en varias categorías, dependiendo de su aplicación sea en las ciencias médicas, seguridad, u otros:

- Equipos según regulación: se encuentran los equipos regulables y no regulables, los primeros tienen la capacidad de poder variar los parámetros de exposición como el milivoltaje, miliamperaje, kilovoltaje y los tiempos de exposición, en cambio en los no regulables, solamente se puede variar los tiempos de exposición.
- Movilidad de equipos: se encuentran los equipos estáticos y dinámicos. En los equipos estáticos el cabezal, el plano de proyección y el paciente tienen que quedar fijos para realizar una toma radiográfica. Los equipos dinámicos están diseñados para contar con movimiento del cabezal y el plano de proyección para obtener una toma radiográfica. Un ejemplo son las radiografías panorámicas.
- Zonas que abarcan: dentro de este grupo están los equipos zonales que se focalizan en un área específica como la zona maxilofacial. Los equipos panorámicos cubren zonas más amplias.
- Según instalación: de acuerdo al uso que se requiera, estos equipos pueden ser colocados a dispositivos de sujeción, móviles y portátiles para ser utilizados dentro de una consulta.

(Donoso H, 2003b)

### **Rayos x en aeropuertos**

El uso de equipos de rayos x es un determinante para velar por la seguridad de los aeropuertos. Este tipo de equipos se caracterizan por emitir radiaciones ionizantes electromagnéticas a través del generador de rayos x. Los rayos x que atraviesan el

equipaje son captados por el equipo y convertidos a una señal digital que el equipo transforma en una imagen vista desde un monitor por medio del oficial que manipula esta clase de dispositivos (Nazar Chamorro, 2009).

Los equipos de rayos x permiten a las instituciones que velan por la seguridad del aeropuerto brindar una estrategia no intrusiva para mantener un control de entrada y salida de objetos no permitidos al país (drogas, plagas, alimentos, agentes transmisores de animales, especies no nativas, entre otros). La pantalla de estos equipos de rayos x presenta 3 tipos de colores: lo objetos que marca con color naranja son materiales orgánicos como las frutas, verduras, azúcar, entre otros; los artículos con marca de color azul son los inorgánicos como metal, vidrio, plástico, etc. y el color verde aparece cuando existe la combinación de ambos materiales (orgánico e inorgánico). Estos cambios de colores se deben al número atómico que componen los objetos que atraviesan los rayos x; números atómicos menores a 10 como carbono, hidrógeno, oxígeno, se reflejan con el color naranja. Compuestos con número atómico entre 10 a 15 como aluminio, cloro, dan un color verde. Por último, los compuestos que cuentan con número atómico de 15 a 56 indican la presencia de elementos más pesados como hierro, cobre y plata asumen un color azul en la pantalla (Nazar Chamorro, 2009).

### **Radiaciones ionizantes y salud**

Las aplicaciones de las radiaciones ionizantes son numerosas en agricultura, industria e investigación. El desarrollo ha permitido mejoras en su tecnología en materia de equipos y protección, pero hay que tener en cuenta que el uso indebido de estas tecnologías puede llevar consigo efectos negativos en la salud de las personas expuestas a este tipo de energía.

La interacción de las radiaciones ionizantes se presenta a nivel celular produciendo efectos a nivel hereditario y carcinogénico, entre otros. Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes dependen de factores físicos, fisiológicos y ambientales. Por ejemplo, el efecto de la dosis de la radiación en los tejidos corporales puede variar según la edad, el sexo, y el metabolismo (Noguera, 2022).

Los efectos biológicos en el ser humano producto de las radiaciones ionizantes pueden causar daños a las células somáticas del individuo. En este caso sólo el individuo irradiado presenta un cambio somático como, por ejemplo, disminución celular en la médula ósea, cataratas, diarrea, vómito, y quemaduras, entre otros. Si el daño se presenta en los gametos, el resultado será un proceso mutagénico a nivel de ADN que puede causar enfermedades y/o malformaciones hereditarias (Noguera, 2022).

De acuerdo a la probabilidad de incidencia, se encuentran los efectos deterministas, relacionados con la muerte de un gran número de células dependiendo de la dosis de radiaciones. Estos efectos se manifiestan con caída de cabello, esterilidad, y anemia. Los efectos estocásticos se deben a procesos degenerativos o neoplásicos por la modificación de la reproducción celular. Debajo de cierto umbral los efectos se manifiestan con inicio de cáncer, malformaciones congénitas, enfermedades hereditarias (Noguera, 2022), (Puerta Ortiz & Morales Aramburo, 2020).

Efectos indirectos, daños a nivel de ADN dependerán del tipo de radiación, de las condiciones de irradiación, las características del ADN y su capacidad de reparación. Este efecto se puede presentar en procesos de radiólisis del agua que genera radicales libres produciendo moléculas altamente reactivas impidiendo que las células se reparen y permitiendo que se recuperen a una velocidad anormal, afectando toda la dinámica celular del cuerpo o tejido irradiado. Además, la interacción de los radicales permite que los mismo generen un fraccionamiento celular comprometiendo los enlaces químicos de las células como los de azúcar y fósforo y permitiendo mutaciones que cambian la información en funciones enzimáticas celulares impidiendo la reproducción celular (Puerta Ortiz & Morales Aramburo, 2020).

El estudio del efecto de las radiaciones en la piel es muy importante. Las radiaciones pueden causar eritema, descamación de la piel, descamación húmeda, ulceración crónica (quemaduras). Se han hecho estudios que indican que la  $D_0$  es de alrededor de 1,35 Gy. Los efectos tardan en manifestarse en la piel debido a la lenta renovación de los tejidos celulares en la dermis (Puerta Ortiz & Morales Aramburo,

2020). Esto es de suma importancia para el análisis en las estaciones de rayos x en los aeropuertos debido a que sus trabajadores manipulan los equipajes cerca de la fuente de emisión. Por esto es importante que los aeropuertos cuenten con un protocolo para la manipulación correcta y cercana a la fuente para evitar futuro efectos dérmicos.

## Protección radiológica

Las recomendaciones para la protección radiológica inician en 1990 por medio de la CIPR (Comisión Internacional de Protección Radiológica) y se han gradualmente ido actualizando hasta la fecha. Los riesgos asociados a las radiaciones ionizantes dependen de la dosis y exposición innecesaria que captan las personas expuestas. La protección de las personas ocupacionalmente expuestas en su ambiente laboral se debe de realizar estableciendo límites en la radiación, una medida vital para poder tomar medidas de seguridad. En términos de protección se deberá de ajustar siempre la dosis que deben de recibir los trabajadores al completar sus tareas. En Costa Rica, el Reglamento de Radiaciones Ionizantes de Costa Rica (N° 24037-S), menciona que las personas deberán ser sometidas a un riesgo de exposición a las radiaciones en el que puedan recibir dosis anuales superiores a 1 mSv (Arias, 2006).

Cuando la fuente radiológica trabaja en condiciones normales, se puede realizar el control radiológico por medio de la aplicación de los límites de dosis y las restricciones sugeridas por los procesos de optimización de la organización. Por otra parte, esto debe ser complementado con otros principios de protección radiológica:

- Distancia: Dependiendo de la intensidad de la radiación, el alejarse de la fuente disminuye con el cuadrado de la distancia.
- Blindaje: Colocar una pantalla protectora como un blindaje biológico entre la fuente radioactiva y el trabajador. Los materiales utilizados regularmente son: muros de hormigón, láminas de plomo, acero y cristales enriquecidos con plomo.
- Tiempo: Controlar y reducir el tiempo de exposición de los trabajadores a radiaciones ionizantes.

(Preciado Ramírez & Luna Cano, 2012)

Estos aspectos deberán de estar incluidos en todo el programa de protección radiológica de una institución como medidas en el ambiente laboral, pero además los trabajadores de forma individual deberán de seguir una serie de medidas para

continuar manteniendo una adecuada protección como: cumplir los procedimientos y reglamentos en el que aplique ejercicio y manipulación de los equipos radiológicos, utilizar adecuadamente el equipo de protección personal asignado, brindar toda la información necesaria sobre sus actividades laborales actuales y anteriores para aportar una mejor protección y seguridad radiológica, contar con capacitaciones en temas de seguridad radiológica (Preciado Ramírez & Luna Cano, 2012).

Los programas de protección radiológica permiten a todas las organizaciones que manipulen equipos que emitan radiaciones ionizantes cumplir con la normativa nacional, como lo menciona el Reglamento sobre Protección de Radiaciones Ionizantes (N° 24037-S). La normativa impone mantener los límites máximos permitidos no sobrepasando los límites anuales de dosis de 20 miliSievert o “en un período de cinco años consecutivos no se sobrepasen los 100 miliSievert y nunca los 50 miliSievert en un solo año”(Sistema Costarricense de Información Jurídica, 1994). Este tipo de programas permiten evitar accidentes laborales. Estos límites facilitan la regulación, evaluación, fiscalización y control de los responsables de la seguridad de los trabajadores de toda organización.

En relación a proyectos y estudio en el tema de radiaciones ionizantes orientados al servicio de transporte aéreo, se han realizado estudios radiológicos en aeropuertos. A continuación, se exponen algunos casos que permiten entender y brindar importancia a este tipo de actividad y a su impacto positivo para la salud y seguridad en el trabajo a nivel de pilotos (Castro González, 2013), personal de vuelo (Camacho Suárez, 2017) y tripulantes en las cabinas de los aviones. Además, estos estudios se han concentrado en evaluar como las radiaciones producidas por las antenas de radar en los aeropuertos pueden afectar la salud humana (León Medina & Ruiz Alvarado, 2008). También se han realizado estudios de escáner de cuerpo y rayos x a los pasajeros en Estados Unidos que han producido cifras de 0,03 a 0,1  $\mu\text{Sv}$  (Metha, 2011). Aunque son cifras pequeñas, aplicando una estimación de un aumento de 0,08 cáncer/sievert de exposición se ha llegado a la conclusión que estos equipos pueden “potencialmente” provocar cánceres. Por esta razón el tema

de prevención radiológica no se puede dejar de lado ante el uso de estos equipos. Es importante que los operadores que usan estos equipos reciban esta información para que determinen el riesgo de las radiaciones a las que son expuestos, ya que ellos, y no los pasajeros, son los que permanecen más tiempo en un área contaminada. (Moulder, 2012).

Otros factores de interés para este estudio son los que están relacionados con la ergonomía de los trabajadores que desempeñan sus labores en distintas actividades y posiciones específicas en sus puestos de trabajo. Es por eso que se hablará de conceptos básicos de ergonomía hasta la misma aplicada en los trabajos de colaboradores en los aeropuertos. La integración de ambos ejes, tanto el de radiaciones ionizantes como ergonomía permiten brindar mejores alternativas de solución, por lo que es necesario conocer sus términos y definiciones, las cuales se describen a continuación.

### **Antropometría en aeropuertos**

En los aeropuertos los trabajadores están expuestos a riesgos ergonómicos asociados con varias funciones como el mantenimiento de sus instalaciones y el brindar de servicios como comidas y equipaje. La Oficina de Estadística Laboral de los Estados Unidos en el 2019 reporta que el sector transporte cuenta con la segunda tasa de incidencia más alta en lesiones-ocupacionales con un 4,4%. El sector de transporte aéreo tuvo un incremento del 1,1% en tasa de accidentes laborales. El tipo de lesiones más frecuentes se deben a sobreesfuerzo y lesiones músculo-esqueléticas.

Es de suma importancia cuidar las posturas en las que el personal desarrolla una actividad, sea de pie o sentado, porque una postura equivocada con el paso del tiempo podría causar una lesión aguda o crónica. Un ejemplo son los operarios que manipulan el equipaje en las líneas de aeropuerto, donde se realiza de forma manual y mecánica la recepción, transporte, carga y descarga del equipaje. Según Ben Zavitz and Ming-Lun Lu, 2022, los equipajes pesan en promedio en un aeropuerto de dimensiones grandes en Estados Unidos alrededor de 32 libras, estos pueden variar de acuerdo con los vuelos y el personal, pero alrededor de un 15% a

25% de las maletas pesa más de 50 libras. Si se considera que los trabajadores tienen que alzar este peso de forma constante, un operario podría levantar hasta 10 000 libras por turno.

Sin un control y una supervisión técnica para manejar adecuadamente estas cargas, las enfermedades ocupacionales aumentan al desempeñar esta clase de tareas. Parte de las soluciones y ajustes que proponen los autores para poder minimizar el riesgo ergonómico son las capacitaciones en manejo de cargas, uso de equipos mecánicos en biomecánica y técnicas de levantamiento aplicadas al equipaje, como por ejemplo estirar y calentar previo a realizar la actividad física, rotación de puestos de tareas que necesitan una mayor demanda física. También es importante etiquetar el equipaje para indicar su peso y así proceder a levantar equipaje en conjunto. Todo lo anterior, requiere de estudios y diseños para adecuar los instrumentos y procedimientos a la población a intervenir (Zavitz & Lu, 2022).

Parte de los ajustes al entorno laboral de los operarios que desempeñan tareas en el aeropuerto para puestos de pie y sentado, se basa en la recolecta de datos antropométricos de la población a intervenir. Estudios antropométricos realizados en aeropuertos permiten un diseño y dimensionamiento adecuado para poder realizar las operaciones de forma correcta. La Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) en 2008 realizó un estudio antropométrico sobre más de 1,244 trabajadores en 21 aeropuertos en los Estados Unidos. La FAA aplicó 25 mediciones: en la mano, amplitud, alcance extendido, longitud; en el brazo, alcance vertical; la altura de sentado; longitud de pierna; estatura; altura de los ojos; altura descaso-codo; profundidad del pecho, profundidad abdominal, altura de rodilla, longitud agarre-codo, entre otras, con el fin de proponer medidas adecuadas al percentil de la población para proveer a los funcionarios ropa adecuada para un mejor rendimiento laboral. Estos estudios permiten obtener información vital para proponer otra clase insumos para los trabajadores como escritorios adecuados, bases, tarimas, escaleras y sillas entre otros, con el fin de ajustar lo más al percentil de la población y con esto disminuir el riesgo ergonómico asociado al trabajo en los aeropuertos.

## Metodología

Se presenta la metodología a desarrollar para cada objetivo planteado dentro de este trabajo final de graduación:

Objetivo: Realizar una evaluación de riesgos asociados a la exposición de radiaciones ionizantes en el área de las gónadas del personal que utiliza los equipos de escáner de equipajes de rayos x.

Se procederá a realizar una matriz de riesgos basados en la metodología aplicada por Noguera y Mora, 2018 en la Evaluación de la Seguridad Radiológica del CICANUM: Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes y Almacén de Residuos Radiactivos, para identificar riesgos asociados al uso de los equipos de rayos x de los departamentos de estudio.

Para poder determinar los riesgos asociados en la operación de los equipos radiológicos, el riesgo se clasificará en 4 categorías: muy alto, alto, medio y bajo. Para poder terminar dicho riesgo se deberá asociar las variables para los procesos de uso de los equipos de rayos x en: frecuencia (número de veces/año), la probabilidad en que exista un fallo de las barreras y la magnitud de las consecuencias en la manipulación de los equipos. Esto se representa por medio de la siguiente fórmula.

$$R = f * P * C$$

Dónde cada letra representa las siguientes variables evaluativas,

R = Riesgo  
F = frecuencia  
P = Probabilidad  
C = Magnitud

Se dividirá las variables independientes de la ecuación anterior en cuatro variables cuantitativas (alto, medio, bajo y muy bajo), calculando todas las posibles combinaciones se van a adquirir los cuatro niveles de riesgo.

El riesgo asociado a la operación y manipulación de los equipos de rayos x del AIJSM se va a cuantificar por los posibles daños y el producto de su probabilidad, el resultado obtenido permite la clasificación a los niveles, con el fin de establecer criterios tolerables que permitan la operación de los equipos de una forma segura.

En los cuadros 1, 2 y 3, se muestran los criterios de clasificación de la frecuencia, la efectividad de las barreras y las consecuencias. Para determinar la variable de la probabilidad se toma en cuenta “la probabilidad de fallo como el producto de cada una de las probabilidades de fallo de las barreras individuales, de tal forma que, la probabilidad total es inversamente proporcional a la cantidad de barreras, considerando que la probabilidad de fallo para cada barrera es igual”(Noguera Vega & Mora Rodríguez, 2018).

*Cuadro 1. Criterios para asignación de niveles según la frecuencia.*

Nivel de frecuencia	Acrónimo	Valor de frecuencia (500 operaciones anuales)
Alta	F <sub>a</sub>	$f > 5$
Media	F <sub>m</sub>	$1 < f < 5$
Baja	F <sub>ab</sub>	$0,01 < f < 1$
Muy baja	f <sub>mb</sub>	$0,01 < f < 0,1$

*Cuadro 2. Criterios para la clasificación de las consecuencias.*

Nivel de consecuencia	Acrónimo	Criterio
Muy alto	C <sub>ma</sub>	Provocan efectos deterministas que causan detrimento permanente de la calidad de vida de los operarios
Alto	C <sub>a</sub>	Causan efectos deterministas, pero no producen daño permanente en calidad de vida de los operarios.
Bajo	C <sub>m</sub>	Aumentan la probabilidad de efecto estocástico, son causadas por irradiaciones no consideradas normales, pueden superar las

		restricciones de dosis en el uso de los equipos radiológicos de los operarios.
Muy Bajo	C <sub>b</sub>	No tienen consecuencias sobre los trabajadores, pero son resultado de un fallo de una barrera en detrimento de la seguridad de los operarios.

*Cuadro 3. Criterios para la clasificación de la probabilidad.*

Nivel de probabilidad	Acrónimo	Criterio
Muy alto	P <sub>MA</sub>	No cuentan con barreras existentes
Alto	P <sub>M</sub>	Cuenta con máximo dos barreras
Bajo	P <sub>B</sub>	Cuenta con tres barreras existentes
Muy Bajo	P <sub>MB</sub>	Cuenta con cuatro o más barreras existentes

El resultado de esta matriz de riesgo permitirá definir los parámetros independientes con sus respectivos niveles de clasificación, determinando el riesgo asociado a la actividad del uso de los equipos de rayos x del AIJSM. Para poder definir los riesgos relacionados se procede a tomar una evaluación inicial cuando los resultados sean de riesgo alto y muy alto, posterior se realizar una segunda evaluación tomando en cuenta los nuevos reductores de frecuencia y mitigadores de las consecuencias.

### **Cálculo de dosis efectiva**

Se determinará la dosis efectiva recibida por un oficial en el puesto en gónadas: se colocará al oficial un dosímetro personal cercano al área de estudio, dosímetro de cuerpo entero, adicionalmente se colocará un dosímetro ambiental que estará permanentemente en una zona próxima al campo de radiación del equipo de scanner de equipaje de rayos x. El tiempo de muestreo será en su jornada laboral de 12h/día.

Las muestras se llevarán al Laboratorio de Dosimetría Personal del CICANUM de la UCR, el cual es un laboratorio autorizado por el Ministerio de Salud, y cuenta con la acreditación de sus ensayos bajo norma INTE ISO/IEC 17025:2017. Los

resultados de estas dosimetrías permitirán obtener los siguientes cálculos para sus respectivos análisis:

- Determinar las posibles consecuencias de las dosis que puedan recibir los oficiales.
- Determinar la dosis efectiva comprometida proyectada a 50 años.
- Clasificar los posibles efectos somáticos-deterministas y somáticos-estocásticos a los que pueda estar el POE.

Objetivo: Realizar una caracterización antropométrica de los operarios que utilizan los equipos de escáner de equipajes de rayos x para valorar las condiciones físicas de su entorno laboral.

Se procederá a realizar una medición antropométrica de la población que manipula los equipos de rayos X del AIJSM, con el fin de valorar las condiciones físicas de sus instalaciones para que los mismos mantengan y mejoren su desempeño en su entorno laboral, para ello se preguntará a los colaboradores quien(es) de forma voluntaria quieren ser parte del estudio para proceder con las mediciones. Se generarán tablas con percentiles.

Se realizará una descripción de tareas y áreas de trabajo, para cada una de las áreas se relacionarán las áreas, mobiliarios, auxiliares, pesos a manipular, computadores.

Para ellos se tomarán medidas a los oficiales del departamento en que se utilizan los equipos de rayos x. Las medidas a tomar serán las siguientes: peso, estatura, altura poplítea, sacro-poplítea, muslo-asiento, muslo-suelo, rodilla-suelo, sentado-hombro, sentado-deltoidea, sentado-codo-codo, sentado-cadera, ojo-asiento, sentado-subescápula, sentado-codo-asiento.

Con las mediciones antropométricas de la población de estudio, podremos realizar propuestas de mejora basadas en los percentiles de los operarios en relación a las condiciones de su entorno laboral.

Posterior se aplicarán dos instrumentos para el análisis del puesto de la estación de trabajo de rayos x para valorar el acople del puesto de trabajo con las dimensiones de los trabajadores:

- Rapid Office Strain Assesement (Guía Rosa): dicha guía determina con escalas de 1 a 10 el riesgo al que los trabajadores están expuestos en su labor de escritorio, dando como resultado si es o no necesaria una intervención para mejorar sus condiciones. Se va a analizar todo el puesto de trabajo de oficina, tomando en cuenta características de la silla, asiento, reposabrazos, respaldar, monitor, teléfono (en caso de ser necesario), mouse, teclado. Con eso se podría determinar las condiciones y posibles oportunidades de mejora en el centro de trabajo.
- Encuesta de Molestias (Madriz Quirós & Sánchez Brenes, 2021) para el análisis del puesto de la estación de trabajo de rayos x en la entrada hacia las puertas del aeropuerto, permitirá asociar las mediciones y dimensiones de los equipos de escritorio que comprende el área de trabajo. Esta encuesta se llenará por medio de la plataforma de Google forms a través de un enlace o código QR.

*Cuadro 4. Cuadro resumen de los indicadores y variables que se aplicarán en las metodologías expuestas anteriormente citadas*

Metodología	Indicador	Variable
Rapid Office Strain Assesement (Guía Rosa)	Altura, longitud de asiento, espacio en el respaldar, posición con respecto al monitor, teléfono, alineación con los periféricos, ángulo con uso de teclado.	Silla (altura, longitud, reposabrazos, respaldo) y periféricos (monitor, teléfono, ratón y teclado)

Metodología	Indicador	Variable
Encuesta de molestias	Partes del cuerpo que presentan una molestia: cabeza, ojos, cuello, hombro, espalda, brazos, antebrazos, muñecas y manos, muslos, rodillas, pierdas, pies	Frecuencia de dolor, intensidad de dolor, interferencia al trabajar

Objetivo: Proponer un plan de reducción de riesgos ocupacionales a los trabajadores ocupacionalmente expuestos que manipulan los equipos de escáner de equipajes de rayos x.

De los resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos anteriormente mencionados se derivarán oportunidades de mejoras. Para ello las propuestas se dividirán en 3 ejes:

- Protección Radiológica: Proponer las oportunidades de mejora basados en la filosofía de trabajo ALARA, nuevos hábitos de trabajo que permitan al Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) realizar su trabajo obteniendo dosis tan bajas como sea razonablemente posible. La variable a desarrollar es: cortinas plomadas de los equipos de escáner por medio de rayos x.
- Ergonomía: Propuesta de nuevas condiciones de las instalaciones físicas de trabajo de escritorio basado en los resultados la medición antropométrica de los oficiales que manipulan los equipos de rayos x de la sección de escaneo de equipajes de la guía ROSA. Practicas por un lugar de trabajo seguro basados en los percentiles de la población de operarios de equipos radiológicos. Las variables a desarrollar son: escritorio y silla de la estación de trabajo, cuerpo como insumo de trabajo.
- Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) de las propuestas generadas de los ejes desarrollados. Las variables a tomar en

cuenta para dicho análisis son: inversión económica, dificultad en la implementación, apoyo a la gerencia, vida útil de los equipos propuestos, disposición de la tecnología a implementar en el país, cambios en la legislación, protección en salud y seguridad de los colaboradores.

### **Aspectos éticos**

El presente trabajo no contará con la entrega de un consentimiento informado a la población de estudio ya que, no se coleccionarán muestras, ni material biológico. Para poder tomar las mediciones, las dosimetrías se colocarán en dos puntos cerca del equipo de trabajo cercano a la zona de escritorio y en la zona de ingreso de las maletas al escáner de los rayos x. Este proceso no es invasivo y no afecta alguna parte del cuerpo de los operarios. Por otra parte, en la sección de antropometría se tomarán medidas del cuerpo de los trabajadores, para poder determinar y proponer los percentiles de toda la población las medidas adecuadas en beneficio de toda la población que utiliza los equipos de rayos x del AIJSM y no para beneficio individual de alguna persona. Además, se pasará una encuesta de molestias a los oficiales con el fin de obtener más información para asociar posibles dolencias con el puesto de trabajo. Los registros y tabulación de dichas mediciones serán anónimas (trabajador 1, trabajador 2, trabajador "n"...), ya que el fin de este estudio es mejorar las condiciones físicas del medio laboral.

De igual manera siempre se va a comunicar a los directivos y a los participantes los objetivos y los resultados de la investigación con el propósito de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.

### **Análisis de la situación actual (Resultados)**

Resultados obtenidos de los equipos emisores de rayos x medidos en la sección de escaneo de equipaje del AIJSM; de la aplicación de la metodología de Noguera y Mora, 2018, es el levantamiento radiométrico, el cual, se obtendrán los productos de las tasas de dosis y el perfil de campo de irradiación de los equipos de rayos x que utilizan los colaboradores del puesto de estudio.

*Cuadro 5. Estado y condiciones ambientales de la dosimetría de los equipos de rayos x del AIJSM.*

ID del equipo	Marca/Modelo	Observación
P1	ASTROPHYSICS INC	Cuenta con sus blindajes
P2	ASTROPHYSICS INC	Cuenta con sus blindajes
P3	ASTROPHYSICS INC	Cuenta con sus blindajes
P4	ASTROPHYSICS INC	Cuenta con sus blindajes
P5	ASTROPHYSICS INC	Cuenta con sus blindajes

\*Condiciones ambientales del sitio: temperatura (23,2 °C), presión (99,98 kPa), humedad relativa (72%)

La sección de escaneo de equipaje comprende de 8 equipos, sin embargo, se realizó el muestreo en cinco de ellos en el aeropuerto, esto debido a que el uso de los mismos depende de la carga laboral y recurso humano que se encuentre en el AIJSM (cuadro 4).

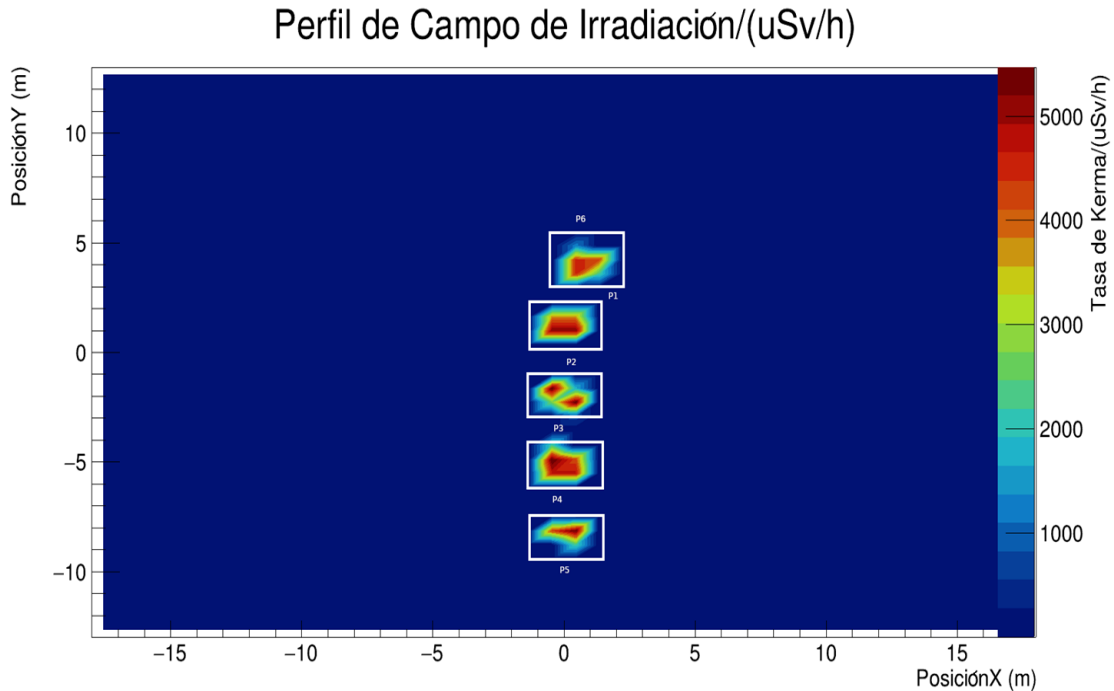
*Cuadro 6. Prueba de levantamiento radiométrico de los equipos radiológicos de rayos x del AIJSM.*

ID equipo	Tasa dosis equivalente (uSv/h)*	Dosis Ocupacional Proyectada a un año/(mSv/a) **	Dosis Ocupacional Proyectada a 50 años/(mSv)
P1	0,048	0,396	19,792
P2	0,055	0,458	22,917
P3	0,053	0,437	21,875
P4	0,045	0,375	18,750
P5	0,070	0,583	29,167

\* La incertidumbre de la tasa de dosis es +- 6%. \*\*El límite anual de dosis en 12 meses consecutivos es de 20 mSv/a

Los valores emitidos en las tasas de dosis de los equipos de rayos x son mínimos, expresados en unidades de micras proyectando una dosis ocupacional de un año, se obtienen valores promedio de 0,58 mSv/a, muy por debajo del límite máximo de dosis en 12 meses consecutivos, que es de 20 mSv/a. Estos valores cumplen con la legislación nacional para los oficiales de migración del AIJSM (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 1994). Cabe destacar que estos valores al no sobrepasar los límites evitan cualquier efecto determinista y los riesgos estocásticos (carcinogénesis) se mantienen muy bajos (irradiación, radiodermatitis, efectos en órganos producidos secundariamente por irradiaciones vasculares, entre otros) (Puerta Ortiz & Morales Aramburo, 2020).

Para ofrecer una mejor proyección, estos mismos datos se han extendido a una vida ocupacional de 50 años para mostrar la dosis que los trabajadores ocupacionalmente expuestos podrían recibir manteniendo las mismas condiciones laborales y de características de los equipos emisores con promedios de 23,0 mSv/50<sup>a</sup>. Los datos demuestran que los trabajadores en este lapso estarían dentro del rango aceptable. Cabe destacar que este dato no está dentro de la legislación regulada en nuestro país.



*Figura 1. Perfil de campo de irradiación de los equipos P1 a P5 de la sección de escaneo de equipaje del AIJSM.*

El mapa de color (figura 1) muestra la repartición espacial de los equipos medidos y la distribución del campo de radiación que produce el equipo. Si existe una presencia mayor de color rojo en un equipo, más intenso va a ser el campo, mientras un campo más azul denota valores bajos. Los equipos de rayos x, como se observa en el gráfico, se ubican a 1m de distancia entre uno y otro. Este valor es importante mencionarlo, debido a que entre equipos se encuentra la estación de escritorios utilizados por los oficiales de policía aeroportuaria para la verificación de los equipajes.

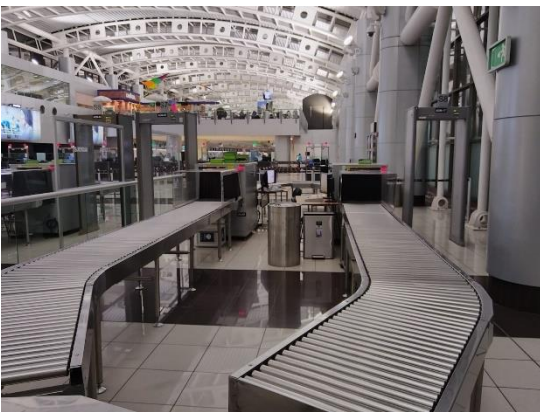
Dichos equipos emisores, presentan dentro de su caja valores ambientales (la unidad mínima que registra el equipo utilizado para medir las dosimetrías) rodando alrededor de los 2000 uSv/h. Los resultados de figura 1 muestran que estas emisiones están contenidas dentro de los equipos de rayos x, evidenciando su buen funcionamiento protegiendo a los trabajadores expuestos.

## Características del puesto de trabajo

La población de estudio son los oficiales de policía, los cuales pertenecen al Ministerio de Seguridad Pública, ellos son los responsables de los puestos de inspección en el sitio de estudio, sin embargo, además de ésta función, la cual utilizan como insumo los equipos emisores de rayos x, cuentan con otras tareas asignadas como: responsables de velar por temas de la seguridad ciudadana dentro del AIJSM, realizan recorridos dentro de las instalaciones , perimetrales, atención a emergencias por 911, seguridad dentro del aeropuerto, perturbadores, personas que dejan equipajes desatendidos o alertas en terminales aéreas.

El puesto de trabajo analizado es el de inspección de pasajeros del AIJSM, específicamente de la sección de escaneo de equipaje por medio de los rayos x (Puesto Primario de Inspección de Pasajeros o Puesto P15). Esta área comprende de 8 estaciones para el chequeo de equipaje ubicados a lo largo del salón (figura 2).

Cada estación cuenta con los siguientes equipos: el equipo de rayos-x, detector de metales, plataforma de transporte de equipaje, escritorio. Todo para verificar el equipaje de las personas que ingresan a las puertas de entrada al aeropuerto para tomar su respectivo vuelo (2 monitores, silla, escritorio y teclado) (cuadro 6). Los equipos mencionados anteriormente cuentan con una serie de medidas fijas no ajustables que utilizan los oficiales diariamente para el desempeño de su trabajo.



*Figura 2. Puesto de inspección de pasajeros, Estación de Supervisión P15.*

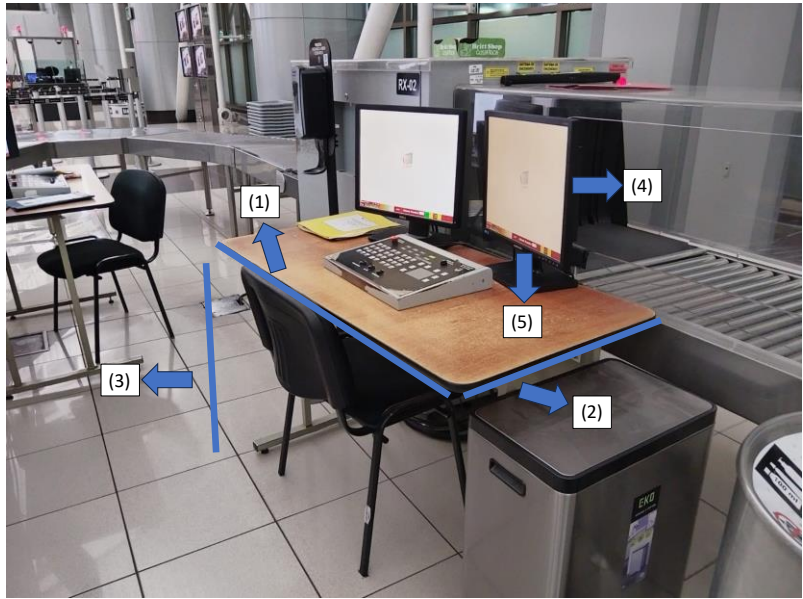


Figura 3. Medidas del escritorio y monitor de las estaciones de trabajo para el chequeo de equipaje del AIJSM.



Figura 4. Medidas del teclado y respaldar de sillas de las estaciones de trabajo para el chequeo de equipaje del AIJSM.

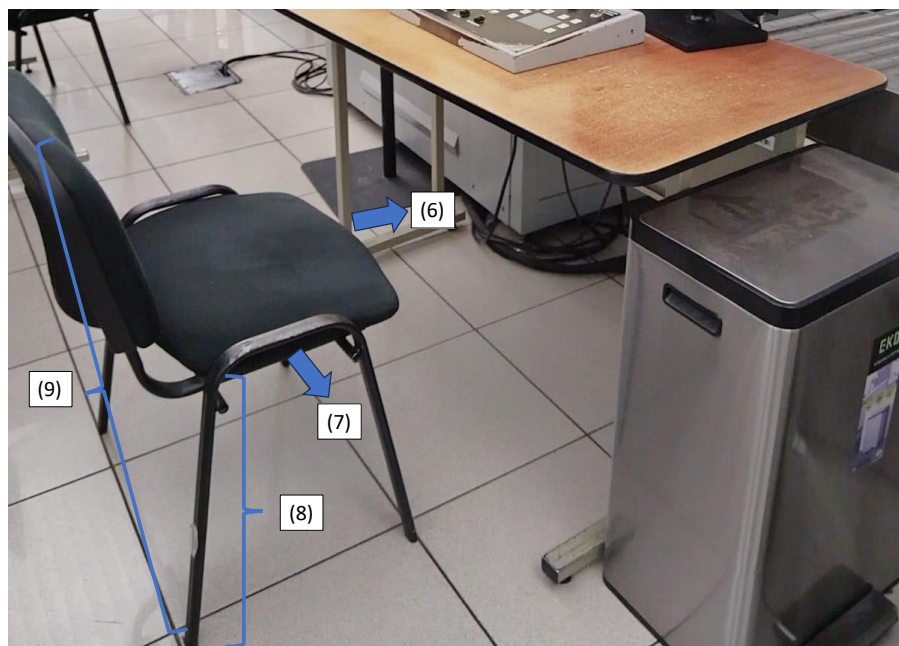


Figura 5. Medidas del asiento de las sillas de las estaciones de trabajo para el chequeo de equipaje del AIJSM.

Cuadro 7. Cuadro resumen de las medidas en centímetros de los componentes que comprenden la estación de trabajo del puesto de supervisión P15 del AIJSM.

<b>Componentes del escritorio (Figura 3)</b>		
Largo (1)	Ancho (2)	Altura (3)
121,0 cm	58,5 cm	78,0 cm
<b>Componentes del monitor (Figura 3)</b>		
Altura Monitor+base (4)	Ancho Monitor+base (5)	
41,3 cm	40,5 cm	
<b>Componentes de la silla (Figura 5)</b>		
Ancho (6)	Largo (7)	Suelo-asiento (8)
46,5 cm	39,0 cm	43,0 cm
<b>Componentes de la silla (Figura 4 y 5)</b>		
Suelo-respaldar (9)	Ancho-respaldar (10)	Altura-respaldar (11)
80,0 cm	49,5 cm	36,0 cm
<b>Componentes del teclado (Figura 4)</b>		
H1 (12)	H2 (13)	Largo teclado (14)
5,0 cm	3,0 cm	27,5 cm
	Ancho teclado (15)	
	40,5 cm	

El puesto de inspección de pasajeros los conforma un total de 203 trabajadores, su jornada laboral es de 12 horas dividida en dos turnos (6am a 6pm y 6pm a 6pm). Este departamento tiene un total de 139 hombres y 64 mujeres entre los 25 a los 65 años con una experiencia laboral superior a los 7 años en el 90% de los colaboradores. Se dividen en los siguientes grupos: 25 años a 35 años (21%), 36 años a 45 años (51%), 46 años a 55 años (19%), 56 años a 65 años (9%). Esta diversidad permite tener un grupo con variabilidades físicas y antropométricas en el desempeño de sus funciones dentro del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría.

### **Procedimiento de trabajo**

El número de oficiales presente en la estación de supervisión puesto P15 depende del flujo de pasajeros en distintos horarios. En horas de mayor flujo pueden estar presentes 25 oficiales, mientras en horas de menor flujo alrededor de 7 oficiales. Los trabajadores reciben valoración médica y las incapacidades que se han emitido dentro de este puesto han sido básicamente por golpes con equipajes, cajas o mobiliario en general.

En la figura 6, se observa la distribución del equipo de trabajo que conforma cada estación de equipaje, el mismo lo integran: 3 oficiales ubicados en área del monitor (1), chequeo de equipaje (2) y arco (3).



Figura 6. Distribución de puestos de trabajo dentro de la estación de supervisión P15 del AIJSM.

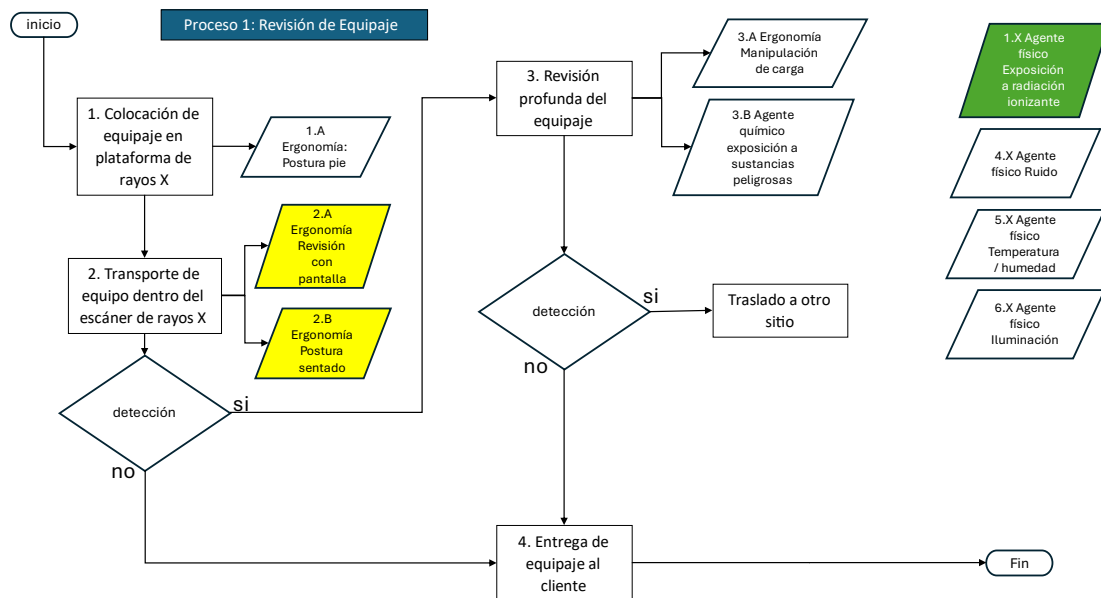


Figura 7. Procedimiento de revisión de equipaje dentro del Puesto de Inspección de Pasajeros, estación de supervisión P15 del AIJSM.

En dicho procedimiento (figura 6 y 7), el oficial (2) le indica al pasajero que coloque el equipaje en la entrada de ingreso a la sección del equipo de rayos x para ser escaneado. El contenido del equipaje es supervisado por otro oficial en el área de monitor (1). El equipaje sale del equipo de rayos x y si el mismo cumple con la supervisión, el oficial le indica al pasajero que retire su equipaje para seguir con otra persona. Al mismo tiempo, el pasajero tiene que pasar por el arco detector de metales supervisado el oficial (3) colocado en este puesto quien verifica que no cuente con ningún artículo metálico dentro de su ropa; en caso de haber detección (ropa o equipaje), el pasajero prosigue a recolectar el equipaje para dirigirse a su puerta de destino.

En caso de que algún equipaje contenga algún(os) artículo(s) sospechoso(s), el equipaje pasa al final de la estación para ser abierto y supervisado por el oficial ubicado en el área de monitor para verificar lo escaneado y, en caso de ser positivo, se decomisa(n) el (los) artículo(s) y se continúa con la revisión de los próximos pasajeros sucesivamente.

*Cuadro 8. Ciclo de trabajo de un oficial en la estación de supervisión de equipaje P15 el AIJSM.*

Oficial 1	Actividad	Monitoreo del equipaje	Entrada del equipaje	Detector de metales
	Postura	Sentado	Pie	Pie
	Tiempo (min)	30	30	30
Oficial 2	Actividad	Entrada del equipaje	Detector de metales	Monitoreo del equipaje
	Postura	Pie	Pie	Sentado
	Tiempo (min)	30	30	30
Oficial 3	Actividad	Detector de metales	Monitoreo del equipaje	Entrada del equipaje
	Postura	Pie	Sentado	Pie
	Tiempo (min)	30	30	30

El ciclo de trabajo (cuadro 7) de los oficiales en una estación de monitoreo de equipaje se desempeña en 3 puestos: monitoreo de equipaje durante el cual la

persona a cargo deberá de estar sentada, la entrada del equipaje que requiere estar de pie, y en la zona de detección de metales donde el encargado/a de igual forma mantiene postura de pie. Los empleados rotan en estas posiciones cada 30 minutos hasta completar sus 12 horas de jornada por un total de 4 horas en cada zona de la estación (cuadro 7) (figura 6).

Es importante mencionar estos trabajadores pueden estar expuestos a otra serie de peligros ocupacionales, por ejemplo, a agentes químicos, riesgos físicos o ergonómicos cuyo análisis no entra en el desarrollo de este trabajo. Sin embargo, estas variables tendrán que entrar en un futuro monitoreo de esta población.

### **Medidas antropométricas**

Antes de realizar las mediciones antropométricas hubo una reunión para explicar a los trabajadores el motivo del estudio, y la necesidad de realizar las mediciones antropométricas para proponer mejores condiciones de trabajo en la estación dedicada a la inspección de pasajeros. Esto se debe a que toda investigación que involucra seres humanos tiene que seguir principios éticos que incluyan el respeto de los participantes. En esta ocasión explicamos que la participación a este estudio es de carácter voluntario y que sólo los interesados estarán incluidos dentro de este trabajo.

Se realizaron un total de 37 mediciones antropométricas de la población de policía aeroportuaria, contemplando los dos horarios de trabajo del puesto por un total de un 18,2% de trabajadores que desempeñan sus labores en la sección de Estación de Supervisión del Puesto 15; en el chequeo y escaneo de equipajes y turistas dentro del AIJSM, dichas mediciones evalúan al colaborador mientras realiza su trabajo en posición de sentado en el área de monitor (figura 6) a partir de las siguientes medidas: peso y estatura, sacro-poplíteo, muslo-asiento, muslo-suelo, rodilla-suelo, hombros, bideltaoidea, codo-codo, cadera, ojo-asiento, subescapular, codo-asiento (cuadro 8).

El análisis de estos resultados también va a permitir diseñar un nuevo puesto de trabajo incluyendo otras características como postura, tiempo y frecuencia, entre otros (Valero Cabello, n.d.).

*Cuadro 9. Mediciones antropométricas y el puesto de trabajo asociado a la Estación de Supervisión P15 del AIJSM.*

Medición	Puesto de trabajo o tarea que relaciona
Estatura	Dimensionar alturas máximas y mínimas en la estación de trabajo.
Sacro-poplítea	Dimensionar la profundidad del asiento.
Muslo-asiento	Dimensionar la altura del asiento con respecto al ingreso con el escritorio.
Muslo-suelo	Dimensionar la altura del asiento con respecto al ingreso con el escritorio.
Rodilla-suelo	Dimensionar la altura de la silla.
Hombros	Dimensionar el ancho del respaldar de la silla.
Bideltoidea	Dimensionar el ancho del respaldar de la silla.
codo-codo	Dimensionar el ancho del respaldar de la silla.
Cadera	Dimensionar el ancho del asiento.
Ojo-asiento	Dimensionar la altura del escritorio y monitor.
Subescapular	Dimensionar altura del respaldar de la silla.
Codo-asiento	Dimensionar los descansa-brazos de la silla.

La normalidad de las 14 variables antropométricas fue estadísticamente probada con un valor de significancia  $\alpha$  de 0.05, o sea un nivel de confianza de 95%, por medio del test de normalidad del método de Anderson-Darling para cada una de las mismas. Para que las variables se mantuvieran dentro del término de normales, se tuvo que eliminar el dato mayor y menor valor de todas las variables de comprenden las mediciones antropométricas del estudio (cuadro 8). (Álvarez Valdivia & Sánchez Fuentes, 2022).

*Cuadro 10. Percentiles del 5% al 100% de las variables medidas: peso, estatura, sacro-poplítea, muslo-asiento, muslo-suelo, rodilla-suelo y hombros en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utiliza el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x.*

Percentil (%)	Estatura (m)	Altura poplítea (cm)	Sacro-poplítea (cm)	Muslo-asiento (cm)	Muslo-suelo (cm)	Rodilla -suelo (cm)	Hombros (cm)
5	56,88	40,66	40,66	13,20	54,54	50,26	35,60
10	59,74	41,28	41,28	13,50	56,44	50,58	36,56
15	60,64	41,50	41,50	13,52	57,00	50,88	36,92
20	64,02	41,80	41,80	13,84	57,06	52,00	37,06
25	67,40	42,00	42,00	14,00	57,50	52,30	37,40
30	70,12	42,32	42,32	15,04	58,20	52,90	37,58
35	71,70	42,90	42,90	15,26	58,50	53,82	38,42
40	72,76	43,50	43,50	15,82	59,06	54,02	39,06
45	73,72	43,50	43,50	15,90	59,30	54,58	40,14
50	75,30	44,30	44,30	16,00	59,50	55,00	40,90
55	77,04	45,02	45,02	16,00	59,76	56,00	41,36
60	78,58	45,50	45,50	16,40	60,00	56,80	41,76
65	81,04	45,98	45,98	17,00	61,26	57,00	42,04
70	82,08	46,88	46,88	17,00	61,68	57,06	42,44
75	85,80	47,50	47,50	17,00	62,00	57,50	42,90
80	87,12	48,04	48,04	17,50	62,40	57,82	43,56
85	88,10	48,48	48,48	17,50	63,00	58,24	44,18
90	90,78	50,14	50,14	18,20	63,14	59,50	44,42
95	94,46	52,44	52,44	19,90	64,18	60,34	45,54
100	99,40	56,50	56,50	20,50	66,00	62,20	46,20

*Cuadro 11. Percentiles del 5% al 100% de las variables medidas: bideltaidea, codo-codo, cadera, ojo-asiento, subescapular, codo-asiento en posición de sentado para la población*

*de Policía aeroportuaria que utilizan el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x.*

Percentil (%)	Bideltoidea (cm)	Codo - codo (cm)	Cadera (cm)	Ojo - asiento (cm)	Subes-capular (cm)	Codo - asiento (cm)
5	29,18	43,60	30,20	65,40	36,18	19,00
10	30,34	45,42	30,84	67,50	39,18	19,80
15	31,00	46,12	31,66	68,38	39,52	20,00
20	31,18	46,38	32,14	69,48	39,84	20,30
25	31,40	47,40	32,60	70,30	40,90	20,70
30	31,58	48,08	33,04	70,70	41,00	21,00
35	32,18	48,28	33,82	71,24	41,24	21,40
40	32,70	49,06	34,12	71,66	42,02	21,92
45	33,16	49,48	34,38	71,96	42,34	22,00
50	33,40	49,90	34,50	72,00	42,50	22,00
55	33,68	50,54	34,68	72,42	43,00	22,62
60	33,88	50,76	34,88	72,92	43,00	22,96
65	34,26	50,88	35,00	73,10	43,00	23,08
70	35,42	51,20	35,24	73,50	43,18	23,46
75	35,60	53,00	35,90	74,10	43,50	23,50
80	36,20	53,14	36,62	74,70	44,00	24,00
85	36,44	53,20	37,04	75,00	44,80	24,00
90	36,76	54,48	38,06	75,70	45,70	24,92
95	37,46	58,10	38,60	76,50	46,50	25,00
100	37,60	67,20	39,30	78,50	48,60	25,00

Las mediciones tomadas permiten estudiar mejor las condiciones en que trabajan en la actualidad estos funcionarios. Las variables del cuerpo se pueden asociar con las condiciones de trabajo de escritorio analizando las dimensiones de silla, escritorio, monitores y teclado (ancho, largo, altura, posición, alcance, entre otros)

y observar la comparación de la población con respecto a su ergonomía y percentiles.

*Cuadro 12. Integración de medidas de silla con respecto a las mediciones antropométricas y percentiles de los trabajadores de la Policía aeroportuaria, de la sección de escáner de equipos de rayos x del AIJSM.*

<b>Variable silla</b>	<b>Medición (cm)</b>	<b>Medida antropométrica</b>	<b>P25 (cm)</b>	<b>P90 (cm)</b>
Altura suelo-asiento	43,0	altura poplítea	42,0	50,14
ancho del asiento	46,5	Cadera	32,6	38,06
largo del asiento	39,0	sacro-poplítea	42,0	50,14
Ancho respaldar	49,5	Hombros	37,4	44,42
Altura respaldar	36,0	Subescapular-asiento	40,9	45,7
<b>Variable Monitor-mesa</b>	<b>Medición (cm)</b>	<b>Medida antropométrica</b>	<b>P25 (cm)</b>	<b>P95 (cm)</b>
Altura Suelo-mesa-monitor	49,5	Ojo - asiento	70,3	75,7

Cada variable medida tiene un fin de comparación con el diseño del puesto sentado de trabajo, la zona a analizar será el área de monitoreo que cuenta con una zona de trabajo en posición de sentado, comprendiendo la estación un escritorio, teclado, dos monitores y una silla (mayoría fijas). Si confrontamos los percentiles de medidas antropométricas con los componentes de la estación de trabajo se obtienen diferencias entre las mismas y dimensiones distintas con respecto a los colaboradores involucrados en el estudio (cuadro 11).

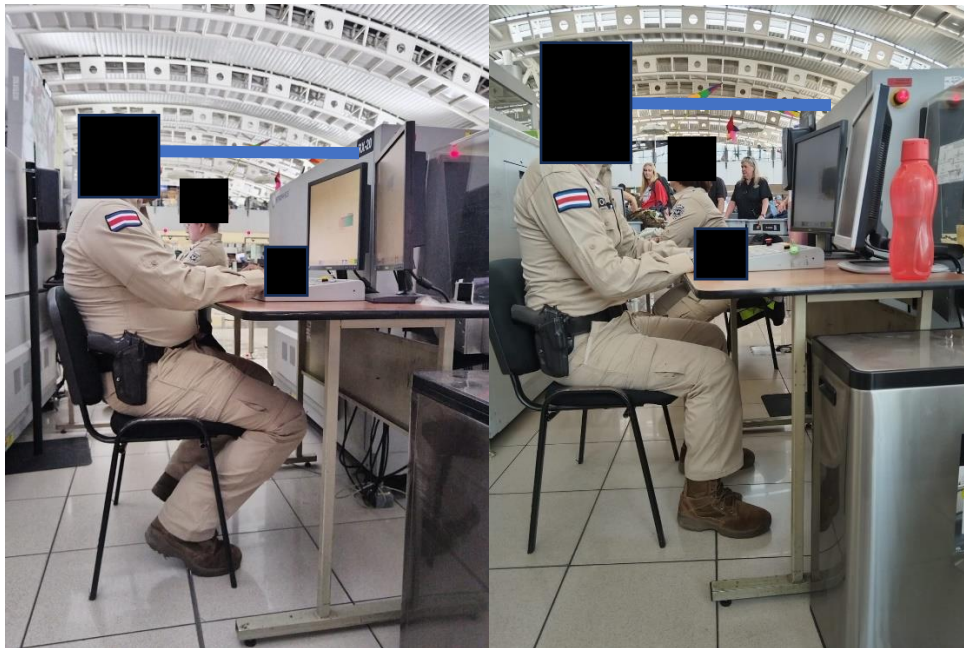


*Figura 8. Estaciones de trabajo de la zona de escaneo de equipaje del AIJSM.*

Tal es el caso de la altura suelo-asiento que es necesario utilizar el P95 de 50,4 cm pero se cuenta con una altura real de 43,0 cm, esto significa que una parte de la población no contará con la altura adecuada del suelo al asiento para poder trabajar. Si la altura del asiento es alta con respecto a la población de estudio, la misma tiende a producir una compresión en la cara inferior de los muslos, brindando una sensación de incomodidad y eventual perturbación de la circulación sanguínea. No tener un contacto suficiente con la planta del pie-suelo disminuye la estabilidad del cuerpo. Además, si el asiento se posiciona demasiado bajo, las piernas se extienden y se echan hacia adelante, al igual que los pies, disminuyendo la estabilidad del cuerpo (Panero & Zelnik, 1996). Lo mismo sucede con el largo del asiento, si la profundidad del asiento es mayor, el borde del asiento puede comprimir la zona posterior de las rodillas y dificultará la circulación a pierna y pies, y la presión del tejido en los trajes puede originar irritación en piel y molestia. La mala postura disminuye la estabilidad del cuerpo y para compensar esto aumenta el esfuerzo muscular, dando como resultado, cansancio, incomodidad y dolor de espalda. Por otra parte, si la profundidad del asiento es pequeña, la persona tiene la sensación

de caerse hacia adelante. Las personas que cuentan con muslos bajos no tienen una superficie de apoyo adecuada (Panero & Zelnik, 1996).

La altura del respaldo, el P25 (40,9 cm) es mayor que la medida de la silla (36,0 cm). Si esta es muy pequeña no se puede suministrar el soporte suficiente en la lumbar o a la espalda (en caso de personas más pequeñas) permitiendo que el cuerpo mantenga una correcta posición (Panero & Zelnik, 1996). Sin embargo, las otras variables de la silla fija, como el ancho del asiento y del respaldo, cubren los valores del P95 de los trabajadores. Mismo caso se repite con la altura del monitor con respecto a la mesa de trabajo (49,5 cm) que es muy baja con respecto al P95 (76,5 cm) en contra de las recomendaciones en ROSA, porque la mayoría de los trabajadores se encontraban a distancia distinta del monitor con respecto a su propia estatura cuando sentados (Figura 9).



*Figura 9. Altura de monitores, con respecto a la posición de sentado de los oficiales de la Policía Aeroportuaria.*

### **Análisis herramienta ROSA**

Se presentan los resultados de la aplicación de la herramienta ROSA. Esta evaluación permite interpretar las posturas tomadas por los policías dentro de sus

dos jornadas laborales (6am a 6pm y de 6pm a 6am) analizando postura de la silla y periféricos.

*Cuadro 13. Evaluación de la herramienta ROSA de los policías de migración del AIJSM, pertenecientes a la sección de escaneo de equipaje de rayos x sección de silla.*

Trabajador	Silla Altura	Silla				RA
		Asiento	Reposabrazos	Respaldar	Duración	
1	2	2	3	2	0	4
2	2	2	2	2	0	3
3	3	2	2	3	0	4
4	1	2	2	1	0	3
5	3	3	2	2	0	5
6	2	2	3	2	0	4
7	3	3	3	2	0	5
8	1	2	1	1	0	2
9	3	3	1	2	0	5
10	3	3	1	2	0	5
11	3	3	1	2	0	5
12	3	2	1	2	0	4
13	2	1	1	2	0	2
14	2	2	1	2	0	3
15	1	1	1	1	0	1
16	3	2	2	3	0	4
17	1	2	2	1	0	3
18	1	2	2	1	0	3
19	3	2	1	2	0	4
20	3	2	1	2	0	4
21	1	2	2	1	0	3
22	1	1	1	1	0	1

Los resultados posturales en la silla indican que del 100% de la población el 46% de los trabajadores pueden mejorar algunos elementos del puesto, así como un 33% es necesaria la actuación y un 20% no es necesaria la actuación. La mayoría de las estaciones de monitoreo presentan sillas fijas (figura 9), esto hace que no tengan la capacidad de ajustarse y si se comparan con los percentiles de la población, los trabajadores podrán permanecer en una postura adecuada y otros no. La medición del largo del asiento es importante (39,0 cm), porque presenta

ángulos de la rodilla mayores y menores a los 90°, teniendo espacios entre las piernas y asiento, careciendo de reposabrazos y no teniendo un respaldo adecuado. En el 20% de los casos no es necesario intervenir. Esto se debe a que el análisis de la herramienta ROSA se realizó en una silla ajustable (sin descansabrazos). Esto permitió que las personas que participaron al estudio presentaran mejores condiciones de postura. Sin embargo, como policías usan a rotación la misma silla, en cada rotación están expuestos al uso de sillas fijas presentando malas posturas. Al momento de aplicar este instrumento dentro de las estaciones de trabajo se identificaron solamente 2 sillas fijas y 6 sillas ajustables.



*Figura 10. Posición de sentado, ángulos de posición de piernas (Universidad Politécnica de Valencia, 2024).*

Otra variante para evaluar usando las herramientas incluida en ROSA, es la falta de reposabrazos. La falta de este soporte al contar con medidas de codo reducida, puede producir una elevación de brazos y codos al trabajar obligando el usuario a sacar más el tronco y girar los hombros con consecuente fatiga e incomodidad muscular (Panero & Zelnik, 1996).

Según algunos de los trabajadores, este tipo de dispositivo podría ocasionar un poco de incomodidad, debido a que ellos usan el cinturón con pistola y esta choca con los reposabrazos. A pesar de la incomodidad que el reposabrazos puede causarles, desde el punto de vista ergonómico es importante que se mantengan comprando sillas con reposabrazos plegables.

El peso de los trabajadores puede asociarse a una condición del acolchamiento. Por ejemplo, el asiento alzar el borde frontal del acolchamiento, esto hace que la presión se desplace de los muslos y a los nervios de la zona (en caso de estar en posición de sentado), el cuerpo se hunde y se levantan los bordes del asiento generando presiones adicionales a los mismos, aumentando a su vez el esfuerzo para levantarse del asiento(Panero & Zelnik, 1996).

*Cuadro 14. Evaluación de la herramienta ROSA de los policías de migración del AIJSM, pertenecientes a la sección de escaneo de equipaje de rayos x sección de periféricos y resultado total de la herramienta.*

Trabajador	Periféricos			Total
	Monitor	Teclado	RB	Nivel de Riesgo
1	1	3	2	5
2	1	2	1	3
3	2	1	2	4
4	2	2	1	3
5	2	1	1	5
6	1	2	1	4
7	1	1	1	5
8	1	1	1	2
9	1	1	1	5
10	1	1	1	5
11	1	1	1	5
12	2	0	1	4
13	2	1	1	2
14	2	1	1	3
15	2	1	1	2
16	2	1	2	4
17	2	2	1	3
18	2	2	1	3
19	2	0	1	4
20	2	0	1	4

21	2	2	1	3
22	2	1	1	2

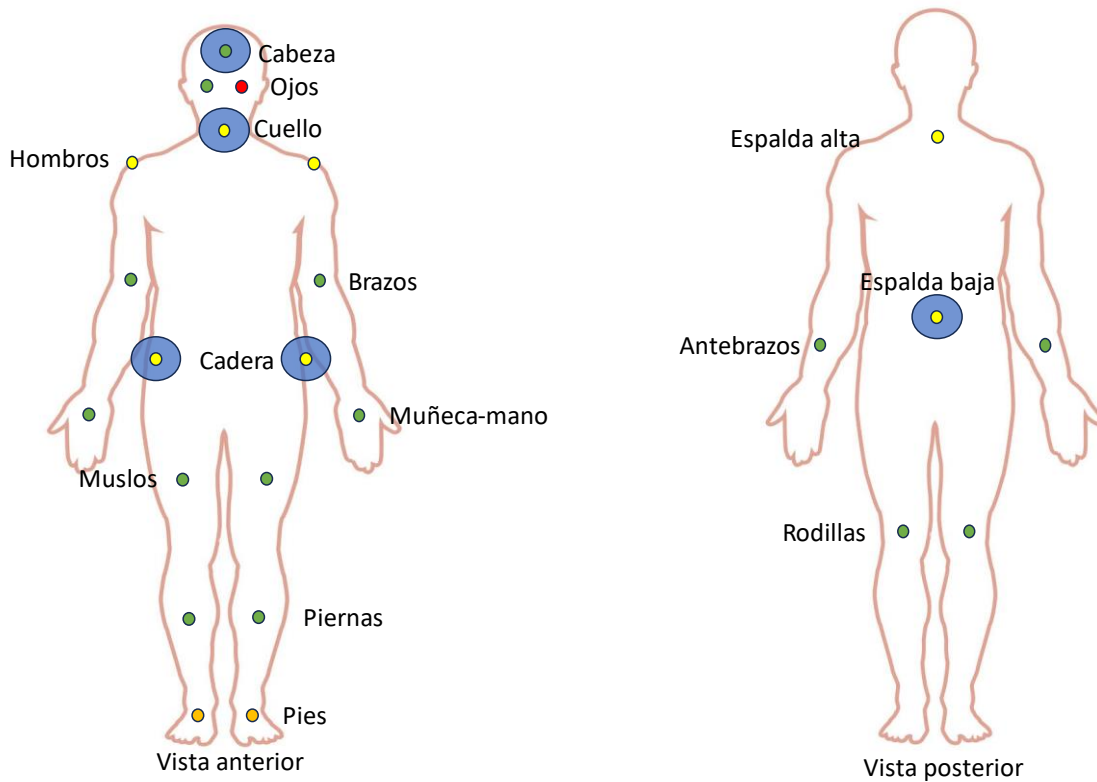
Los resultados de la sección de periféricos demuestran que no es necesaria la actuación (100%), esto se debe a que la herramienta ROSA valora dentro de su puntuación de periféricos el uso del teléfono y mouse. Estos dispositivos no se encuentran presentes dentro del equipamiento de materiales para la función de los oficiales. Asignando con cero la puntuación y al triangular la información con los cuadros del análisis, se concluye que el puesto no requiere de cambios. Sin embargo, si se analizan variables como teclado y uso de monitor, hay trabajadores cuyo monitor se ubica demasiado alto o bajo, o cuyo teclado está muy alto o se encuentra muy cerca del usuario obligando a una posición de los codos que en períodos largos de trabajo producen molestias (figura 10).

En total, después de la evaluación, es evidente que para un 20% de la población no es necesaria la actuación en el puesto de trabajo, en el 40% pueden mejorarse algunos elementos del puesto y en un 60% es necesaria la actuación. Tomando en consideración la evaluación de variables que integran el resultado general, es importante tomar acciones en elementos como sillas, monitores y teclados para ofrecer mejores herramientas a la población de estudio y mejorar sus posturas en su puesto de trabajo. El contar con una buena postura implica un trabajo integral: desde intervenir piernas, pies y espalda, previendo que el centro de gravedad debe de estar encima de las tuberosidades, posición de las articulaciones de rodillas, para ensanchar la masa del cuerpo y así reducir el esfuerzo muscular. Descansar los codos y reclinar la cabeza en la parte superior del respaldar alivia el sistema muscular y aumenta la comodidad (Panero & Zelnik, 1996).

### **Encuesta de molestias**

La encuesta de molestias permite triangular la información que nos brinda ROSA con las medidas antropométricas y diseño de puesto actual que presentan los policías que trabajan en el puesto de inspección de pasajeros. La figura 11 explica el resultado de la encuesta de molestias llenadas por 29 funcionarios que expone la relación entre la frecuencia (tamaños de círculos: grande, mediano y pequeño de

color azul) y la intensidad de dolor, utilizando colores (verde, amarillo, naranja y rojo). Se seleccionó el valor más alto para colocarlo en la imagen del cuerpo tanto en la parte anterior y posterior del cuerpo.



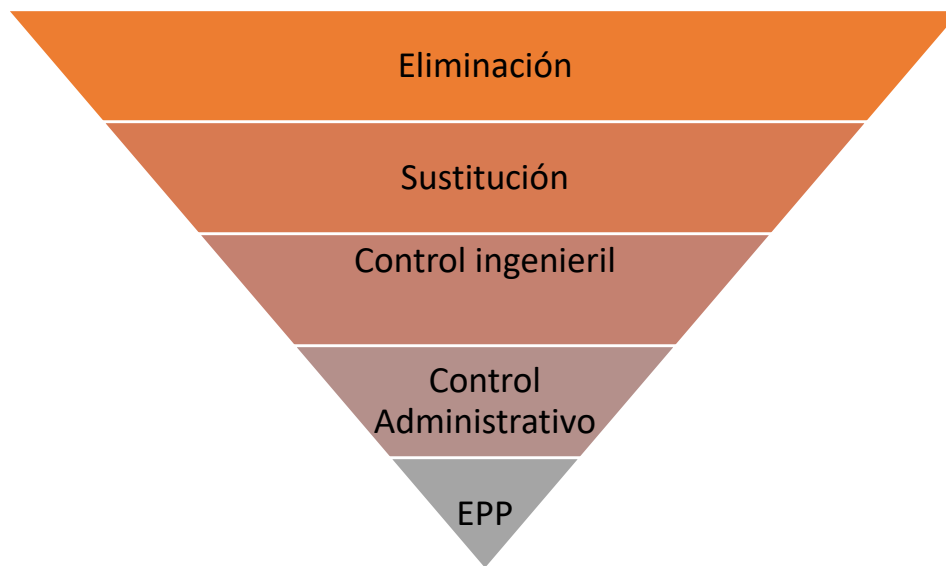
*Figura 11. Integración de encuesta de molestias de la frecuencia e intensidad de dolor en distintas partes del cuerpo de los Policías de Migración del AIJSM.*

Los resultados demuestran que hay presencia de intensidad de dolor en todas las partes del cuerpo. Sin embargo, en el resultado de las encuestas, la frecuencia que genera el dolor de las mismas se mantuvo dentro de la variable de “nunca” como es el caso de: ojos, hombros, brazos, muñeca, mano, muslos, piernas, espalda alta, antebrazos y rodillas. Sin embargo, la variable de intensidad de dolor está presente en todas las partes del cuerpo con una intensidad alta en el ojo izquierdo, mientras otras partes de cuerpo como cuello, hombros, cadera, espalda alta y baja presentaron intensidad de dolor moderado.

Con respecto a la frecuencia versus la intensidad, hay presencia en la zona del cuello con frecuencia mediana de dolor (1 a 2 veces por semana) y poca intensidad, misma tendencia tiene el cuello, cadera y espalda baja con frecuencia media e intensidad moderada.

### **Alternativas de solución**

De acuerdo con los resultados previamente descritos en la sección anterior se genera un plan de mejora tomando como base la jerarquización de controles (figura 12) relacionado a la salud ocupacional. Este plan se aplicaría a la población de estudio basado en los resultados obtenidos de acuerdo con las medidas antropométricas, resultados de ROSA y encuesta de molestias.



*Figura 12. Base de jerarquización de controles en Salud Ocupacional.*

## Sustitución de silla

De acuerdo con el análisis de resultados en los 3 ejes evaluativos (antropometría, Guía ROSA y encuesta de molestias), se propone sustituir dentro de la estación de trabajo del Puesto P15 el puesto descrito como 1 (área de monitor), lo que son: escritorio y silla. Ambas permitirían brindar a los colaboradores instrumentos ergonómicamente adecuados para desempeñar sus funciones dentro de su horario, en la posición de sentado.

Actualmente los oficiales cuentan con sillas (en su mayoría) y escritorios fijos (cuadro de variable-dimensión-medida antropométrica), limitando la posibilidad de realizar ajustes para cada colaborador en caso de requerirlo y trabajar de una forma inadecuada dentro de la estación de servicio.

El escenario para la sustitución de la silla se ejecutaría si se mantiene la mesa de escritorio fija, para obtener el nivel óptimo de ajuste del colaborador. En el mercado existe una variedad de sillas y mesas de escritorios para realizar la sustitución, sin embargo, cada uno debe de contar con las siguientes medidas, de acuerdo a los percentiles de la población.

*Cuadro 15. Medidas que deberá tener el diseño de la silla ergonómica para uso de los funcionarios de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM.*

Variable silla	Medida antropométrica	Percentil (cm)
Altura suelo-asiento con rango de ajuste	altura poplítea	P05: 40,7 P95: 52,44 Total: 11,74*
ancho del asiento	Cadera	P95: 38,6
profundidad del asiento con rango de ajuste	sacro-poplítea	P05: 40,7 P95: 52,44 Total: 11,74*
Ancho respaldar	Hombros	P95: 45,5
Reposabrazos (móviles)	Codo-codo	P95: 58,1
Altura respaldar	Subescapular-asiento	P95: 46,5

La propuesta va dirigida al diseño de una silla ergonómica ajustable y no fija, como son la mayoría de las sillas presentes en el momento de realizar el estudio para

proponer una mejor silla que vaya de acorde con las medidas antropométricas de la población trabajadora. Las medidas anteriormente descritas se relacionan a los percentiles obtenidos de los resultados de medición de la población de estudio para cada una de las variables que comprende una silla ergonómica ajustable, estas son: altura del asiento, ancho, profundidad del asiento, ancho del respaldar, reposabrazos, altura respaldar. Cabe destacar para satisfacer las variables de la silla como altura suelo-asiento y profundidad del asiento, es necesario que la silla tenga un rango de ajuste y se adecúe a la diferencia entre el percentil 95 a 05, permitiendo la correcta corrección de sus medidas a los colaboradores de este puesto de trabajo.

En relación con el diseño de los reposabrazos y de acuerdo a las inspecciones oculares en campo, algunas fotografías reflejan que, al estar sentados los oficiales, los mismos portan una pistola sujeta al cinturón de sus pantalones que puede rozar y chocar con el reposabrazos. Por esta razón el reposabrazos debe de ser ajustable o plegable para que no interfiera con la indumentaria de los oficiales.

El diseño del respaldar debe de cumplir con lo que dicta la norma ANSI (American National Standard Institute) y debe de incluir lo siguiente:

*Cuadro 16. Variables para tomar en consideración en el respaldar de una silla ergonómica para ser utilizada en la estación de trabajo de los funcionarios de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM.*

<b>Variable</b>	<b>Criterio a implementar</b>
Ángulo del respaldar	Debe de tener un rango entre los 90 y 105 grados con respecto al asiento.
Ancho del respaldar	Debe de presentar un ancho de 30,5 cm en la región de la lumbar.
Altura del respaldar	Debe de tener un mínimo de 50 cm de alto.
Soporte en zona lumbar	Medidas: Altura: 15,2 cm a 22,9 cm Ancho: 30,5 cm Apoyo: protuberancia de 5 cm en la sección trasera del asiento.
Recubrimiento de la silla	Debe de venir incluido material que favorezca la capacidad de transpiración por estar en contacto con la silla.

Fuente:(The Eastman Kodak Company, 1986).



*Figura 13. Dimensiones del respaldo basadas en la norma ANSI.*



Otras variables a considerar dentro del diseño de la silla:


- Inclinación del asiento: se recomienda una inclinación del asiento en un intervalo delante de 10 a 15 grados y atrás de 0 a 10 grados.
- Contorno del asiento: mejora la distribución del peso de las nalgas en los colaboradores. Se debe tener en cuenta un equilibrio de esta variable, ya que puede limitar el movimiento en la silla.
- Amortiguamiento del asiento: deberá de contar con un grueso entre los 4 a 5 cm y que cuente con un recubrimiento que permita respirar y sea elástico.
- Soporte de pies (descansa pies): se necesitan soporte para pies a los colaboradores que cuenten con medidas menores de 40,7 cm de altura suelo-poplítea. Estos dispositivos serían utilizados para personas que son menores del percentil 05, para incluir a los colaboradores.

(The Eastman Kodak Company, 1986)

El cuadro 16 ofrece una lista de proveedores que cuentan con el diseño de silla propuesto. Incluye el tipo de silla, precio y características y garantía de cada una de las mismas para que la organización valore la mejor opción para su compra.

*Cuadro 17. Listado de proveedores que cumplen con los requerimientos necesarios para su uso a la población de estudio.*

Silla	Proveedor	Características	Precio (dólares)	Garantía
	Mugui	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nombre: Silla ergonómica 301</li> <li>-Cuenta con ángulos para posición de 90° y 120°.</li> <li>-Respaldo con 55 cm del alto y 51cm de ancho.</li> <li>-Soporte lumbar fijo, 30cm de ancho x 15cm de alto.</li> <li>-Asiento: altura mínima 43cm, altura máxima 53cm.</li> <li>-Descansa brazos ajustables, separación entre ellos mínima 48cm máxima 49.5cm.</li> <li>-Ajuste de altura.</li> <li>-Peso máximo: 150kg</li> </ul>	\$ 300	6 meses
	Mugui	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nombre: Silla Premium M4D</li> <li>- Cuenta con ángulos para posición de 90° a 135°.</li> <li>-Altura de la silla ajustable: 35cm mínimo y 40cm máximo.</li> <li>-Asiento fijo: 55 cm de ancho y 50 cm de fondo.</li> <li>-Respaldo: 60cm de alto y 50cm de ancho.</li> <li>-Cabecera: 40cm de ancho y 30cm de largo.</li> <li>-Reposabrazos ajustables.</li> <li>-Material: fibra termosensible K+R.</li> </ul>	\$ 430	3 años

Silla	Proveedor	Características	Precio (dólares)	Garantía
	Mugui	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nombre: Silla Premium S8</li> <li>- Cuenta con ángulos para posición hasta 135°.</li> <li>-Reposabrazos ajustables.</li> <li>-Material: fibra termosensible K+R.</li> <li>- Altura de la silla ajustable: 40cm mínimo y 45cm máximo.</li> <li>-Asiento fijo: 50cm de ancho y 50cm de fondo.</li> <li>-Respaldar fijo: 60cm de alto y 50cm de frente.</li> <li>-Cabecera: 40cm de ancho y 30cm de alto.</li> </ul>	\$ 510	3 años

La silla a elegir, debe de contar con la condición de que los colaboradores al sentarse portan chaleco y arma, por lo que el reposabrazos debe de tener mayor movilidad para que sus accesorios nos les incomoden al estar trabajando sentados. De los diseños anteriormente expuestos la silla M4D, cuenta con reposabrazos en las cuatro direcciones y una garantía de 3 años.

## Sustitución de mesa


Se propone la sustitución de cada una de las mesas de las estaciones de trabajo, teniendo en cuenta las medidas antropométricas de los trabajadores del puesto P15. El cambio a una mesa ajustable permitiría a los colaboradores contar con una altura óptima para trabajar de acuerdo a sus medidas antropométricas. Estas deberán siempre de estar acompañadas a la buena coloración del resto de equipo de trabajo, monitor y teclado, entre otros.

*Cuadro 18. Medidas que deberá tener el diseño de la mesa ergonómica para uso de los funcionarios de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM.*

Variable Monitor-mesa	Medida antropométrica	P25 (cm)
Altura Suelo-mesa-monitor	Ojo - asiento	70,3

Al igual que las sillas ergonómicas, se presenta la propuesta de los proveedores que brindan este tipo de mesas para esta clase de puestos de trabajo de acorde al tipo de trabajo de revisión de equipaje de maletas previo a la entrada de puertas de los vuelos del AIJSM.

*Cuadro 19. Listado de proveedores que cumplen con los requerimientos necesarios para su uso a la población de estudio.*

Mesa	Proveedor	Características	Precio (dólares)	Garantía
	Mugui	Nombre de la mesa: Escritorio ajustable programable. Largo: 1,2m hasta 1,5 m Fondo: 60 cm Altura: 710mm - 1210mm	\$ 800	No lo indica en el sitio web.

	RB Store	Nombre: Escritorio ED6 Largo: 1,4 m Ancho: 60 cm Altura: 750 mm – 1180 mm	\$ 299	No lo indica en el sitio web.
	Muebles Alvarado	Nombre de la mesa: Escritorio- Altura Ajustable 1.20 Altura: 730 mm – 12100 mm. Largo: 1,2 m Fondo: 60 cm	\$ 441	No lo indica en el sitio web.

### **Control administrativo: Estiramiento previo de inicio a la jornada laboral.**




Se promueve en materia de prevención, la implementación de ejercicios de estiramiento dentro de la jornada laboral de los colaboradores del puesto de trabajo P15 del AIJSM, debido a que los mismos deben permanecer 4 horas dentro de la estación de trabajo sentados analizando el equipaje por medio del equipo de scanner de rayos x.




Dichos ejercicios permiten a los trabajadores periodos de recuperación al estar sentados en posición fija generando tensión física y mental. La aplicación de ejercicios de estiramientos en los distintos grupos musculares del cuerpo favorece el mantenimiento de una postura correcta del cuerpo, liberación de la tensión y movilidad de los músculos implicados en la posición de trabajo con el fin de reactivar la energía y mejorar el estado de alerta, mejora del rendimiento laboral, mejora de la circulación del cuerpo, entre otros beneficios (Universidad de Boyacá, 2019).




Se proponen los siguientes ejercicios previos al iniciar la jornada laboral. No se realizarán pausas activas en medio de la jornada debido a que los mismos ya


cuentan con una rotación de puesto dentro de la estación de trabajo cada 30 minutos, pasando de un estado sentado a dos posiciones de pie.

*Cuadro 20. Ejercicios a aplicar previo al inicio de la jornada laboral en la estación de trabajo del puesto P15 de los oficiales de la policía aeroportuaria del puesto P15 del AIJSM.*

<b>Zona del cuerpo a trabajar</b>	<b>Descripción del ejercicio</b>	<b>Imagen ilustrativa</b>
Ojos	Colocar el cuello recto y enfocar la vista de los ojos por un tiempo de 10 segundo hacia arriba, derecha, izquierda y abajo. Después realizar movimientos circulares con los ojos hacia el lado derecho y posterior al lado izquierdo.	
Cuello	Con ayuda de la mano sujetar la cabeza e inclinarla hacia un lado, mantener esa posición fija y estirar el cuello. Realizar el movimiento hacia el lado opuesto.	
Hombros	Elevar los hombros lo más alto posible y sostener la posición por un tiempo definido.	

Zona del cuerpo a trabajar	Descripción del ejercicio	Imagen ilustrativa
Brazos	En posición de pie, alzar los brazos arriba con las manos juntas y estirar por un tiempo definido.	
Brazos	En posición de pie, colocar el codo en dirección al hombro opuesto, apoyándose con el brazo contrario y estirar. Realizar el movimiento con el otro brazo.	
Escapular	En posición de sentado o de pie, alzar los antebrazos a la altura del pecho y realizar el movimiento de las escápulas hacia atrás.	

Zona del cuerpo a trabajar	Descripción del ejercicio	Imagen ilustrativa
Escapular	En posición de sentado o de pie, colocar las manos detrás de la cabeza con los codos levantados y realizar movimiento de las escápulas.	
Piernas	Posición de pie, piernas separadas, manos colocadas en las caderas, pasar el peso de una pierna a la otra y flexionar hacia un lado la pierna y estirar la otra hacia un lado del cuerpo. Repetir el mismo movimiento del lado contrario.	
Piernas	Posición de pie, colocar una pierna sobre la otra y flexionar el cuerpo hacia adelante, tratando de tocar los brazos hacia los tobillos. Repetir el mismo movimiento intercambiando la posición de las piernas.	

Zona del cuerpo a trabajar	Descripción del ejercicio	Imagen ilustrativa
Piernas	En posición de pie, llevar la pierna derecha hasta tocar los glúteos sin tocarlo, apoyándose por medio del brazo derecha. Hacer el mismo movimiento para la pierna izquierda apoyada con brazo derecho. Se pueden apoyar con una pared escritorio.	
Piernas	Posición de pie con ayuda de las manos subir la rodilla hasta el vientre y sostener. Repetir el mismo movimiento con la otra pierna.	

Fuente: (Bonilla García, 2012; Universidad de Boyacá, 2019a)

### **Control Administrativo: Ajuste de la estación de trabajo por parte de los colaboradores.**

Se realizará una ficha técnica para el ajuste del puesto de trabajo que se colocará en cada una de las estaciones de trabajo del puesto P15, y brindará una capacitación acerca de la posición en relación entre silla y mesa de cada trabajador con el fin de mantener una postura correcta. Las indicaciones se basaron el Modelo

para la evaluación de puestos de trabajo en oficina: método ROSA (Rapid Office Strain Assessment) publicado en el 2022 por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (Álvarez Valdivia & Sánchez Fuentes, 2022).



Figura 14. Ficha técnica explicativa sobre la postura correcta para trabajar en posición de sentado y ejercicios de pausas activas para aplicar en las estaciones de trabajo del P15 el AIJSM.

Cuadro 21. Análisis FODA para las propuestas generadas del eje ergonómico.

Fortalezas	Oportunidades
-Los controles administrativos no requieren de inversiones económicas, por lo que su implementación es rápida y eficiente.	-Las mismas oportunidades de mejora presentadas en este trabajo pueden ser estudiadas e implementadas en otras secciones del AIJSM.
-Las acciones a implementar pueden mejorar las condiciones físicas del	-La implementación de estas acciones permite incentivar la cultura de la

entorno laboral previniendo posibles lesiones músculo esqueléticas. -La sustitución de silla ergonómica y mesa, está orientada a las medidas antropométricas de los colaboradores, teniendo dispositivos acordes a su cuerpo.	prevención a largo de plazo con el fin de evitar futuras lesiones dentro de los colaboradores.
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
-Se requiere de una inversión económica para la compra de las sillas y mesas ergonómicas para las ocho estaciones de trabajo. -Falta de seguimiento e implementación de capacitaciones podría repercutir en el mal uso de las propuestas de mejora.	-Los objetivos de la organización no estén orientados hacia la implementación de estas acciones sino a otras ya establecidas por la gerencia. -Sólo el uso de sillas y mesas ergonómicas se puede ver limitado sino se trabaja el tema de forma conjunta con capacitaciones y manejo integrado de la salud ocupacional en la organización.

### **Protección radiológica**

Las oportunidades de mejora recomendadas para la protección radiológica orientada a los colaboradores que trabajan en el puesto P15 del AIJSM se basan en la filosofía de trabajo llamado ALARA, siglas en inglés *As Low As Reasonably Achievable*, dando a entender “tan bajo como sea razonablemente posible”. Esta expresión radica en que las emisiones de radiaciones generadas por equipos deben de mantenerse siempre lo más bajas posibles, con el fin de proteger a los trabajadores que las manipulan o se encuentran cerca de los procesos que conlleva esta clase de riesgo, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales (Consejo de Seguridad Nuclear, 2012).

Así como la dosis debe de reducirse lo más razonablemente posible y considerando varios factores asociados, deben de realizarse las siguientes acciones para su aplicación: medidas para la fuente emisora, evaluación del medio ambiente (medio por los cuales las radiaciones llegan a los trabajadores) y el personal expuesto a las

emisiones radiológicas (Consejo de Seguridad Nuclear, 2012). A pesar de que los resultados realizados en este estudio (0,58 mSv/a) cumplan con los límites máximos permitidos de exposición (20 mSv/a), se recomiendan las siguientes medidas preventivas:

### **Propuesta de verificación del estado de las cortinas plomadas dentro de los equipos de rayos x.**

Las cortinas plomadas constituyen un dispositivo de protección contra las radiaciones dispersas, por lo tanto, su mantenimiento preventivo es importante por la salida de equipaje diario dentro de las estaciones de trabajo y su ubicación cercana con los colaboradores (Costa & Caldas, 2002).



*Figura 15. Cortinas plomadas de los equipos de rayos X del puesto P15 del AIJSM.*

El programa de mantenimiento debe de ser mensual como lo recomienda el Manual de mantenimiento y pruebas de calibración para equipos electrónicos de inspección en aeropuertos y aeródromos de Chile (2019). El programa será liderado por el encargado de protección radiológica del puesto de mando que efectuará inspecciones oculares de las cortinas plomadas de los ocho equipos que tiene el sitio. En caso de detectar alguna anomalía será reportado a la Jefatura de la Policía Aeroportuaría para que proceda en elevar el caso a niveles superiores para su gestión y corrección (Dirección de Aeronáutica Civil de Chile, 2019).

A seguir se ofrece una lista de verificación mensual para cada uno de los equipos de rayos x para desarrollar las inspecciones oculares y contar con el chequeo preventivo de las cortinas plomadas (García Castañeda, 2019).

*Cuadro 22. Lista de verificación mensual para cada uno de los equipos de rayos x para desarrollar las inspecciones oculares.*

<p style="text-align: center;"><b>Puesto de Inspección de Pasajeros</b>  <b>Estación de Supervisión P15</b>  <b>Aeropuerto Internacional Juan Santamaría</b></p>			<p style="text-align: center;">Versión 1.0  Herramienta  de inspección</p>
Responsable			
Equipo			
Fecha de revisión	Día:	Mes:	Año:
Herramienta de inspección (número consecutivo)		_____ - ____ - ____ #####-dd-mm-aa	
Presenta daño el material de las cortinas (grietas, rasguño)	SI	NO	
Observaciones <hr/> <hr/>			
Equipo de sujeción mantiene todas las cortinas enganchadas	SI	NO	
Observaciones <hr/> <hr/>			
Las cortinas mantienen el revestimiento de plomo	SI	NO	

Observaciones		
<hr/>		
<hr/>		
<hr/>		
Las cortinas presentan suciedad, polvo o alguna sustancia adherida	SI	NO
Observaciones		
<hr/>		
<hr/>		

El siguiente es el cuadro de análisis FODA para la propuesta de verificación del estado de las cortinas plomadas dentro de los equipos de rayos x.

*Cuadro 23. Análisis FODA para la propuesta de verificación del estado de las cortinas plomadas dentro de los equipos de rayos x.*

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<p>-Permite obtener otro control para mantener siempre al mínimo la exposición de radiaciones por medio del chequeo mensual de las cortinas plomadas.</p> <p>-El control y verificación de las cortinas plomadas no genera una inversión económica para ser implementada.</p> <p>-Aumenta la vida útil de las cortinas plomadas para su uso.</p>	<p>-Existen dispositivos y tecnología disponible para poder complementar acciones enfocadas a la protección radiológica de los colaboradores de la sección de escaneo de equipaje del AIJSM.</p> <p>-Se pueden generar futuras propuestas de control para otro tipo de agentes físicos dentro del AIJSM sea para estos colaboradores o para otros departamentos.</p> <p>-El control de monitoreo de las cortinas plomadas es una forma preventiva de mantener los equipos del AIJSM, permitiendo el ahorro de costos correctivos de los equipos de rayos x.</p>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>-Otro tipo de inversiones para controles requiere de compra de equipos y dispositivos, los cuales los entes superiores deben de valorar si es factible su compra e implementación de los mismos.</p> <p>-La implementación del control de cortinas plomadas puede pausar el equipo que se está verificando, retrasando el paso de los turistas a las puertas de vuelos del aeropuerto.</p>	<p>-El cambio de la nueva legislación podría afectar procedimientos y disposiciones de control sobre emisiones a radiaciones ionizantes dentro del AIJSM.</p> <p>-El no implementar medidas para el mantenimiento adecuado de las cortinas plomadas puede afectar la vida útil y rendimiento de las mismas.</p> <p>-El cambio de tecnología podría cambiar la forma de brindar el mantenimiento preventivo de las cortinas plomadas.</p>

## Conclusiones

- De acuerdo con las mediciones realizadas del levantamiento radiométrico, la dosis recibida a los colaboradores es apropiada para el ambiente con un resultado de 0,58 mSv/a muy por debajo del límite máximo de dosis en 12 meses consecutivos que es de 20 mSv/a. Este resultado cumple con la legislación nacional porque no afecta la zona de gónadas para los oficiales de policía aeroportuaria del AIJSM.
- Los resultados demuestran que el buen funcionamiento de los equipos permite contener las emisiones radiológicas en su interior sin afectar a los trabajadores expuestos. Estas radiaciones no sobrepasan el campo alrededor de los equipos y emiten dosis con valores ambientales.
- La dosis ocupacional a los 50 años muestra que los trabajadores expuestos podrían recibir, manteniendo las mismas condiciones laborales y de características de los equipos emisores, valores promedios de 23,0 mSv/50a, demostrando que los colaboradores estarían dentro del rango a esta cantidad de años laborados.
- Se evidenció que las medidas que presentan las actuales estaciones de trabajo del puesto P15 del AIJSM (sillas y mesas) son distintas a las medidas antropométricas de los colaboradores limitando sus ajustes de acuerdo con las características físicas de la población.
- La rotación del personal para realizar distintas funciones cada 30 minutos, permite que el cuerpo no se mantenga siempre en una misma posición. Entre otros factores, el cambio de postura en el trabajo favorece la circulación sanguínea.
- El estudio antropométrico permitió la generación de distintos percentiles que útiles para avanzar una propuesta de sustitución de sillas y mesas fijas con medidas representativas de acuerdo a la población trabajadora que diariamente utiliza estos insumos.
- Al utilizar la aplicación de la herramienta ROSA aparecieron resultados de nivel de riesgo de color azul (que requieren unas mejoras) y amarillo (que requiere actuación). Esto se debió a que las posturas analizadas sobre sillas

fijas fueron las que obtuvieron el resultado más bajo, por lo que se generaron oportunidades de mejora siguiendo esta variable.

## Recomendaciones

### Eje protección radiológica

#### Instalación de portal de detección previo a los equipos de rayos X

El portal de detección de radiaciones ionizantes permite revelar la presencia de radiaciones ionizantes emitidas por artículos u objetos que contienen energía con sustancias radioactivas que serían perjudiciales ser recibidas por las personas del entorno. Esta clase de dispositivos son utilizados en los aeropuertos (Rahandini, 2023).



*Figura 16. Colocación del portal de detección de radiaciones ionizantes, previo a la entrada del puesto de escaneo.*

La ubicación de este portal de detección estaría colocado antes de la entrada de los pasajeros (figura 16) para el ingreso del equipaje que necesita ser verificado por los oficiales de la policía aeroportuaria. Esto es con el fin de evitar toda posible exposición laboral a materiales radiológicos que ingresen al aeropuerto y tengan que ser recibidos por los policías.

## **Distancia**

Contar con la señalización del área de ubicación del equipo emisor de rayos x, con el fin de mantener la distancia alrededor del equipo y evitar que los oficiales se acerquen al mismo.



*Figura 17. Demarcación del equipo emisor de rayos x en el puesto P15 del AIJSM.*

## **Tiempo de exposición**

- Realizar la rotación de personal en desempeñar otras funciones además de trabajar en el puesto de P15 para mantener bajos los riesgos exposición del equipo de rayos x.
- En la estación P15, mantener la rotación de personal en cada puesto de trabajo, escritorio, recepción y chequeo del equipaje cada 30 minutos.

## **Blindaje**

Mantener la protección del acrílico en la salida del equipaje ya escaneado por parte de los rayos x, con el fin de evitar la manipulación del mismo por parte de los colaboradores al acercarse a la fuente emisora (figura 18).



*Figura 18. Blindaje de plástico ubicado en la salida del equipo de rayos x.*

### **Dosímetros a los colaboradores**

Equipar a los colaboradores con un dosímetro con el fin de tener un control de su exposición a las radiaciones ionizantes.

### **Eje ergonomía**

- Realizar un estudio de iluminación para verificar que la misma sea la adecuada para los colaboradores que realicen sus tareas tanto en la estación de trabajo de escritorio como en los puestos restantes de la zona P15.
- Realizar una capacitación en ergonomía básica a los colaboradores del puesto P15 del AIJSM, abarcando: ajuste de silla, mesa, posición para el trabajo de escritorio, importancia de pausas activas, entre otros.
- Realizar el mismo estudio ergonómico y análisis antropométrico de la estación de trabajo en el puesto de migración previo al chequeo de maletas con los equipos de rayos x, ya que son una población que permanece sentada en toda su jornada laboral.
- Desarrollar el estudio ergonómico y análisis antropométrico a los oficiales restantes de la Policía Aeroportuaría del AIJSM para incluir a la mayor cantidad de población laboral, con el fin de proponer nuevas condiciones de las estaciones de trabajo restantes de este aeropuerto.

- Verificar si existen otros agentes de exposición sean físicos, químicos o biológicos de la población de trabajadores del puesto P15 del AIJSM para poder desarrollar mecanismos de control de los mismos y así puedan realizar sus labores de la mejor manera posible.

### Fuentes y bibliografía

- Aeris Holding, C. R. (2022). *Somos Aeris - Aeropuerto Internacional Juan Santamaría*. <https://sjoairport.com/aeris/somos-aeris/>
- Aeris. (2020). *INFORME DE SOSTENIBILIDAD*. [https://sjoairport.com/wp-content/uploads/2021/11/Informe\\_2020\\_Sostenibilidad\\_AERIS.pdf](https://sjoairport.com/wp-content/uploads/2021/11/Informe_2020_Sostenibilidad_AERIS.pdf)
- AERIS. (2022, March 15). *Guía Salud Ocupacional en el AIKS*. <https://sjoairport.com/wp-content/uploads/2022/03/l-14076-Guia-de-Salud-Ocupacional-en-el-AIJS.pdf>
- Álvarez Valdivia, A., & Sánchez Fuentes, M. (2022). *Modelo para la evaluación de puestos de trabajo en oficina: método ROSA (Rapid Office Strain Assessment)*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud En El Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/566858/NTP+1173+Modelo+para+la+evaluaci%C3%B3n+de+puestos+de+trabajo+en+oficina.+M%C3%A9todo+ROSA.pdf/68d0d775-aeb9-598c-d4e2-8e102601a4d7?version=2.0&t=1653390736592>
- Álvarez Valdivia, A., & Sánchez Fuentes, M. (2022). *Modelo para la evaluación de puestos de trabajo en oficina: método ROSA (Rapid Office Strain Assessment)*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud En El Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/566858/NTP+1173+Modelo+para+la+evaluaci%C3%B3n+de+puestos+de+trabajo+en+oficina.+M%C3%A9todo+ROSA.pdf/68d0d775-aeb9-598c-d4e2-8e102601a4d7?version=2.0&t=1653390736592>
- Arias, C. F. (2006). *La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud*. Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v20n2-3/15.pdf>
- Badel, A. E., Rico-Mesa, J. S., Gaviria, M. C., Arango-Isaza, D., & Hernández Chica, C. A. (2018). Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(3), 222–229. <https://doi.org/10.1016/J.RCCAR.2017.10.008>
- Bonilla García, F. (2012). *PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS PARA COLABORADORES QUE REALIZAN FUNCIONES DE OFICINA EN LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS GASES DE OCCIDENTE S.A E.S.P DE LA CIUDAD DE CALI*. Universidad Del Valle.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63519621/Pausas\\_Activas20200603-96245-suq32g-libre.pdf?1591221793=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPausas\\_Activas.pdf&Expires=1727313735&Signature=bgF7Ea9Nqv~N~zGmySmlm1X9Ot9~SeSFpFLY-CpY4eLMchkqLx421E6qqKA9JKnna3zqt5PAQ0Z1PjusGmid3I7uFwzFYeZc2OnlC5wcLsAQnf7pK8MwWNb7Qcga5lkjGDcdeEbT1-sPXfHRR0JjoCw3kom5n2kkmPJF-xLu7Oz-dfZUbHqJWcaxlDqlllIGU-CwjFvLw~y1atGwZdGVOiGD~05Cr9QiiadUgoAxO~qniw-TLKUs3AYmQ0XZmzfDXi~-ffoJ5R4wwF50HeonQucrTwMT9lsixGZcO9LDwPCXYnU5eDiwlUvmhgGVtHie c2G88rbB46IDE3xo~4Tihg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63519621/Pausas_Activas20200603-96245-suq32g-libre.pdf?1591221793=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPausas_Activas.pdf&Expires=1727313735&Signature=bgF7Ea9Nqv~N~zGmySmlm1X9Ot9~SeSFpFLY-CpY4eLMchkqLx421E6qqKA9JKnna3zqt5PAQ0Z1PjusGmid3I7uFwzFYeZc2OnlC5wcLsAQnf7pK8MwWNb7Qcga5lkjGDcdeEbT1-sPXfHRR0JjoCw3kom5n2kkmPJF-xLu7Oz-dfZUbHqJWcaxlDqlllIGU-CwjFvLw~y1atGwZdGVOiGD~05Cr9QiiadUgoAxO~qniw-TLKUs3AYmQ0XZmzfDXi~-ffoJ5R4wwF50HeonQucrTwMT9lsixGZcO9LDwPCXYnU5eDiwlUvmhgGVtHie c2G88rbB46IDE3xo~4Tihg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Bonilla García, F. (2012). *PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS PARA COLABORADORES QUE REALIZAN FUNCIONES DE OFICINA EN LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS GASES DE OCCIDENTE S.A E.S.P DE LA CIUDAD DE CALI*. Universidad Del Valle.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63519621/Pausas\\_Activas20200603-96245-suq32g-libre.pdf?1591221793=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPausas\\_Activas.pdf&Expires=1727313735&Signature=bgF7Ea9Nqv~N~zGmySmlm1X9Ot9~SeSFpFLY-CpY4eLMchkqLx421E6qqKA9JKnna3zqt5PAQ0Z1PjusGmid3I7uFwzFYeZc2OnlC5wcLsAQnf7pK8MwWNb7Qcga5lkjGDcdeEbT1-sPXfHRR0JjoCw3kom5n2kkmPJF-xLu7Oz-dfZUbHqJWcaxlDqlllIGU-CwjFvLw~y1atGwZdGVOiGD~05Cr9QiiadUgoAxO~qniw-TLKUs3AYmQ0XZmzfDXi~-ffoJ5R4wwF50HeonQucrTwMT9lsixGZcO9LDwPCXYnU5eDiwlUvmhgGVtHie c2G88rbB46IDE3xo~4Tihg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63519621/Pausas_Activas20200603-96245-suq32g-libre.pdf?1591221793=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPausas_Activas.pdf&Expires=1727313735&Signature=bgF7Ea9Nqv~N~zGmySmlm1X9Ot9~SeSFpFLY-CpY4eLMchkqLx421E6qqKA9JKnna3zqt5PAQ0Z1PjusGmid3I7uFwzFYeZc2OnlC5wcLsAQnf7pK8MwWNb7Qcga5lkjGDcdeEbT1-sPXfHRR0JjoCw3kom5n2kkmPJF-xLu7Oz-dfZUbHqJWcaxlDqlllIGU-CwjFvLw~y1atGwZdGVOiGD~05Cr9QiiadUgoAxO~qniw-TLKUs3AYmQ0XZmzfDXi~-ffoJ5R4wwF50HeonQucrTwMT9lsixGZcO9LDwPCXYnU5eDiwlUvmhgGVtHie c2G88rbB46IDE3xo~4Tihg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Consejo de Seguridad Nuclear. (2012). *Protección Radiológica/CSN*. Consejo de Seguridad Nuclear, Pedro Justo Dorado Dellmans, 11 28040 Madrid. <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>

Consejo de Seguridad Nuclear. (2012). *Protección Radiológica/CSN*. Consejo de Seguridad Nuclear, Pedro Justo Dorado Dellmans, 11 28040 Madrid. <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>

Costa, P. R., & Caldas, L. V. E. (2002). Evaluation of protective shielding thickness for diagnostic radiology rooms: theory and computer simulation. *Medical Physics*, 29(1), 73–85. <https://doi.org/10.1118/1.1427309>

Costa, P. R., & Caldas, L. V. E. (2002). Evaluation of protective shielding thickness for diagnostic radiology rooms: theory and computer simulation. *Medical Physics*, 29(1), 73–85. <https://doi.org/10.1118/1.1427309>

- Cuenca, R. (1997). *La génesis del uso de las radiaciones en la medicina*. Colombia Médica. <https://www.redalyc.org/pdf/283/28328107.pdf>
- Díaz, F. (2022, October). *¿Cómo se producen los Rayos X? ¿Cómo Se Producen Los Rayos X?* [https://www.youtube.com/watch?v=W7N\\_kRWv6ts](https://www.youtube.com/watch?v=W7N_kRWv6ts)
- Dirección de Aeronáutica Civil de Chile. (2019, March). *MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE INSPECCIÓN EN AEROPUERTOS Y AERÓDROMOS*. Santiago, Chile. [https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/MTA\\_1704-manual.pdf](https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/MTA_1704-manual.pdf)
- Dirección de Aeronáutica Civil de Chile. (2019, March). *MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE INSPECCIÓN EN AEROPUERTOS Y AERÓDROMOS*. Santiago, Chile. [https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/MTA\\_1704-manual.pdf](https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/MTA_1704-manual.pdf)
- Donoso H, F. (2003a). Equipos de Rayos X y su funcionamiento 2003-Reservados todos los derechos Permitido el uso sin fines comerciales. *Biblioteca Virtual Universal*, 1–8. <https://biblioteca.org.ar/libros/88539.pdf>
- Donoso H, F. (2003b). Equipos de Rayos X y su funcionamiento 2003-Reservados todos los derechos Permitido el uso sin fines comerciales. *Biblioteca Virtual Universal*, 1–8. <https://biblioteca.org.ar/libros/88539.pdf>
- García Castañeda, W. (2019). *“PROPUESTA DE UNA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LA MEJORA DEL DESEMPEÑO EN LOS SERVICIOS DEL ÁREA TÉCNICA DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS TECNOLÓGICOS DE INSPECCIÓN POR RAYOS X*. Universidad Peruana de Ciencia e Informática. [https://repositorio.upci.edu.pe/bitstream/handle/upci/89/T-GARCIA\\_CASTANEDA\\_WILFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upci.edu.pe/bitstream/handle/upci/89/T-GARCIA_CASTANEDA_WILFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- García Castañeda, W. (2019). *“PROPUESTA DE UNA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LA MEJORA DEL DESEMPEÑO EN LOS SERVICIOS DEL ÁREA TÉCNICA DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS TECNOLÓGICOS DE INSPECCIÓN POR RAYOS X*. Universidad Peruana de Ciencia e Informática. [https://repositorio.upci.edu.pe/bitstream/handle/upci/89/T-GARCIA\\_CASTANEDA\\_WILFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upci.edu.pe/bitstream/handle/upci/89/T-GARCIA_CASTANEDA_WILFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de Seguridad Pública. (2024, July 23). Seguridad Aeroportuaria. [https://www.seguridadpublica.go.cr/estructura/viceministrocpeuc/vigilancia\\_aerea/paginas/seguridad\\_aeroportuaria.aspx](https://www.seguridadpublica.go.cr/estructura/viceministrocpeuc/vigilancia_aerea/paginas/seguridad_aeroportuaria.aspx)

Moulder, J. E. (2012). Risks of exposure to ionizing and millimeter-wave radiation from airport whole-body scanners. *Radiation Research*, 177(6), 723–726. <https://doi.org/10.1667/RR2897.1>

Nazar Chamorro, K. F. (2009). "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE DETECCIÓN DE PRODUCTOS DE ORIGEN ORGÁNICO MEDIANTE LA MÁQUINA ESCÁNER DE RAYOS X Y LA BRIGADA CANINA SAG. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/133476/Comparaci%C3%B3n-de-los-m%C3%A9todos-de-detecci%C3%B3n-de-productos-de-origen-org%C3%A1nico-mediante-la-m%C3%A1quina-esc%C3%A1ner-de-Rayos-X-y-la-brigada-canina-SAG%2c-en-el-aeropuerto-Arturo-Merino-Ben%C3%ADtez-de-Santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Oxford Economics. (2018). *El transporte aéreo facilita las exportaciones, las inversiones directas, y el turismo*. <https://www.iata.org/contentassets/bc041f5b6b96476a80db109f220f8904/costa20rica20-20sp.pdf>

Panero, J., & Zelnik, M. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores* (G. Gili, Ed.; 7th ed.). Ediciones G. Gili, S.A. de C.V.

Panero, J., & Zelnik, M. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores* (G. Gili, Ed.; 7th ed.). Ediciones G. Gili, S.A. de C.V.

Preciado Ramírez, M., & Luna Cano, V. (2012). *Medidas Básicas de Protección Radiológica*. Instituto Nacional de Cancerología, México D.F. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39407581/articulo-libre.pdf?1445754958=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DArticulo\\_de\\_proteccion\\_de\\_rayos\\_x.pdf&Expires=1681759252&Signature=gMS~IXL2xvtEc1KBriWEM-rL4xqQ5xsH1jEKNhYJZd507uQAX8rtoi5x4SBAoWv0ljHzfy5T0iEzzlHYnAUj4iFULFAJy7PWtRYxNPiNypaNAsfZqvxCJtxlBHKL~uJG7CjWneu~tyqJJ6MGI~aR3KF19NvbXw3iXmRclFDZ~olBeIYZxzDhzYZvyF~UZ1~kz-jBGSezm4RWhfAF9OITYUd0j71CgoR5F9go77ZoaU-ekR0u-524LHwcb9JRyI0P0O8011Rfr2FznVFQjp3DSZXib7qNZ8IUJWxZlJRVdG2NPAAcU2e5--0CGTIKjaSOIzHr1Yy8CIUrh9EIKpx41g\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39407581/articulo-libre.pdf?1445754958=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DArticulo_de_proteccion_de_rayos_x.pdf&Expires=1681759252&Signature=gMS~IXL2xvtEc1KBriWEM-rL4xqQ5xsH1jEKNhYJZd507uQAX8rtoi5x4SBAoWv0ljHzfy5T0iEzzlHYnAUj4iFULFAJy7PWtRYxNPiNypaNAsfZqvxCJtxlBHKL~uJG7CjWneu~tyqJJ6MGI~aR3KF19NvbXw3iXmRclFDZ~olBeIYZxzDhzYZvyF~UZ1~kz-jBGSezm4RWhfAF9OITYUd0j71CgoR5F9go77ZoaU-ekR0u-524LHwcb9JRyI0P0O8011Rfr2FznVFQjp3DSZXib7qNZ8IUJWxZlJRVdG2NPAAcU2e5--0CGTIKjaSOIzHr1Yy8CIUrh9EIKpx41g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Puerta Ortiz, A., & Morales Aramburo, J. (2020, January 5). *Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563320300061>

Puerta Ortiz, A., & Morales Aramburo, J. (2020, January 5). *Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563320300061>

Rahandini, A. (2023). Nuevo CRP: Facilitación del comercio seguro y protegido mediante la tecnología de detección nuclear (J02015). *International Atomic Energy Agency*. <https://www.iaea.org/newscenter/news/new-crp-facilitation-of-safe-and-secure-trade-using-nuclear-detection-technology-j02015>

Rahandini, A. (2023). Nuevo CRP: Facilitación del comercio seguro y protegido mediante la tecnología de detección nuclear (J02015). *International Atomic Energy Agency*. <https://www.iaea.org/newscenter/news/new-crp-fac>

Raudales Díaz, I. R. (2014, June). *IMÁGENES DIAGNÓSTICAS: CONCEPTOS Y GENERALIDADES*.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63045355/imagen20200421-94216-1vq7z9-libre.pdf?1587527409=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMAGENES\\_DIAGNOSTICAS\\_CONCEPTOS\\_Y\\_GENERA.pdf&Expires=1677467073&Signature=SzkHeFj4WNH6yMLx3KAXEK6vVR3KUNL2ndnrPpBBAI0m0ep1Xg-r08yas5rwHXW2Cwx-KVIHSMajy0~r18~dx8ggAy1y0O195fjv9eEKLzCBvmB6h3Ws8JKCF4SaMX8Z1OJyWHyuGxEb-QEIEnjV9FFja7tAQkpa3Y8W0Op7RD8s6A7-WMSe9LfLiJT3EeHJrQiHM2sIRxGtEUmxQF2bsTqX3fOzjbbZTeXkK9Lr5zSkvEbaU5mmtnIFb4lkkscjRHjnOzuKT8Ot9jk2pGXz~5LMYe3-z8fjs8jw5gH2-fKvDZh5XmpHcaqDFezaQU3erH3omDJ1HgUkLaxBoXRA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63045355/imagen20200421-94216-1vq7z9-libre.pdf?1587527409=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMAGENES_DIAGNOSTICAS_CONCEPTOS_Y_GENERA.pdf&Expires=1677467073&Signature=SzkHeFj4WNH6yMLx3KAXEK6vVR3KUNL2ndnrPpBBAI0m0ep1Xg-r08yas5rwHXW2Cwx-KVIHSMajy0~r18~dx8ggAy1y0O195fjv9eEKLzCBvmB6h3Ws8JKCF4SaMX8Z1OJyWHyuGxEb-QEIEnjV9FFja7tAQkpa3Y8W0Op7RD8s6A7-WMSe9LfLiJT3EeHJrQiHM2sIRxGtEUmxQF2bsTqX3fOzjbbZTeXkK9Lr5zSkvEbaU5mmtnIFb4lkkscjRHjnOzuKT8Ot9jk2pGXz~5LMYe3-z8fjs8jw5gH2-fKvDZh5XmpHcaqDFezaQU3erH3omDJ1HgUkLaxBoXRA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (2022, Ebrary 12). *LEY GENERAL DE AVIACION CIVIL*. LEY GENERAL DE AVIACION CIVIL.

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (1994, December 22). *Reglamento Sobre Protección Contrás las Radiaciones Ionizantes (Nº 24037-S)*. Sistema Costarricense de Información Jurídica. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15464&nValor3=76357&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15464&nValor3=76357&strTipM=TC)

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (1994, December 22). *Reglamento Sobre Protección Contrás las Radiaciones Ionizantes (Nº 24037-S)*. Sistema Costarricense de Información Jurídica. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15464&nValor3=76357&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15464&nValor3=76357&strTipM=TC)

The Eastman Kodak Company. (1986). *Kodak's Ergonomic Design for People at Work* (Wiley & sons, Ed.; 2nd ed.). Wiley & sons.

Universidad de Boyacá. (2019a). *Cartilla de Pausas Activas*. Universidad de Boyacá. <https://www.uniboyaca.edu.co/sites/default/files/2019-04/CARTILLA%20DE%20PAUSAS%20ACTIVAS.pdf>

- Universidad de Boyacá. (2019a). *Cartilla de Pausas Activas*. Universidad de Boyacá.  
<https://www.uniboyaca.edu.co/sites/default/files/2019-04/CARTILLA%20DE%20PAUSAS%20ACTIVAS.pdf>
- Universidad de Boyacá. (2019b, April). *Cartilla de Pausas Activas*.  
<https://www.uniboyaca.edu.co/sites/default/files/2019-04/CARTILLA%20DE%20PAUSAS%20ACTIVAS.pdf>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2024). *Ruler - Medición de ángulos en fotografías y videos*.  
<https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2024). *Ruler - Medición de ángulos en fotografías y videos*.  
<https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>
- Valero Cabello, E. (n.d.). *ANTROPOMETRÍA*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo. Retrieved April 9, 2024, from <https://www.insst.es/documents/94886/524376/DTEAntropometriaDP.pdf/032e8c34-f059-4be6-8d49-4b00ea06b3e6>
- Valero Cabello, E. (n.d.). *ANTROPOMETRÍA*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo. Retrieved April 9, 2024, from <https://www.insst.es/documents/94886/524376/DTEAntropometriaDP.pdf/032e8c34-f059-4be6-8d49-4b00ea06b3e6>
- Zavitz, B., & Lu, M.-L. (2022, March). *Revista ISE March2022 - Soluciones de ingeniería ergonómica para la gestión de equipajes aeroportuarios*.  
<https://www.iise.org/isemagazine/details.aspx?id=52830>

## Anexos

### Mediciones antropométricas

*Cuadro 24. Medidas antropométricas de los 37 trabajadores (peso, estatura, sacro-poplítea, muslo-asiento, muslo-suelo, rodilla-suelo y hombros) en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utiliza el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x.*

ID	Peso (Kg)	Estatura (m)	Altura poplítea (cm)	Sacro-poplítea (cm)	Muslo-asiento (cm)	Muslo-suelo (cm)	Rodilla - suelo (cm)	Hombros (cm)
1	99,4	1,77	45,5	56,5	17,5	63	57	45,7
2	67,4	1,59	40,6	52,8	17	56,9	50,6	36,8
3	59,1	1,67	48	51,9	15,1	61,2	56	41,2
4	78,8	1,64	48	42	17	63	58	34,4
5	88,3	1,72	48,8	48,5	17,5	64,5	57,7	44,2
6	54,6	1,57	45	41,5	13	58	50,1	37
7	65,1	1,6	43,5	43,5	15,3	57,5	54	37,4
8	73	1,75	47,6	45,5	13,5	60	57	42,2
9	87	1,82	52,3	42,5	19	66	62,2	44,1
10	82,4	1,72	48	42,2	15,9	62	57,1	43,2
11	77,7	1,79	49,5	47,5	17,5	63,7	59,5	42,6
12	55,4	1,62	45,3	41,3	14	57	52,3	35,6
13	71,9	1,63	47,3	40,3	16,5	59	57	39,3
14	92,3	1,77	47,5	40	17	61,5	52	45,3
15	85,8	1,73	49	41,5	15,8	63	60,9	40,9
16	72,7	1,75	44	42	16	59,5	54,1	42
17	76,6	1,58	43,5	44,3	20,5	59,6	53,9	35,6
18	87,3	1,73	47,9	41,2	18	61,8	58,3	41,8
19	62,4	1,62	44,6	47,8	13,5	58,5	52	37,1
20	60,2	1,74	47,5	45,5	16	59,3	54,9	40,7
21	95,9	1,67	45	43,5	20,5	58,5	55	44,2
22	80,9	1,7	49	47	14	59,3	56	38,6
23	74,2	1,63	43,9	43	15,9	54	50,6	39
24	69,6	1,54	41,9	46,7	16	54,5	50,5	37,7
25	59,9	1,56	45	43,5	11,7	54,6	49,3	36,9
26	75,3	1,61	45	45,8	13,5	57	52,5	37,5
27	70,9	1,7	46,3	44,7	15	57,1	53,5	41,6
28	90,4	1,83	51	49,7	17	62	59,5	46,2
29	81,6	1,76	49,3	48,4	13,6	60	57,5	42,9
30	87,9	1,6	42,5	45,4	16	57	51,6	41,5
31	80,9	1,7	46	48,3	18	58,5	53	44,1
32	66	1,58	44	45	13,5	54,5	49,6	37,6

ID	Peso (Kg)	Estatura (m)	Altura poplítea (cm)	Sacro-popítea (cm)	Muslo-asiento (cm)	Muslo-suelo (cm)	Rodilla - suelo (cm)	Hombros (cm)
33	81,3	1,6	45	42	13,5	55	51,3	38,2
34	89,3	1,7	46	49	17	57,5	55	44
35	75,8	1,76	47,5	48	14,5	58,4	55,9	43,5
36	65,1	1,64	47	45,3	13	58,5	53,6	37,8
37	107,4	1,78	46,5	48	18,8	60,8	57,6	45,6

*Cuadro 25. Medidas antropométricas de los 37 trabajadores (bideltoidea, codo-codo, cadera, ojo-asiento, subescapular, codo-asiento) en posición de sentado para la población de Policía aeroportuaria que utilizan el espacio de escritorio de la zona de escaneo de rayos x.*

ID	Bideltoidea (cm)	Codo - codo (cm)	Cadera (cm)	Ojo - asiento (cm)	Subescapular (cm)	Codo - asiento (cm)
1	36,6	53,8	34,8	71	48,6	25
2	22,6	49,9	32,6	64	43	23,5
3	34	50,5	33	73,5	42,5	24
4	32,3	48,2	35	71,9	43	25
5	35,3	53	34,2	72,3	43	21,5
6	32,6	46,1	30,2	68,3	43,5	22,5
7	31	46,5	23	67,5	42,1	22,8
8	35,6	53,2	35,9	72	44	24
9	37,4	53,1	35,4	75	46,5	23
10	36,5	49	32,3	76,5	45	22
11	35,5	49,6	35	76,5	43,3	20,5
12	29,3	40,5	31,6	68,7	39,6	21,9
13	31,7	48,3	36,5	71,6	43	22
14	36,2	58,7	38	74,5	44	23
15	33,8	51,2	34,6	75	46,5	21
16	33,2	45,5	33,1	78,5	43	20
17	31,5	67,2	37,1	62,3	34,5	25
18	36,2	50,6	34,9	75,5	45,5	24
19	31	42,6	31	70,5	41	19
20	33,4	46,2	30,2	73	41	17,5
21	37,5	53,2	34,1	72	41,3	20
22	31,4	47,4	39,3	73	42	23,4
23	33,1	45,1	34,5	73,5	40,9	24,9
24	31,3	50,8	34,5	70	40	22
25	30,6	50,8	31,9	67,5	39,5	23,5

ID	Bideltoidea (cm)	Codo - codo (cm)	Cadera (cm)	Ojo - asiento (cm)	Subscapular (cm)	Codo - asiento (cm)
26	29,1	49,3	36,8	74,1	33	20,7
27	33,6	51,2	34	70,3	39,3	20
28	37,6	57,2	38,3	71,3	42,5	21
29	33,9	48	38,8	72,6	38,7	19
30	34	50,5	37,8	71,3	38	22,9
31	36,8	53,5	37,7	71	42	27
32	30,7	44,3	32	65,9	38,3	27
33	32,3	53	36,3	76	41,5	28
34	37,6	53,2	33,5	73	49,5	21,4
35	36,2	49,5	33,5	76	41	19
36	31,3	48,4	31,9	70,2	42,6	21,7
37	40,6	54,2	35,8	76,5	45	20,5

## Resultados de encuesta de molestias

### Consentimiento previo al llenado de la encuesta de molestias

### Encuesta de Molestias:

---

B
I
U
↻
✖

Si usted está interesado en poder participar dentro de este trabajo final de graduación de la Maestría de Salud Ocupacional e Higiene Ambiental de la UNA-ITCR, para poder cumplir el siguiente objetivo general:

Proponer un plan de reducción de riesgos ocupacionales a los trabajadores ocupacionalmente expuestos que manipulan los equipos de escáner de equipajes de rayos x.

Dentro del mismo trabajo, se propone en contar con nuevas condiciones de las instalaciones físicas de trabajo de escritorio basado en los resultados la medición antropométrica (aplicación de Guía Rosa en campo) de los oficiales que manipulan los equipos de rayos X de la sección de escaneo de equipajes.

Es necesario llenar esta encuesta de molestias (en línea) para asociar esta información con las mediciones antropométricas y así proponer nuevos equipos para brindar mejores condiciones en su zona de trabajo. Los resultados de la misma y sus identificaciones permanecerán en el anonimato, de la misma forma en caso de ser necesario la toma de fotografías para la valoración del puesto de trabajo.

Si están interesados,

Favor llenar esta encuesta a continuación:

## Encuesta de molestias

		Parte del cuerpo	Frecuencia en la que ha sentido dolor					Si ha experimentado dolor, ¿Qué tan intenso ha sido?			Si ha tenido dolor, el dolor ha interferido con su capacidad para trabajar		
			Nunca	1-2/ sem	2-3/ sem	1/día	Varias veces al día	Poco	Moderado	Mucho	No	Poco	Mucho
	Cabeza												
Ojos	izquierdo												
	derecho												
	Cuello												
Hombros	izquierdo												
	derecho												
	Espalda alta												
Antebrazo	izquierdo												
	derecho												
Muñeca y mano	izquierdo												
	derecho												
	Cadera												
Muslo	izquierdo												
	derecho												
Rodilla	izquierdo												
	derecho												
Pierna	izquierdo												
	derecho												
Pies	izquierdo												
	derecho												

**Tabulación de la encuesta de molestias para cada parte del cuerpo.**

Frecuencia dolor cabeza			Intensidad dolor-Cabeza			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	9	41	Moderado	14	74	Poco	8	40
1 día	1	5	Mucho	2	11	Mucho	2	10
2 a 3 veces por semana	8	36	Poco	3	16	No	10	50
Nunca	3	14	Total	9	100	Total	20	100
Varias veces al día	1	5						
Total	22	100						

Frecuencia dolor ojo izquierdo			Intensidad dolor ojo izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	6	33	Moderado	6	46	Poco	6	43
1 día	1	6	Mucho	7	54	Mucho	1	7
2 a 3 veces por semana	3	17	Poco	0	0	No	7	50
Nunca	8	44		13	100		14	100
Varias veces al día	0	0						
Total	18	100						

Frecuencia dolor ojo derecho			Intensidad dolor ojo derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	4	25	Moderado	4	31	Poco	3	21
1 día	1	6	Mucho	2	15	Mucho	3	21
2 a 3 veces por semana	3	19	Poco	7	54	No	9	64
Nunca	7	44		13	100		15	100
Varias veces al día	1	6						
Total	16	100						

Frecuencia dolor cuello			Intensidad dolor-cuello			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	9	43	Moderado	12	63	Poco	7	41
1 día	0	0	Mucho	3	16	Mucho	3	18
2 a 3 veces por semana	8	38	Poco	4	21	No	7	41
Nunca	4	19	Total	19	100	Total	17	100
Varias veces al día	0	0						
Total	21	100						

Frecuencia dolor hombro izquierdo			Intensidad dolor hombro izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	5	26	Moderado	6	43	Poco	5	33
1 día	2	11	Mucho	2	14	Mucho	2	13
2 a 3 veces por semana	3	16	Poco	6	43	No	8	53
Nunca	8	42		14	100		15	100
Varias veces al día	1	5						
	19	100						

Frecuencia dolor hombro derecho			Intensidad dolor hombro derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	4	22	Moderado	6	43	Poco	4	27
1 día	2	11	Mucho	2	14	Mucho	2	13
2 a 3 veces por semana	3	17	Poco	6	43	No	8	53
Nunca	8	44		14	100		14	100
Varias veces al día	1	6						
	18	100						

Frecuencia dolor cuello			Intensidad dolor-cuello			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	6	29	Moderado	8	53	Poco	5	31
1 día	1	5	Mucho	2	13	Mucho	3	19
2 a 3 veces por semana	5	24	Poco	5	33	No	8	50
Nunca	8	38	Total	15	100	Total	16	100
Varias veces al día	1	5						
Total	21	100						

Frecuencia dolor brazo izquierdo			Intensidad dolor brazo izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	3	17	Moderado	2	18	Poco	1	7
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	1	7
2 a 3 veces por semana	3	17	Poco	9	82	No	12	86
Nunca	11	61		11	100		14	100
Varias veces al día	1	6						
Total	18	100						

Frecuencia dolor brazo derecho			Intensidad dolor brazo derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	3	17	Moderado	2	18	Poco	1	7
1 día	0	0	Mucho	1	9	Mucho	1	7
2 a 3 veces por semana	3	17	Poco	9	82	No	12	86
Nunca	11	61		12	100		14	100
Varias veces al día	1	6						
Total	18	100						

Frecuencia dolor cuello			Intensidad dolor-cuello			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	7	35	Moderado	9	53	Poco	5	29
1 día	1	5	Mucho	5	29	Mucho	3	18
2 a 3 veces por semana	8	40	Poco	3	18	No	9	53
Nunca	3	15	Total	1	7	Total	1	7
Varias veces al día	1	5						
Total	20	100						

Frecuencia dolor antebrazo izquierdo			Intensidad dolor antebrazo izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	6	Moderado	2	18	Poco	0	0
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	1	8
2 a 3 veces por semana	1	6	Poco	9	82	No	12	92
Nunca	14	82		11	100		13	100
Varias veces al día	1	6						
	17	100						

Frecuencia dolor antebrazo derecho			Intensidad dolor antebrazo derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	6	Moderado	2	18	Poco	0	0
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	1	8
2 a 3 veces por semana	1	6	Poco	9	82	No	12	92
Nunca	14	82		11	100		13	100
Varias veces al día	1	6						
	17	100						

Frecuencia dolor muñeca y mano izquierdo			Intensidad dolor muñeca y mano izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	6	Moderado	3	27	Poco	0	0
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	1	8
2 a 3 veces por semana	2	12	Poco	8	73	No	12	92
Nunca	13	76	Total	11	100	Total	13	100
Varias veces al día	1	6						
Total	17	100						

Frecuencia dolor muñeca y mano derecho			Intensidad dolor muñeca y mano derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	2	11	Moderado	5	45	Poco	1	8
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	0	0
2 a 3 veces por semana	3	17	Poco	7	64	No	12	92
Nunca	12	67	Total	12	100	Total	13	100
Varias veces al día	1	6						
Total	18	100						

Frecuencia dolor cuello			Intensidad dolor-cuello			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	8	42	Moderado	10	63	Poco	5	29
1 día	0	0	Mucho	3	19	Mucho	3	18
2 a 3 veces por semana	6	32	Poco	3	19	No	9	53
Nunca	4	21	Total	6	100	Total	7	100
Varias veces al día	1	5						
Total	9	100						

Frecuencia muslo izquierdo			Intensidad dolor muslo izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	7	Moderado	2	18	Poco	1	8
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	1	8
2 a 3 veces por semana	0	0	Poco	9	82	No	11	85
<b>Nunca</b>	<b>12</b>	<b>86</b>	Total	11	100	Total	13	100
Varias veces al día	1	7						
Total	14	100						

Frecuencia dolor muslo derecho			Intensidad dolor muslo derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	6	Moderado	2	18	Poco	0	0
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	1	8
2 a 3 veces por semana	0	0	Poco	9	82	No	12	92
<b>Nunca</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	Total	11	100	Total	13	100
Varias veces al día	1	6						
Total	16	100						

Frecuencia rodilla izquierdo			Intensidad dolor rodilla izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	4	22	Moderado	5	33	Poco	3	21
1 día	0	0	Mucho	1	7	Mucho	1	7
2 a 3 veces por semana	2	11	Poco	9	60	No	10	71
<b>Nunca</b>	<b>11</b>	<b>61</b>	Total	15	100	Total	14	100
Varias veces al día	1	6						
Total	18	100						

Frecuencia dolor rodilla derecho			Intensidad dolor rodilla derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	4	22	Moderado	4	27	Poco	2	14
1 día	0	0	Mucho	1	7	Mucho	2	14
2 a 3 veces por semana	2	11	Poco	9	60	No	10	71
Nunca	11	61	Total	14	100	Total	14	100
Varias veces al día	1	6						
Total	18	100						

Frecuencia pierna izquierdo			Intensidad dolor pierna izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	2	12	Moderado	5	42	Poco	1	8
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	2	15
2 a 3 veces por semana	2	12	Poco	7	58	No	10	77
Nunca	12	71	Total	12	100	Total	13	100
Varias veces al día	1	6						
Total	17	100						

Frecuencia dolor pierna derecho			Intensidad dolor pierna derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	2	12	Moderado	6	50	Poco	2	15
1 día	0	0	Mucho	0	0	Mucho	2	15
2 a 3 veces por semana	3	18	Poco	7	58	No	10	77
Nunca	11	65	Total	13	100	Total	14	100
Varias veces al día	1	6						
Total	17	100						

Frecuencia pie izquierdo			Intensidad dolor pie izquierdo			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	6	Moderado	4	31	Poco	1	7
1 día	2	11	Mucho	4	31	Mucho	4	29

2 a 3 veces por semana	3	17	Poco	5	38	No	9	64
Nunca	9	50	Total	13	100	Total	14	100
Varias veces al día	3	17						
Total	18	100						

Frecuencia dolor pie derecho			Intensidad dolor pie derecho			Interferencia en trabajar		
		Porcentaje			Porcentaje			Porcentaje
1 a 2 veces por semana	1	5	Moderado	5	38	Poco	2	14
1 día	1	5	Mucho	5	38	Mucho	4	29
2 a 3 veces por semana	6	32	Poco	5	38	No	10	71
Nunca	8	42	Total	15	100	Total	16	100
Varias veces al día	3	16						
Total	19	100						

### Ejemplo de lista de chequeo para la evaluación ROSA

**Rapid Office Strain Assessment**

**SILLA**

**PASO 1.** **GRUPO A SILLA ALTURA**

Altura regulable

SELECCIONE EL VALOR:

	<b>Grupo A</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>+1</b>	
VALORACION DE A =	Altura del asiento					Altura no ajustable
		Rodillas a 90°	Rodillas < 90°	Rodillas > 90°	Sin contacto con el suelo	Sin suficiente espacio bajo la mesa

VALORACION DE A = 2

**PASO 2.** **GRUPO B ASIENTO**

Longitud de asiento

SELECCIONE EL VALOR:

	<b>Grupo B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>+1</b>
VALORACION DE B =	Longitud del asiento			
		8 cm. de espacio	menos de 8 cm. de espacio	más de 8 cm. de espacio

VALORACION DE B = 2

**VALORACION R1 = 4 (VALORACION A + VALORACION B)**

**PASO 3.** **GRUPO C REPOSABRAZO**

Reposabrazo

SELECCIONE EL VALOR

**Grupo C**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>+1</b>	
Reposabrazos	en línea con el hombro, relajado	muy alto o con poco soporte	muy separados	superficie dura o dañada en el reposabrazos <b>No ajustable</b>

VALORACION DE C =

**PASO 4. GRUPO D RESPALDO**

Respaldo

SELECCIONE EL VALOR

**Grupo D**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>+1</b>	
Respaldo	Respaldo	Respaldo	Mesa trabajo muy alta	<b>No ajustable</b>

VALORACION DE D =

**VALORACION R2 = 5** [VALORACION C + VALORACION D]

**BUSCAR EN TABLA 1 = 4** (R1,R2) ( 4 , 5 )

**+**

**PASO 5. DURACION DE LA TAREA**

TIEMPO

SELECCIONE EL VALOR:

	valor
1. Si permanece sentado <1 hora/día o <30 minutos ininterrumpidamente	-1
2. Si se permanece entre 1 y 4 horas al día o entre 30 minutos y 1 hora seguida	0
3. Si permanece sentado >4 horas/día o más de una 1hora ininterrumpidamente	1

VALORACION DE DURACION =

**SILLA FINAL = RA 4 + 0 = 4**

**PERISFERICOS**

**PASO 6. MONITOR**

USO DE MONITOR

SELECCIONE EL VALOR:

**MONITOR Y PERIFÉRICOS**

	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>+1</b>			
Uso del Monitor	Posición ideal	Monitor bajo	Monitor alto	Monitor muy lejos	Documentos sin soporte	Cuello girado	Reflejos en el monitor
Duración	-1	0	+1	PUNTUACIÓN MONITOR			

**+**

VALORACION DE MONITOR =

1. Si permanece sentado <1 hora/día o <30 minutos ininterrumpidamente	-1
2. Si se permanece entre 1 y 4 horas al día o entre 30 minutos y 1 hora seguida	0
3. Si permanece sentado >4 horas/día o más de una 1hora ininterrumpidamente	1

**PASO 7. TELEFONO**

USO DE TELEFONO  
SELECCIONE EL VALOR:

Grupo B2	1	2	+2	+1
Uso del Teléfono	 <p>Teléfono una mano o manos libres</p>	 <p>Teléfono muy alejado</p>	 <p>Teléfono en cuello y hombro</p>	<p>Sin opción de manos libres</p>
Duración	-1	0	+1	PUNTUACIÓN TELÉFONO

+ 

VALORACION DE TELEFONO = R4






0

1. Si permanece sentado <1 hora/día o <30 minutos ininterrumpidamente	-1
2. Si se permanece entre 1 y 4 horas al día o entre 30 minutos y 1 hora seguida	0
3. Si permanece sentado >4 horas/día o más de una 1hora ininterrumpidamente	1

**PERISFERICOS I (R5) = 1 (R4 Y R3) ( 0 , 1 )**

**PASO 8. MOUSE**

USO DE MOUSE  
SELECCIONE EL VALOR:

Grupo C1	1	2	+2	+1	
Uso del Ratón	 <p>Ratón en línea con el hombro</p>	 <p>Ratón con brazo lejos del cuerpo</p>	 <p>Ratón y teclado en diferentes alturas</p>	 <p>Agarre en pinza ratón pequeño</p>	 <p>Reposamanos delante del ratón</p>
Duración	-1	0	+1	PUNTUACIÓN RATÓN	

+ 



VALORACION DE MOUSE = R6

0

1. Si permanece sentado <1 hora/día o <30 minutos ininterrumpidamente	-1
2. Si se permanece entre 1 y 4 horas al día o entre 30 minutos y 1 hora seguida	0
3. Si permanece sentado >4 horas/día o más de una 1hora ininterrumpidamente	1

**PASO 9. TECLADO**

USO DE TECLADO  
SELECCIONE EL VALOR:

Grupo C2	1	2	+1			
Uso del Teclado	 <p>Muñecas rectas hombros relajados</p>	 <p>Muñecas extendidas &gt;15°</p>	 <p>Muñecas desviadas al escribir</p>	 <p>Teclado muy alto</p>	 <p>Objetos por encima de la cabeza</p>	<p>No ajustable</p>
Duración	-1	0	+1	PUNTUACIÓN TECLADO		

+ 

VALORACION DE TECLADO = R7

3

1. Si permanece sentado <1 hora/día o <30 minutos ininterrumpidamente	-1
2. Si se permanece entre 1 y 4 horas al día o entre 30 minutos y 1 hora seguida	0
3. Si permanece sentado >4 horas/día o más de una 1hora ininterrumpidamente	1

PERISFERICOS II = BUSCAR EN TABLA 3 (R8)	2	(R6 Y R7)	( 0 , 3 )
PERISFERICOS FINAL = BUSCAR EN TABLA 4 (R8)	2	(R8 Y R5)	( 2 , 1 )
RIESGO RESULTANTE BUSCAR EN TABLA 5	5	(RA Y RB)	( 4 , 2 )

PUNTOS ROSA		ACCION
1	2	No es necesaria actuación
3	4	Pueden mejorarse algunos elementos del puesto
5	6	Es necesaria la actuación
7	8	Es necesaria la actuación cuanto antes
9	10	Es necesaria la actuación urgentemente

Tabla 1- Silla

R2

		Puntuación de reposabrazos + respaldo								
		2	3	4	5	6	7	8	9	
R1	Puntuación Altura + Profundidad	2	2	3	4	5	6	7	8	
		3	2	3	4	5	6	7	8	
		4	3	3	4	5	6	7	8	
		5	4	4	4	5	6	7	8	
		6	5	5	5	5	7	8	9	
		7	6	6	6	7	7	8	9	
	8	7	7	7	8	8	9	9		

Tabla 2

R3

		Monitor								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
R4	Teléfono	0	1	1	2	3	4	5	6	
		1	1	2	2	3	4	5	6	
		2	1	2	2	3	3	4	6	7
		3	2	2	3	3	4	5	6	8
		4	3	3	4	4	5	6	7	8
		5	4	4	5	5	6	7	8	9
	6	5	5	6	7	8	8	9		

Tabla 3

R7

		Teclado								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
R6	Ratón	0	1	1	1	2	3	4	5	6
		1	1	1	2	3	4	5	6	7
		2	1	2	2	3	4	5	6	7
		3	2	3	3	3	5	6	7	8
		4	3	4	4	5	5	6	7	8
		5	4	5	5	6	6	7	8	9
		6	5	6	6	7	7	8	8	9
		7	6	7	7	8	8	9	9	9

Tabla 4 - Puntuación GRUPO B

R9

		Puntuación del monitor y teléfono									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
R8	Puntuación Teclado + Ratón	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
		3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
		4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
		5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
		6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
		7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

	<b>Universidad de Costa Rica</b> <b>Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares</b>	
CICANUM-I-PC- LMRI-03-R-01	<b>Certificado de Calibración</b>	Versión 01 Página 1 de 2 Consecutivo 2402CI

**Código** UCR-LMRI- 2402CI **Fecha de Calibración** 19/03/2024

**Nombre de la Entidad** CICANUM  
**Responsable** Dr. Mario Cubero  
**Cédula** 4-0000-42149  
**Teléfono/Fax** 2511 2418  
**Dirección** Ciudad de la Investigación, UCR, Sabanilla, Montes de Oca  
**Correo Electrónico** metrologia.cicanum@ucr.ac.cr

**Equipo a calibrar**

**Marca** RaySafe  
**Modelo** X2  
**Serie** 215010  
**Código Interno** \*\*

**Condiciones de Referencia**

**Fuente Radiactiva** Cs137 M: 28-6A S:10296  
**Electrómetro** PTW T10009-90302  
**Temperatura/°C** 21,50  
**Presión Atmosférica/kPa** 88,19  
**Humedad Relativa/%** 56,4

**Observaciones:**

El usuario es responsable de mantener la trazabilidad del equipo.

Los resultados de la calibración se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Si el usuario desea conocer las mediciones del equipo puede solicitar el registro.

El presente certificado de calibración es trazable a patrones internacionales, los cuales utilizan las unidades del Sistema Internacional (SI).

## Resultados

Fuente Radiactiva	Tasa de H*(10) / (mSv/h)	Indicación de la Cámara / (mSv/h)	UI de la Cámara / (mSv/h)	Nk (adi)	Kq (Adi)	Uexp /%
Cs 137	1,68	0,547	0,007	3,06	1,0	6,5

## Notas Aclaratorias

El instrumento fue posicionado en un campo de radiación conocido. Los valores medidos fueron comparados con los valores de referencia del CICANUM, que son trazables por el sistema dosimétrico del CICANUM, conforme al procedimiento CICANUM-I-E-LMRI-10 basado en el reporte N° 16 Safety Reports Series del IAEA "Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments".

La estimación de la incertidumbre expandida se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que corresponde para una distribución normal a una confianza del 95 %. La estimación de la incertidumbre estándar combinada se realizó conforme a la Guía BIPM/ISO para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones e incluye la incertidumbre de patrones y del método de calibración.

El proceso de calibración se realiza en las instalaciones del CICANUM. El resultado de calibración es válido únicamente para el equipo declarado en este documento y es responsabilidad del usuario su correcta interpretación.

El usuario es responsable del uso y cuidado de que se dé a este instrumento.

Resolución y Licencia por parte del Ministerio de Salud: DGS-UGR-CR-112-2007-S

Fecha de Recepción 19/03/2024

Fecha de Emisión 27/03/2024

Código UCR-LMRI-2402CI

GERARDO ANTONIO NOGUERA VEGA (FIRMA)  
PERSONA FÍSICA, CPF-01-1268-0421.  
Fecha declarada: 22/05/2024 10:15:58 a. m.  
Verifique la firma en validación de documentos

M.Sc. Gerardo Noguera Vega  
LMRI-CICANUM  
Universidad de Costa Rica