

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL CON ÉNFASIS EN
HIGIENE AMBIENTAL

Exposición ocupacional a Ruido, Iluminación y Radiación Ultravioleta de
Origen Solar en el Área Rectora de Salud de Alajuelita del Ministerio de
Salud

Víctor Hugo Pérez Ortiz

Tesis sometida a consideración por el Tribunal Examinador del Posgrado en
Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental presentado para optar al
grado de Máster en Salud Ocupacional.

Cartago, octubre 2020



Este obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

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

TEC-MSO-ATFG -03- 2020

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

Sesión del Tribunal Examinador de la presentación pública de trabajo final de graduación celebrada a las 17:30 , del 2 de octubre del 2020 bajo modalidad virtual, por medio de la plataforma TEAMS, con base en las condiciones de excepcionalidad producto de las instrucciones de Rectoría comunicadas mediante circulares instrucción RR-131-2020, RR-156-2020, RR-167- 2020 y RR -174-2020, sobre las disposiciones especiales durante la emergencia nacional producto del Covid-19 y la alerta sanitaria emitida por el Ministerio de Salud, con el objeto de recibir el informe de la sustentante:

Hugo Pérez Ortíz	Carné 2018319380
------------------	------------------

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 Master en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental con el trabajo de graduación titulado: “ EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A RUIDO, ILUMINACIÓN Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA DE ORIGEN SOLAR EN EL ÁREA RECTORA DE SALUD DE ALAJUELITA DEL MINISTERIO DE SALUD”

Están presentes los siguientes miembros del Tribunal Examinador:


Grado académico	Nombre completo	Puesto
Máster	Fabio Chaverri Fonseca	Coordinador de la MSO (UNA) (preside)
Máster	Jorge Chaves Arce	Tutor de tesis
Máster	Alfonso Navarro Garro	Profesor lector

Una vez realizada la presentación del Trabajo final de graduación y realizada la deliberación correspondiente, se le asigna una nota de 85 con la inclusión de las observaciones descritas en el documento 1, por lo que el Presidente del Tribunal Examinador declara a la persona sustentante Hugo Pérez Ortíz, acreedor al grado de Master 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 19:15 horas del 2 de Octubre del 2020

JORGE
CHAVES
ARCE (FIRMA)



Firmado digitalmente por JORGE CHAVES ARCE (FIRMA)
Fecha: 2020.10.02 19:11:55 -06'00'

M.Sc. Jorge Chaves Arce
Tutor

RAFAEL
ALFONSO
NAVARRO
GARRO (FIRMA)



Firmado digitalmente por RAFAEL ALFONSO NAVARRO GARRO (FIRMA)
Fecha: 2020.10.02 19:14:27 -06'00'

MSc, Alfonso Navarro Garro
Miembro del Comité Asesor

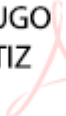
JOSE FABIO
CHAVERRI FONSECA
(FIRMA)



Firmado digitalmente por JOSE FABIO CHAVERRI FONSECA (FIRMA)
Fecha: 2020.10.02 19:08:51 -06'00'

M.Sc. Fabio Chaverri Fonseca,
Representante CAAI, Lector invitado

VICTOR HUGO
PEREZ ORTIZ
(FIRMA)



Firmado digitalmente por VICTOR HUGO PEREZ ORTIZ (FIRMA)
Fecha: 2020.10.02 20:24:18 -06'00'

Hugo Perez Ortíz,
Sustentante

Agradecimiento

Inicialmente me complace darle las gracias a todo el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita, del Ministerio de Salud, el cual no solo me brindaron el apoyo y tiempo necesario para ejecutar esta investigación, además de su amable y cordial compañerismo que hacen del espacio de trabajo diario, una convivencia familiar, y al mismo tiempo, con su dedicación y mística trabajan para y por el cantón que les acoge, Alajuelita

Deseo, con mucho cariño agradecer a la Dra. Yalile Contreras Jiménez, exdirectora del Área, y toda una institución por su larga y abnegada trayectoria, así como al Dr. Ricardo Ocampo Salas, en continuación de esa dirección, que, con el apoyo e interés de ambos, esta investigación fue posible.

Por supuesto, a los compañeros de esta Área Rectora: Rosita Murillo G., Rodolfo Segura H., Laura Hernández P., Mariana Calderón c., Melany Muñoz V., Yendry Muñoz V., Wendy Arauz C., Stephanie López M, Sailin Vega B., Pedro Hernández A. y Leda Pérez P.

Agradezco a los profesores de la Maestría en Salud Ocupacional, que, con su ayuda y paciencia se logró esta meta; en especial a las Profesoras Marianela Rojas G., María Lourdes Medina E. y a los profesores Jorge Chaves Arce y Alfonso Navarro Garro, Tutores y guías en este proceso.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado primeramente a los compañeros de trabajo del ARS Alajuelita, que su apoyo ha hecho todo esto posible, ¡esta tesis es por y para ustedes!

A mi papá y mi mamá que, sin su apoyo, paciencia, ayuda y guía constante, nada de esto hubiese sido posible para mí, y se lo dedico también a mis hermanos, Diego y Laura, que con su cariño han prolongado mi felicidad, haciendo de ella un estado cotidiano.

A los camaradas de la generación IX de la Maestría: Laura, Oscar, Iván, Aaron, Adriana, Wendy, Maricruz, Ana, Silvia, Esteban, Gary, Melanie, Laura M, Ginneth, Milagro y Álvaro... ¡creo que ya no hay nada "pending"!

Y por último a ese tripulante que me acompañó a mi lado todos los días y que nunca abandonó su puesto en el desarrollo de esta investigación, de trasnoches y madrugadas, ronroneando todos los días sin importar las vicisitudes, a mi gato Silvestre.

Resumen

El presente estudio se realizó en el Área Rectora de Salud de Alajuelita, Ministerio de Salud y tuvo como objetivo principal la valoración de las condiciones de exposición a agentes físicos de ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar en los trabajadores de dicha oficina. A partir del análisis de dicha exposición, se proponen controles técnicos y administrativos sobre estos riesgos físicos.

Para la valoración de las condiciones de estos agentes físicos, se realizaron 11 sonometrías del nivel sonoro continuo equivalente, obteniéndose valores entre **66.3 dBA** y **61.2 dBA**. Por otro lado, los valores de las curvas de rango de ruido (curvas NR) superaron los valores recomendados (NR=45), obteniéndose **NR** de **61.1** y **59.5**.

Sobre las condiciones de iluminación se tomaron 178 puntos en 19 salas evaluadas, de estas, **13** salas se reportan con insuficientes de iluminación. Para la valoración de la radiación ultravioleta de origen solar se analizaron 192 publicaciones del Índice de Radiación Ultravioleta, para compararlos con los horarios de programación y tiempo promedio de visitas realizadas por el personal de esta Área Rectora, con los datos obtenidos se determina que las exposiciones se producen por períodos de tiempo corto pero que los niveles de radiación ultravioleta solar a los que se exponen las personas funcionarias son muy altos.

Se recomiendan acciones ingenieriles para reducir la exposición a que repercuten en el incremento de las curvas NR debido a las frecuencias con que se generan los niveles de presión sonora, se utilizó el software DIALux® para simular y definir las mejores condiciones de iluminación requeridas según cada área y espacio de trabajo. Debido a la imposibilidad de la aplicación de controles técnicos e ingenieriles en lo que a radiación ultravioleta solar se refiere, se recomienda la capacitación al personal sobre la lectura del pronóstico el Índice de Radiación Ultravioleta, y el reforzamiento del uso de equipo de protección contra radiación ultravioleta de origen solar.

Palabras Clave: Agentes Físicos, Ruido, acondicionamiento acústico, Iluminación, Radiación Ultravioleta, Ministerio de Salud

Abstract

The present study was carried out at the Local Health Area of Alajuelita, Ministry of Health and had as main objective the assessment of the conditions of exposure to physical agents of noise, lighting and ultraviolet radiation of solar origin in the workers of that office. Based on the analysis of the exposure, this research proposed technical and administrative controls on these physical risks.

For the assessment of the conditions of these physical agents, 11 sonometries of the Equivalent Continuous Sound Pressure Level were performed, obtaining values between 66.3 dBA and 61.2 dBA. On the other hand, the values of the Noise Rating Curve (NR) exceeded the recommended values (NR = 45), obtaining NR of 61.1 and 59.5.

On the lighting conditions, 178 sample points were taken on 19 rooms evaluated, of these, 13 rooms are reported with insufficient lighting. And for the assessment of ultraviolet radiation of solar origin, 192 publications of the Ultraviolet Radiation Index, in order to compare them with the programming schedules and average time of the visits made by the staff, the data shows a very short exposure, but high levels of Ultraviolet Solar Radiation were identified.

Engineering actions are recommended to reduce the frequencies that affect the increase in NR curves due to the frequencies with which sound pressure levels are generated, DIALux© software was used to simulate the best lighting conditions required according to each area and workspace. Due to the impossibility of applying technical and engineering controls on solar ultraviolet radiation exposure training on the forecast daily reading of the Ultraviolet Radiation Index is recommended, and the reinforcement of the use of protective equipment against solar ultraviolet radiation.

Key words: Physical Agents, noise, acoustic conditioning, Illumination, ultraviolet radiation, Ministerio de Salud

Índice

Índice de Cuadros	4
Índice de Figuras.....	5
1. Introducción.....	6
1.1. Identificación del lugar	7
1.2. Antecedentes.....	8
1.3. Descripción del problema	8
1.4. Justificación	10
1.5. Objetivos.....	12
1.5.1. Objetivo general	12
1.5.2. Objetivos específicos	12
2. Marco conceptual	13
2.1 Ruido	13
2.1.1. Elementos del ruido.....	14
2.1.2. Acondicionamiento acústico.....	15
2.2 Iluminación.....	18
2.2.1. Elementos de la iluminación.....	18
2.3 Radiación ultravioleta de origen solar.....	21
2.3.1. Índice ultravioleta (IUV)	22
2.3.2. Dosis eritemática estándar (SED)	24
2.3.3. Radiación ultravioleta en la piel (Fototipo)	25
3. Metodología.....	27
3.1. Tipo de estudio	27
3.2. Población participante.....	27
3.3. Área de estudio.....	28

3.4. Técnica de recolección de información.....	28
3.4.1. Estrategia de medición de ruido.....	28
3.4.2. Estrategia de medición de iluminación.....	28
3.4.3. Estrategia de análisis de radiación ultravioleta de origen solar.....	29
3.5. Definición de variables.....	30
4. Valoración de la exposición a los agentes físicos seleccionados.....	32
4.1. Exposición ocupacional al ruido.....	32
4.1.1. Evaluación del acondicionamiento acústico.....	33
4.2 Exposición ocupacional a las condiciones de Iluminación.....	34
4.2.1. Niveles de iluminación.....	37
4.2.2. Evaluación de deslumbramiento.....	40
4.3 Exposición laboral a radiación ultravioleta de origen solar.....	41
4.3.1. Análisis del tiempo de exposición.....	41
4.3.2. Identificación de los fototipos de piel.....	41
4.3.3. Índice de radiación ultravioleta.....	42
4.3.4. Evaluación de exposición laboral a la radiación ultravioleta.....	44
4.3.5. Cálculos de dosis de radiación ultravioleta.....	44
5. Conclusiones y recomendaciones.....	46
5.1. Sobre ruido en el ARS Alajuelita.....	46
5.1.1. Caracterización del ruido.....	46
5.1.2. Evaluación del ruido.....	46
5.1.3. Propuesta y recomendaciones ante el riesgo físico del ruido.....	46
5.2. Sobre la iluminación.....	48
5.2.1. Caracterización de la iluminación.....	48
5.2.2. Evaluación de las condiciones de iluminación.....	48
5.2.3. Propuesta y recomendaciones ante el riesgo físico de la iluminación..	49

5.3. Sobre la radiación ultravioleta de origen solar	53
5.3.1. Caracterización de la radiación ultravioleta de origen solar	53
5.3.2. Evaluación de las condiciones de la radiación ultravioleta de origen solar	54
5.3.3. Propuesta y recomendaciones ante la radiación ultravioleta de origen solar	54
6. Referencias	56
6.1. Otras Referencias.....	63
7. Anexos	66
Anexo 7.1. Ubicación geográfica del Cantón de Alajuelita	66
Anexo 7.2. Distribución de planta del Área Rectora de Salud de Alajuelita. Ministerio de Salud. Primera Planta.....	67
Anexo 7.3. Distribución de planta del Área Rectora de Salud de Alajuelita. Ministerio de Salud. Segunda Planta.....	68
Anexo 7.4. Análisis de la incertidumbre de las mediciones de ruido	69
7.4.1. Incertidumbre de las mediciones.....	69
7.4.2. Cálculo de la incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida.....	70
Anexo 7.5. Análisis de datos de la Radiación ultravioleta.....	72

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Niveles de las curvas NR en los espacios de aplicación	17
Cuadro 2. Mínimo de mediciones por área	19
Cuadro 3. Relación entre índice UV, SED/Y y MED/H	25
Cuadro 4. Fototipo de piel y la energía necesaria para producirle eritema	26
Cuadro 5. Codificación de la cartilla colores con la Escala de Fitzpatrick	27
Cuadro 6. Objetivos y variables.....	30
Cuadro 7. Datos de medición de ruido basado en función	33
Cuadro 8. Mediciones de iluminancia en el primer piso.	37
Cuadro 9. Mediciones de iluminancia en el segundo piso.....	37
Cuadro 10. Luminancia promedio (E) y la luminancia mantenida (E_m).....	38
Cuadro 11. Identificación de fototipo de piel	42
Cuadro 12. Promedios del índice ultravioleta octubre 2018-2019.....	43
Cuadro 13. Tiempos máximos de exposición en minutos según el fototipo de los colaboradores.....	44
Cuadro 14. Niveles MED por mes y el fototipo de piel de los colaboradores	45
Cuadro 15. Niveles SED por mes y el fototipo de piel de los colaboradores.....	45
Cuadro 16. Nivel de presión sonora diario ponderado A, LEX,8h	69
Cuadro 17. Valores de incertidumbre y contribución de la incertidumbre	70
Cuadro 18. Incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida para el primer piso.....	71
Cuadro 19. Incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida para el segundo piso	71
Cuadro 20. Promedios del Índice Ultravioleta octubre 2017-2019	72

Índice de Figuras

Figura 1. Curvas de rango de ruido.....	17
Figura 2. Nueva clasificación del IUV para Costa Rica	23
Figura 3. Cartilla de identificación del fototipo de piel según la escala de Fitzpatrick	26
Figura 4. Curvas de rango de ruido por función	34
Figura 5. Distribución de los puntos muestrales de iluminación	36
Figura 7. Condiciones de las luminarias del plantel	39
Figura 8. Deslumbramiento por luz natural en las mañanas de la época seca	40
Figura 9. Promedio del índice ultravioleta octubre 2018-2019	43
Figura 10. Aplicación del software DIALux® en el primer piso del ARS Alajuelita .	49
Figura 11. Aplicación del software DIALux® en el segundo piso del ARS Alajuelita	49
Figura 12. Resultado de la simulación de la iluminación en el primer piso	51
Figura 13. Resultado de la simulación de la iluminación en el segundo piso.....	52
Figura 14. Promedios del índice ultravioleta octubre 2017-2019.....	73

1. Introducción

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial, la población económicamente activa “pasa más de un tercio de su tiempo en sus espacios laborales, y se reconoce que las buenas condiciones de trabajo pueden proporcionar protección y posición social, oportunidades de desarrollo personal, y protección contra riesgos físicos y psicosociales”. (OMS, 2017)

Lamentablemente, en muchos países no existen (o son llevados de forma incompleta) mecanismos de aplicación de las normas sobre salud y seguridad ocupacionales, “lo que repercute en que la presencia de los agentes de riesgo laboral siga provocando alta incidencia en enfermedades ocupacionales. (OMS, 2017)”

En el informe “Protección de la salud de los trabajadores”, la OMS reporta una considerable carga de morbilidad crónica derivada de situaciones laborales: *“37% de todos los casos de dorsalgia; 16% de pérdida de audición; 13% de enfermedad pulmonar obstructiva crónica; 11% de asma; 8% de traumatismos; 9% de cáncer de pulmón; 2% de leucemia; y 8% de depresión; y 12,2 millones de personas, mayormente de países en desarrollo, mueren en edad laboral a causa de enfermedades no transmisibles”*(OMS, 2017).

Para el caso costarricense, para el año 2017 el Consejo de Salud Ocupacional (CSO, 2017) señala que “desde el 2014 se ha mantenido una tendencia al alza en el número de accidentes laborales, aproximadamente aumenta entre 5000 a 6000 casos por año, siendo dividido por actividad económica, el sector público (especialmente en instituciones de salud y municipalidades) ocupan el tercer puesto, después de la Agricultura y la Construcción”.

Estos dos últimos, con mayor cantidad de población y posibilidad de contar con oficinas o departamentos de salud ocupacional acorde al artículo 7 del Reglamento de Comisiones y Oficinas o Departamentos de Salud Ocupacional (Decreto N°

39408-MTSS, 2016), no así las oficinas descentralizadas del sector público que muchas veces no superan las 10 personas, mínimo para formalizar una Comisión de Salud Ocupacional, acorde al artículo 3 del mismo decreto.

Por lo tanto, en aras de prevenir el deterioro en la calidad de vida de la población laboral en el sector público, mejorar los procesos productivos y disminuir el ausentismo laboral, es necesario centrar esfuerzos en el análisis de la exposición a los agentes de riesgo para prevenir sus efectos.

Una entidad pública que posee una condición estratégica como responsable de la administración de la salud pública, es el Ministerio de Salud, cuyo objetivo es ser la “*institución garante y tutelar de la salud*” (Ministerio de Salud, 2018), por lo que es una inversión con doble rédito gestionar la seguridad y salud ocupacional en el espacio laboral de este Ministerio, ya que los trabajadores del nivel operativo del Ministerio de Salud son la primera línea de la aplicación de políticas de salud de todo el país, y se requiere gestionar adecuadamente los riesgos físicos a los que están expuestos.

1.1. Identificación del lugar

El lugar de intervención de la presente investigación es el Área Rectora de Salud (ARS) de Alajuelita, la cual es una de las 82 Áreas Rectoras del Ministerio de Salud y cuenta con un total de 11 personas laborando para esta Área.

Está ubicada 50 metros al este del parque central de Alajuelita, frente a la Avenida central, costado Norte de la Iglesia Católica.

Como Área Rectora de Salud (ARS) del Ministerio de Salud, ARS-Alajuelita poseen los procesos de Dirección de la Salud, Atención al Cliente, Regulación de la Salud, Vigilancia Epidemiológica, Promoción de la Salud y Soporte, laborando un total de 11 personas; equipo encargado de la rectoría de la salud del cantón de Alajuelita (ver anexo 7.1).

Como situación singular en esta ARS, el edificio es compartido con Funcionarios del primer nivel de salud de la Caja Costarricense de Seguro Social, por lo que las oficinas del ARS Alajuelita están distribuidas en dos pisos (ver anexos 7.2 y 7.3).

1.2. Antecedentes

La fase operativa del Ministerio de Salud está compuesta por 82 Áreas Rectoras de Salud que abarcan todo el territorio nacional, y aunque la división de labores en cada área es semejante, las condiciones laborales varían en muchos aspectos, correspondiendo a las necesidades de cada una de las zonas a las que se les brinda el servicio.

El Ministerio de Salud (2019) se ha reestructurado por medio del proyecto “Desarrollo Organizacional”, resultando en la ejecución en la actual configuración de Áreas Rectoras de Salud como la fracción operativa, con los procesos de Dirección, Atención al Cliente, Regulación de la Salud, Vigilancia Epidemiológica, Promoción de la Salud y Soporte (transporte y misceláneos).

El ARS-Alajuelita cuenta con dichos procesos, pero además, posee una característica única que influye en la presencia de los Agentes Físicos como elementos de riesgo ante la exposición laboral, ya que el espacio físico es compartido con la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y sus servicios de atención médica del primer nivel de salud, entre los que se encuentran 8 Equipos Básicos de Atención en Salud (EBAIS), un servicio de farmacia y 3 consultorios de odontología, en el plantel conocido como “Clínica Antigua”.

1.3. Descripción del problema

Los agentes físicos como elementos de riesgo laboral se definen como toda manifestación de la energía presente en el espacio laboral que pueden producir efectos nocivos en la salud de la población ocupacionalmente expuesta (Henao, 2007), siendo estos tan diversos como las mismas expresiones de la energía.

De los efectos de las manifestaciones físicas de la energía, por ejemplo, Jaramillo y Luna mencionado en Morales et al, estiman que a nivel mundial, *“un tercio de la población padece algún grado de sordera o pérdida auditiva causada por la exposición a sonidos de alta intensidad”* (Morales et al , 2019), así también, una deficiente iluminación está relacionada a la fatiga visual, muscular y la tasa de accidentalidad (Morales et al, 2019) y, aunque se ha reconocido un efecto positivo de la luz ultravioleta del Sol en la producción de vitamina D en la piel, son más conocidos sus efectos perjudiciales, por ejemplo en el envejecimiento de la piel y cáncer de piel por sobreexposición (Henao, 2007).

A nivel costarricense, la Caja Costarricense de Seguro Social por medio del programa “Fortalecimiento de la atención integral del cáncer en la red-CCSS” reportó que para el año 1991 se presentaron 141 casos por cada 100mil habitantes y para el año 2010 se reportaron 233 casos por cada 100mil habitantes, es decir, hubo un aumento del 65% de la incidencia de este padecimiento (CCSS, 2013), por otra parte, Madriz (Madriz, 2000) indica que los problemas auditivos constituyen una baja prioridad en los sistemas nacionales de salud de América Latina (Costa Rica incluido), los recursos materiales y humanos son limitados, los servicios audiológicos son escasos y la tecnología continua siendo muy cara para las posibilidades regionales, por lo que existe escases de datos para advertir el impacto del riesgo de ruido en la sociedad costarricense; de igual forma con la correlación dadas por las deficiencias en iluminación en los espacios de trabajo.

Para el caso del personal del ARS – Alajuelita, existen todos los elementos para la exposición a estos tres agentes físicos y sus posibles consecuencias negativas en la salud laboral de los colaboradores, ya que entre sus labores se encuentran inspecciones a la intemperie (exposición a radiación ultravioleta de origen solar), así como el desarrollo de labores de oficina en ambiente de trabajo con presencia de ruido y la deficiente calidad de iluminación en las instalaciones; de las cuales, se desconocen los su valores.

1.4. Justificación

El Código de trabajo (Ley N° 2, 1943 y sus reformas) de Costa Rica, en su artículo 288, indica:

“En cada centro de trabajo, donde se ocupen diez o más trabajadores, se establecerán las comisiones de salud ocupacional (...) y tendrán como finalidad específica investigar las causas de los riesgos del trabajo, determinar las medidas para prevenirlos y vigilar para que, en el centro de trabajo, se cumplan las disposiciones de salud ocupacional.”

Así, además se estipula en el Reglamento de Comisiones y Oficinas o Departamentos de Salud Ocupacional (Decreto N° 39408-MTSS, 2016), en su artículo 3 establece:

“(...) En caso de que una empresa o institución tenga varios centros de trabajo, se deben conformar comisiones en forma independiente para cada uno de esos centros.”

Con estas características cumple el Ministerio y sus oficinas operativas locales: las Áreas Rectoras de Salud.

Ajustado a esto, y dentro del Marco Estratégico y política institucional, el Ministerio de Salud en el Acta de Sesión Ordinaria N° 002-2017 del lunes 23 de enero del 2017, numeral 3, indica que la institución *“promoverá acciones que faciliten el desarrollo de prácticas saludables y de salud ocupacional en procura de una mejor calidad de vida de los funcionarios.”* (Ministerio de Salud, 2019).

Sin embargo, la Directora del Área, Doctora Yalile Contreras Jiménez, reportó por medio de comunicación personal, que se carecen de estudios de riesgo de exposición laboral a los agentes físicos en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita, y aunque existan políticas en la institución, estas son a nivel macro, es decir, abarcan a toda la institución y se solicita a cada una de las Áreas realizar labores para procurar dicha política, como lo indica la legislación, por medio de una comisión de colaboradores.

En esta comisión, aunado a la de recargo que esta función, se carece de disponibilidad de tiempo de los colaboradores para cumplir con la misma, por lo que se adolece de seguimiento, datos y registros periódicos sobre la exposición a agentes físicos, lo que impide encauzar las posibles mejoras que el centro de trabajo requiera.

Sobre los efectos no auditivos del ruido es, es importante señalar lo indicado por Grass, et al. (2017) sobre la exposición a este agente físico, entre los que se encuentran la incomodidad, el malestar gástrico y afectaciones en el comportamiento, repercutiendo en desgaste y cansancio en el trabajador, y por lo tanto en la calidad de la labor desempeñada.

Si la exposición a este agente es incrementada en intensidad, o prolongada durante el periodo laboral, los efectos fisiológicos serán más notorios, como el incremento de la presión arterial, y la pérdida paulatina e irreparable de la audición. (Grass, et al., 2017)

Caso semejante es el resultado del cansancio y el bajo rendimiento reportado por Ramírez y Piderit (2017) debido a una deficiente iluminación, destellos molestos, o el incremento de accidentes laborales y errores de producción asociadas a un deficiente sistema de iluminación, así como condiciones físicas de la infraestructura que repercuten en dicho ambiente lumínico.

Y por último, pero no menos importante, la exposición a la radiación ultravioleta de origen solar, la cual, como mencionan Mejía (Mejía, et al. 2018), es una fuente conocida de cáncer de piel, así como lo menciona Sierra, los fotones de radiación ultravioleta producen especies reactivas del oxígeno, que son fototóxicas para la piel, produciendo edemas, enrojecimiento, inflamación de la piel (Sierra, 2016).

Es importante señalar que en el ARS-Alajuelita, existe un caso reportado de una persona que laboró en esta Área, por durante 30 años (actualmente goza de su pensión), la cual tuvo que ser reubicada de puesto, pasando de visitas de campo hacia un puesto de oficina, ya que fue diagnosticada con *Carcinoma Basocelular*.

Esta enfermedad, como mencionan Pfeiffer, et al. (2015) es causada magnificada por la exposición a radiación solar. (Pfeiffer, et al., 2015)

Ante la ausencia de valorización de exposición y el historial reportado, se hace necesario poseer estos datos para proponer medidas de control para prevenir y mejorar la calidad de vida de los colaboradores del ARS-Alajuelita

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer controles sobre la exposición ocupacional a ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar para el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita

1.5.2. Objetivos específicos

-Caracterizar las exposiciones ocupacionales a riesgos físicos de ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita

-Evaluar los agentes físicos de ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita

-Diseñar controles técnicos y administrativos de para los riesgos físicos de ruido, Iluminación y radiación ultravioleta de origen solar que sobrepasen los límites recomendables de exposición laboral el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita.

2. Marco conceptual

Los agentes físicos son definidos por Gómez y Gómez. (2017) como “aquellas manifestaciones de los elementos energéticos agresivos presentes en el medio, generados por fuentes concretas” (p 14), entre los que se pueden encontrar ruido, iluminación y radiaciones, las cuales se pueden dividir en ionizantes y no ionizantes, y de entre esta última, se encuentra la radiación ultravioleta de origen solar.

2.1 Ruido

Se define ruido “como sonido o sonidos que a cierta amplitud causan molestias o interferencia en la comunicación. Dice que una persona joven y saludable puede escuchar sonidos en un rango de 16 a 20,000 Hz” (Bridger, 2013, citado en Salazar, 2016), por lo que se le considera a esta manifestación de energía como una forma de energía mecánica, y al oído como el órgano receptor periférico que tiene la capacidad de recibir dicha energía y transformarla en impulsos eléctricos.

El sonido tiene una presencia directa en toda actividad del ser humano, pero se convierte en ruido cuando este es inarticulado, indeseado, sin ritmo ni armonía, (Garbin y Garbin 2006), y como indica Salazar (2016), es contaminante acústico cuando “*la intensidad es mayor a 85 dB(A) y su frecuencia oscila entre 1000 a 3000 hz.*” (p. 33).

Debajo de esos niveles, la OMS (citado en Salazar 2016) identifica los efectos del ruido sobre el sueño son a partir de los 30 dB; interferencias en la comunicación oral por encima de los 40 dB; pérdida del oído a largo plazo a los 75 dB y entre 110 a 140 dB se presenta el umbral de dolor, sus efectos en la salud son acumulativos e irreversibles.

Maqueda, et al. (2010) afirman la relación entre exposición a ruido y alteraciones hormonales y desequilibrios en el sistema endocrino e inmune, los cuales “*están mediados por una reacción de estrés como respuesta a la contaminación acústica, como lo haría ante cualquier agresión de tipo físico o psíquico. La exposición a ruido*

de forma prolongada aumenta los niveles de cortisol produciendo un número de efectos que desequilibran la balanza hormonal pudiendo causar alteraciones de tipo respiratorio, con aumento de la frecuencia respiratoria, alteraciones digestivas, con aumento de la acidez gástrica e incremento de la incidencia de las úlceras gastroduodenales y alteraciones cardiovasculares.” (p. 8)

El mismo estudio, Maqueda, et al (2010) indican que *“los trabajadores expuestos a ruido ocupacional tienen un riesgo 3 veces mayor de sufrir accidentes de trabajo. (...) han verificado esta asociación con niveles de exposición alrededor de 82 dB(A)”* (p. 8).

En Costa Rica, la regulación sobre la exposición a ruido en los lugares de trabajo viene dada por el Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (Decreto N° 10541-TSS, 1979), donde en el artículo 7, establece como límite 90 dB (A) para lugares de trabajo con presencia de ruidos intermitentes o de impacto, mientras que para aquellos trabajos con exposición a ruidos continuos no se podrá exceder los 85 dB (A).

2.1.1. Elementos del ruido

Las variables físicas más importantes del ruido son el Nivel de presión sonora Ponderada y Nivel de exposición al ruido ponderado “A” normalizado a una jornada laboral.

Ambas utilizan el decibel o decibelio (dB) como unidad, ya que es particularmente adecuado para representar intensidades de sonido, ya que el oído tiene una gama dinámica de casi 12 órdenes de magnitud (10^{12}).

2.1.1.1. Nivel de Presión Sonora Ponderada en el tiempo ($L_{p,A,T}$)

Acorde a la norma INTE/ISO 9612:2016 (2016), el Nivel de Presión sonora Ponderada ($L_{p,A,T}$) es Diez veces el logaritmo decimal del cociente del promedio

temporal entre el cuadrado de la presión sonora ponderada A, p_A , durante un intervalo de tiempo indicado de duración T (comenzando en t_1 y finalizando en t_2), y el cuadrado de un valor de referencia, p_0 , expresado en decibelios, como se muestra en la ecuación 1.

Nivel de Presión Sonora Ponderada en el tiempo

$$L_{p,A,T} = L_{p,A,eqT} = 10 \log \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2 t(dt)}{p_0^2} \right] \text{dB} \quad (1)$$

Donde:

$L_{p,A,eqT}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para Te

p_A es la presión sonora

p_0 es la presión de referencia equivalente a 20 micro Pascales (20 μPa).

2.1.1.2. Nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada laboral de 8 h; nivel de exposición diario al ruido, $L_{EX,8h}$

Nivel de exposición al ruido ponderado A

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT} + 10 \log \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \text{dB} \quad (2)$$

Donde:

L_{p,A,eqT_e} es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para T_e

T_e es la duración efectiva, en horas, de la jornada laboral;

T_0 es la duración de referencia, $T_0 = 8 \text{ h}$.

2.1.2. Acondicionamiento acústico

Existen niveles sonoros que no llegan a producir un daño físico para los seres humanos pero si una sensación de malestar y disconfort en el ambiente laboral (afectación en la concentración, memorización, cansancio y productividad), por lo

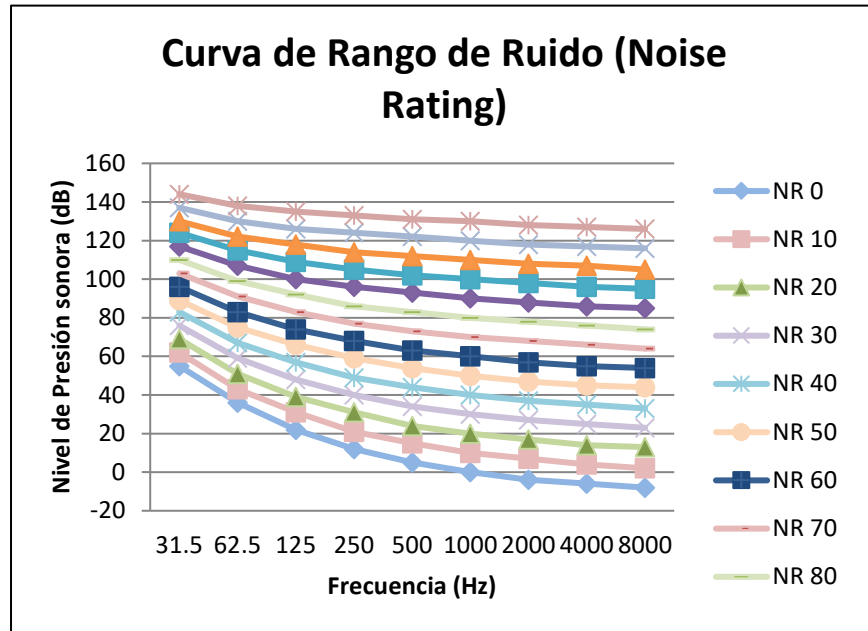
que su presencia debe ser analizada y controlada de ser requerido, a fin de mantener un ambiente laboral sano.

La OMS determina estos niveles bajo los Índices Acústicos, definidos como los límites aceptables de confort acústico en diferentes espacios en los que existen unos niveles de ruido de fondo estables, ya que a partir de 35 dB(A) puede aparecer la sensación de malestar (Berglund et al., 1999).

La Organización Internacional de Estandarización, con la ISO 1996-1:2003 estableció las Curvas de Rango de Ruido (NOISE RATING (NR) CURVE) para determinar el ambiente interior aceptable para la preservación del oído, la inteligibilidad de la palabra para la comunicación hablada y el ruido. Los gráficos de la clasificación de las curvas NR para diferentes niveles de presión sonora se trazan a niveles de presión de sonido aceptables en diferentes frecuencias, obteniendo diversas curvas para cada tipo de uso.

Cada curva se obtiene por medio de un número NR, el cual tiene como variables, las frecuencias de la banda y el nivel de presión sonora, como se muestran en la figura 1.

Figura 1. Curvas de rango de ruido



Fuente: ISO 1996-1:2003

Una vez determinadas estas curvas NR, la organización internacional de estandarización normalizó los niveles esperados para distintos usos, como se observa en el cuadro1.

Cuadro1. Niveles de las curvas NR en los espacios de aplicación

Máximo sonido curva NR	Aplicación
NR 25	Salas de concierto de grabación y difusión, iglesias.
NR 30	Viviendas privadas, hospitales, teatros, cines, salas de conferencias
NR 35	Bibliotecas, museos, juzgados, colegios, hospitales, teatros, salas de operaciones, pisos, hoteles, oficinas.
NR 40	Pasillos, zonas comunes, vestuarios, restaurantes, salas de noche, servicios, tiendas.
NR 45	Grandes almacenes, supermercados, cantinas, oficinas grandes.
NR 50	Oficinas con máquina ligera.
NR 60	Fábricas e industria ligera.
NR 70	Fundiciones, industria pesada.

Fuente: ISO 1996-1:2003

2.2 Iluminación

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica define la iluminación como la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa que llega en determinado tiempo sobre una superficie, y define al sistema de iluminación como el conjunto de luminarias de un área o plano de trabajo que se distribuyen de tal manera que se proporcione un nivel de iluminancia específico para la realización de las tareas visuales (Norma INTE 31-08-06:2014, Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2014).

Para el ser humano, el rango de luz visible, se encuentra entre los 380 y 760 nanómetros, (Harvey y Sloan, 2016), esto permitir visualizar las cosas dentro de un contexto espacial, y en espacio laborales, facilita al trabajador poder realizar su labor en condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

Obregón (2018) señala que *“si bien, el ser humano tiene una gran capacidad para adaptarse a las diferentes calidades lumínicas, una deficiencia en la misma puede producir efectos nocivos”* (p. 227), entre los que destacan un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento, un incremento en los errores, la posibilidad de ocasionar accidentes debido a distracciones (en campo visual y el periférico), dar un aspecto falso y potencialmente perjudicial a los objetos con iluminación que altere la percepción.

2.2.1. Elementos de la iluminación

Acorde a la Norma INTE/ISO 8995-1:2016 (2016), existen valores específicos de iluminación para los lugares de trabajo en interiores para el desempeño eficiente las tareas visuales, con comodidad y seguridad a través del período completo de trabajo.

Dos de los elementos más importantes para considerar la calidad de la iluminación se encuentran la iluminación (media y mantenida) y el deslumbramiento.

2.2.1.1. Iluminancia mantenida

Como lo indica la norma INTE/ISO 8995-1:2016 (2016), la iluminancia es la cantidad de luz que llega a un puesto de trabajo o a una superficie. Su distribución sobre las áreas de las tareas y el área circundante tienen un impacto principal en que tan rápido, seguro y confortable una persona percibe y ejecuta la tarea visual.

La unidad de iluminancia es la relación entre el flujo luminoso (lúmenes), que se reciben en una determinada superficie por metro cuadrado, conocido como lux.

La iluminancia promedio (\bar{E}) por lo tanto es el promedio de flujos luminosos que se reciben en un área horizontal especificada, esta se puede comparar con la luminancia horizontal mantenida (E_m), la cual es el límite inferior admitido de iluminancia media en un área especificada en la normativa en mención.

Para identificar la iluminancia promedio, Kruisselbrink, Dangol y Rosemann (2018) señalan la metodología de cuadrícula, la cual corresponde a la iluminancia promedio (\bar{E}) entre la cantidad de muestras (n) obtenidas, la cual están en función del valor del índice del local (K), como se muestra en el cuadro 2

Cuadro 2. Mínimo de mediciones por área

Índice de cuarto	mínimo de medidas por área
$K < 1$	$n = 9$
$1 < k < 2$	$n = 16$
$2 < k < 3$	$n = 25$
$k > 3$	$n = 36$

Fuente: Kruisselbrink, Dangol y Rosemann (2018)

El número mínimo de áreas para mediciones se calcula produciendo un índice de habitación a partir de la siguiente ecuación:

Valor del Índice del local K

$$K = \frac{A * L}{hL * (A + L)} \quad (3)$$

Donde:

k es el índice de la habitación.

L es la longitud de la habitación a medir.

A es el ancho de la habitación a medir

hL es la altura de las lámparas sobre la superficie de trabajo (0,85 m sobre el nivel del piso).

Una vez obtenidos los puntos de medición, se mide la iluminación en cada uno de los puntos para obtener la Iluminación media (E_M), valor que se obtiene con la siguiente ecuación:

Valor de iluminación media (E_M)

$$E_M = \frac{\sum m}{n} \quad (4)$$

Donde:

m son los valores medidos en el espacio

n es el número de muestras.

Una vez obtenido el valor de la Iluminancia Media, este se compara con los valores propuestos por la norma INTE/ISO 8995-1:2016.

2.2.1.2. Deslumbramiento

El deslumbramiento es la incidencia directa de los rayos luminosos de forma horizontal (o próxima a la línea horizontal del espectador). Se presenta ya sea que los elementos luminosos exceden la iluminancia de fondo o que existan superficies

pulidas que reflejen los rayos luminosos (Peñahora, 2016. p36), por sus características se pueden dividir en deslumbramiento perturbador y molesto.

2.2.1.2.1. Deslumbramiento perturbador

Tiene lugar habitualmente cuando *“una fuente de alta luminancia se percibe en las proximidades de la línea de visión”* (Peñahora, 2016. p18). En este tipo de deslumbramiento, la fisiología del ojo permite la adaptación paulatina

2.2.1.2.2. Deslumbramiento molesto

“El deslumbramiento molesto se experimenta como una sensación de discomfort que tiende a ir aumentando con el tiempo y causa fatiga visual.” (Peñahora, 2016. p18) y es causada por fuentes luminosas situadas dentro del campo visual.

2.3 Radiación ultravioleta de origen solar

El espectro de radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede caracterizar por la longitud de onda, que comprenden la radiación ultravioleta (de 100 a 400 nanómetros), la radiación de luz visible (400 a 700 nanómetros) y la radiación infrarroja y de microondas (700 a escasos centímetros) (Cortes et al, 2011).

De estas, la radiación ultravioleta como indica Serrano Jareño, citado en Sierra (Sierra, 2016), sobresale el riesgo físico por su alto contenido energético y por su capacidad de afectar a los organismos vivos, y de igual forma que la radiación solar, la radiación ultravioleta se ha dividido en tres rangos correspondientes a su longitud de onda:

- Radiación ultravioleta A (UVA), que comprende entre 315 a 400 nanómetros. Es la menos energética de las tres, pero llega a la superficie terrestre en mayor proporción. Está fuertemente asociada a la afectaciones en salud por su exposición: eritema solar, quemaduras solares, envejecimiento de la piel, melanomas, fotoqueratitis, entre otros (Serrano Jareño, citado en Sierra, 2016).

- Radiación ultravioleta B (UVB), que comprende entre 280 a 315 nanómetros, parte de la cual es absorbida en la atmósfera y alcanza la superficie en menor proporción que UVA, y afecta a la salud de igual forma que la anterior, pero con menores tiempo de exposición.

Radiación ultravioleta C (UVC), entre los 100 a 280 nanómetros. Es la radiación ultravioleta más energética, pero es absorbida en su totalidad por la atmósfera terrestre.

2.3.1. Índice ultravioleta (IUV)

La OMS define el Índice Ultravioleta (IUV) como una unidad de medida de intensidad de la radiación que llega a la superficie terrestre, cuyo valor se puede correlacionar más fácilmente con las probabilidades de daños a la salud (OMS, 2003).

El índice ultravioleta UVI ha sido formulado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y determina los nivel de radiación ultravioleta (UVA y UVB) que inducen reacciones eritemática sobre la piel humana (IMN, 2019). Se trata de un parámetro adimensional que da cuenta de la radiación UV relevante para las personas, su ecuación es dada a continuación:

Índice Ultravioleta

$$IUV = k_{er} \int_{0.28}^{0.4} I(\lambda) \varepsilon_{\lambda} d\lambda \quad (5)$$

Donde:

$I(\lambda)$ es la irradiancia solar espectral ultravioleta expresada en $W/(m^2 \cdot \mu m)$

λ es la longitud de onda

$\varepsilon(\lambda)$ es el espectro de acción eritemática desarrollado por la CIE

K_{er} es una constante igual a $40 m^2/W$.

La integral tiene como límite inferior 290 nm, por debajo del cual toda la radiación es absorbida antes de llegar a la superficie de la Tierra, y el límite superior (400 nm.) constituye la longitud de onda frontera entre el UV-A y el espectro visible (IMN, 2019).

Este índice es dado en Costa Rica como un pronóstico diario calculado y emitido con 24 horas de antelación por parte del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), sobre la cantidad de radiación ultravioleta que recibe la superficie de la Tierra durante la hora de mayor iluminación solar.

En Costa Rica, esta predicción se deriva de la combinación de cinco elementos de latitud, día del año, cantidad total de ozono sobre la zona, elevación sobre el nivel del mar, y cantidad de masa nubosa. (IMN, 2019),

Por la ubicación latitudinal de Costa Rica y las características del fototipo en la población promedio, el IMN recomienda utilizar la escala provista en la figura 2 para la determinación del riesgo a la exposición de radiación UV, según el valor de este índice.

Figura 2. Nueva clasificación del IUV para Costa Rica

Nueva clasificación del IUV para Costa Rica.

1 3 ←→ Exposición mínima	4 5 ←→	6 7 ←→ Exposición moderada	8 10 ←→	11 15 ←→ Exposición muy alta	16 + ←→ Exposición extrema
No requiere protección	Requiere protección		Requiere protección extra		
No existe riesgo en exteriores	Mantenerse bajo la sombra al medio día. Utilizar ropa, sombrero y protector solar.		Evitar los exteriores al medio día. Debe usar ropa, sombrero y protector solar.		

Fuente: IMN, 2019

2.3.2. Dosis eritemática estándar (SED)

El primer efecto a la exposición de la radiación ultravioleta en los seres humanos es un enrojecimiento perceptible en la piel no expuesta previamente a la radiación solar, esta dosis mínima de radiación es denominada Dosis Mínima de Eritema, MED (Minimum Erythermal Dosis) por sus siglas en inglés.(CIE, 2000).

Acorde a Sierra (2016), el uso de la MED plantea inconvenientes al depender de los factores de las características ópticas de la fuente emisora, las características de la piel considerada, la capacidad de bronceado del individuo, las características de la observación y cualquier adaptación previa que el individuo generó de las exposiciones anteriores, razón por la cual la CIE acordó el uso de la Dosis Eritemática Estándar (SED) como la unidad para determinar la exposición a la radiación Ultravioleta Eritemática Activa, con una equivalencia de 100 J/m² de radiación es equivalente a 1 SED.

Incluyendo el factor tiempo, Sierra menciona que “1 en el *Índice UV* (0,025W/m² o 0.025J/sm²) es al menos 1 SED por hora (0,9SED hora), o0.43 MED por hora” (Serrano Jareño, citado en Sierra, 2016).

De esta forma se puede construir el cuadro 3 de equivalencias entre el IUV y las dosificaciones MED y SED.

Cuadro 3. Relación entre índice UV, SED/Y y MED/H

índice UV	W/m ² =(J/m ²)/s	(J/m ²)/h	MED/H	SED/H
0	0,000	0	0	0
1	0,025	90,3	0,43	0,903
2	0,050	180,6	0,86	1,806
3	0,075	270,9	1,29	2,709
4	0,100	361,2	1,72	3,612
5	0,125	449,4	2,14	4,494
6	0,150	539,7	2,57	5,397
7	0,175	630	3	6,3
8	0,200	720,3	3,43	7,203
9	0,225	810,6	3,86	8,106
10	0,250	900,9	4,29	9,009
11	0,275	991,2	4,72	9,912
12	0,300	1081,5	5,15	10,815
13	0,325	1169,7	5,57	11,697
14	0,350	1260	6	12,6
15	0,375	1350,3	6,43	13,503

Fuente: Adaptación de IMN, 2019

2.3.3. Radiación ultravioleta en la piel (Fototipo)

Existe una susceptibilidad natural a la exposición solar por parte de la piel, la cual corresponde al tipo de melanina producida por los melanocitos: melanina (marrón oscuro-negro) y la feomelanina (amarillo-rojo); esta última absorbe los fotones de la radiación ultravioleta y produce especies reactivas del oxígeno, que son fototóxicas. Al contrario, la melanina, absorbe los fotones de radiación ultravioleta al poseer radicales libres en una función foto-protectora de la piel (Sierra, 2016).

Para poder clasificar estas reacciones de la piel se han categorizado diversas escalas. Sin embargo, como lo menciona Insuasti (Insuasti, 2018) una de las escalas más difundidas y aceptadas para determinar la susceptibilidad de la piel a la radiación ultravioleta es la escala de Fitzpatrick, la cual determina el fototipo de piel. Esta a su vez se puede asociar al nivel de energía necesaria para producir eritema, como se relaciona en el cuadro 4.

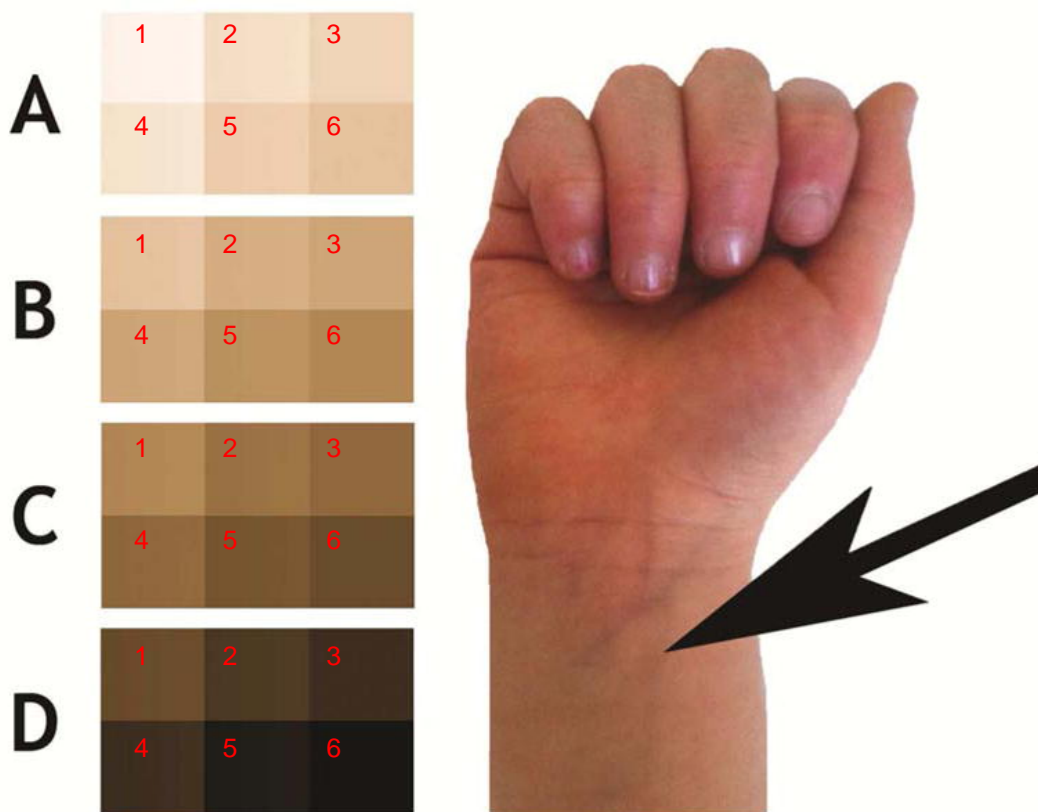
Cuadro 4. Fototipo de piel y la energía necesaria para producirle eritema

Fototipo	Tipo de piel	J/m ²
I	Piel muy clara (extrasensitiva)	168
II	Piel clara (sensitiva)	210
III	Piel morena	262.5
IV	Piel morena oscura (normal)	328.1
V	Piel oscura	410.2
VI	Piel muy oscura (insensitiva)	512.7

Fuente: IMN, 2019

He et al (He et al, 2014), es su estudio “Self-Reported pigmentary phenotypes and race are significant but incomplete predictors of Fitzpatrick skin phototype in an ethnically diverse population” definieron a la tonalidad presente en la muñeca como el punto que caracteriza mejor el fototipo de piel descrito por Fitzpatrick, como se observa en la figura 3.

Figura 3. Cartilla de identificación del fototipo de piel según la escala de Fitzpatrick



Fuente. Adaptado de He et al. (2014)

Esta cartilla identifica las casillas correlacionando las posiciones de cada recuadro con un fototipo de piel de la escala de Fitzpatrick, como se muestra en el cuadro 5

Cuadro 5. Codificación de la cartilla colores con la Escala de Fitzpatrick

Numeración de la Cartilla	Fototipo de piel
A1-A2-A3-A4	I
A5-A6-B1-B2	II
B3-B4-B5-B6	III
C1-C2-C3-C4	IV
C5-C6-D1-D2	V
D3-D4-D5-D6	VI

Fuente. Adaptado de He et al. (2014)

3. Metodología

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio es de corte descriptivo observacional, pues busca la caracterización de la exposición ocupacional a Agentes Físicos de Ruido, Iluminación y Radiación Solar en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita del Ministerio de Salud. También se considera como investigación aplicada pues se busca aprovechar el uso del conocimiento existente en una situación real.

3.2. Población participante

La población participante en el análisis de la Exposición ocupacional a Ruido, Iluminación y Radiación Ultravioleta de Origen Solar es todo el equipo de trabajo del Área Rectora de Salud de Alajuelita, consistente en 11 personas.

3.3. Área de estudio

El área de estudio utilizado como referencia de la investigación para la exposición a radiación solar es el espacio comprendido por el cantón de Alajuelita $9^{\circ}54'10.8''N$ $84^{\circ}06'00.0''O$, con altitudes que varían de 1100 m.s.n.m. a 2428 m.s.n.m. (1130 m.s.n.m. promedio), y una extensión de 21.17 km² (ver anexo 7.1).

3.4. Técnica de recolección de información

Para la recolección de la información se utilizaron con guías de observación cualitativas, encuestas higiénicas y metodología fundamentada en las normas técnicas INTE ISO 9612 2016, INTE ISO 8995-1:2016 e ISO 45001:2018

3.4.1. Estrategia de medición de ruido

La medición de ruido se realiza en base a la norma ISO 9612:2016, utilizando la estrategia de medición basada en función al ser grupos de exposición al ruido homogéneos.

Para la toma de muestras de medición de ruido se utilizó un sonómetro marca Quest modelo SoundPro, categoría tipo 2 con la escala de ponderación A y que además es analizador de banda de octava.

Este equipo permite obtener tanto los Nivel de Presión Sonora ponderado A (L_{EX}), así como los niveles de Presión Sonora en cada una de las bandas de octava, requeridas para obtener las Curvas de Rango de Ruido y determinar así los niveles de confort acústico.

3.4.2. Estrategia de medición de iluminación

Se utilizó la metodología de cuadrantes, el cual consiste en dividir el espacio de trabajo en un número igual de áreas a fin de determinar el índice de habitación para determinar el número de muestras a fin de obtener valores de luminancia media y compararlos, para que esta sea comparada con la normativa de Costa Rica,

correspondiente a la norma INTE /ISO 8995-1:2016. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1. Interiores.

Para la adquisición de datos de iluminación se levantó el diseño arquitectónico de la planta, para identificar el número de muestras, se utilizó la técnica de cuadrilla, la cual fue numerada con el orden de las manecillas del reloj.

Para realizar las mediciones se utilizó luxómetro digital EXTECH modelo EA31, y cuya escala varía en función del nivel de iluminación registrado.

Las mediciones requieren de una duración de un minuto por cada medición para la estabilización de la foto celda del equipo.

3.4.3. Estrategia de análisis de radiación ultravioleta de origen solar

Por las características del trabajo realizado en campo por parte del personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita, se presenta la imposibilidad material de realizar mediciones directas de radiación ultravioleta, por lo que se realizó un análisis basado en el promedio de horas de exposición anual conforme a los horarios de programación de visitas y el tiempo promedio de exposición.

Se identificaron los fototipo de piel de los colaboradores por medio de la cartilla de colores categorizada por los fototipos a nivel de muñeca (He et al, 2014), como se identifica en la figura 3.

Una vez obtenidos los tiempos de exposición, y los fototipos de piel, se procedió a asociarlo con los datos de los promedios de los índices de radiación ultravioleta provistos por el IMN, registrados en sus redes sociales, para determinar las Dosis Eritemática Estándar.

3.5. Definición de variables

Cuadro 6. Objetivos y variables

Objetivo General	Elemento de Análisis	Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumento Herramienta
1. Caracterizar la exposición ocupacional a riesgos físicos de ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita	1.1 Caracterizar el puesto de trabajo	1.1.1. Procesos y funciones desarrolladas en el espacio laboral	Datos generales de las instalaciones, procesos y actividades que se desarrollan	1.1.1.1. Datos de la población laboral	Guía de observación no estructurada.
				1.1.1.2. Tipo de puesto y proceso	
		1.1.2. Caracterización del espacio físico		1.1.1.3. Materiales y planta física	Inspección física del plantel
				1.1.1.4. Distribución de áreas y puestos	
	1.2. Agente Físico Ruido	1.2.1 Caracterización del ruido en los puestos de trabajo	Correlación de las características del puesto en función de la exposición al ruido presente en el espacio laboral	1.2.1.1. Fuentes de ruido	Guía de observación estructurada. Observación estructurada no participativa
				1.2.1.2. Horas de exposición laboral	
	1.3. Agente físico Iluminación	1.3.1. Condiciones de la iluminación de los puestos de trabajo	Correlación de las características del puesto en función de la condiciones de iluminación presente en el espacio laboral	1.3.1.1. Tipo de iluminación	Guía de observación estructurada. Observación estructurada no participativa.
				1.3.1.2. Horas de exposición laboral	
	1.4. Agente físico radiación ultravioleta de origen solar	1.4.1. Caracterización de las condiciones de exposición laborales a radiación solar	Correlación de las características del puesto función de la exposición laborales a radiación solar	1.4.1.1. Niveles promedio de radiación anual	Hojas de cálculo para de datos de índices de radiación ultravioleta
				1.4.1.2. Horas de exposición laboral	

Objetivo General	Elemento de Análisis	Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumento Herramienta
2. Evaluar los agentes físicos de ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita	2.1. Agente Físico Ruido	2.1.1. Exposición laboral al ruido	Información de los niveles de ruido en el espacio laboral	2.1.1.1. Niveles de presión sonora equivalente	Sonómetro de clase II con analizador de banda de octava
				2.1.1.2. Niveles de presión sonora por banda de octava	
				2.1.1.3. Tiempo de exposición al agente físico de ruido	Guía de observación no estructurada sobre tiempos de exposición.
	2.2. Agente físico Iluminación	2.2.1. Niveles de iluminación en el plantel	Información de las condiciones de la iluminación en el espacio laboral	2.2.1.1. Niveles de iluminación	Equipo de medición de iluminación luxómetro
	2.3. Agente físico radiación ultravioleta de origen solar	2.3.1. Exposición laboral a la radiación ultravioleta de origen solar	Información de los niveles de radiación ultravioleta durante la ejecución de las labores	2.3.1.1. Dosis radiación ultravioleta (MED, SED)	Hojas de cálculo sobre Índice ultravioleta y tiempo de exposición
				2.3.1.2. Fototipo de piel	Guía de observación no estructurada.
2.3.1.3. Tiempo de exposición al agente radiación ultravioleta					
3. Proponer controles técnicos y administrativos para los riesgos físicos de ruido, iluminación y radiación ultravioleta de origen solar que sobrepasen los límites recomendables de exposición en el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita	3.1 Datos de exposición laboral al ruido obtenidos	3.1.1. Niveles de presión sonora	Comparación de los niveles registrados con valores legales y normativa técnica	3.1.1.1. Niveles de presión sonora	Revisión y comparación de la Normativa técnica
		3.1.2. Curvas NR		3.1.1.2. Acondicionamiento acústico	
	3.2. Datos de niveles de iluminación en obtenidos	3.2.1. Niveles de Iluminación		3.2.1.1. Factores de Iluminación	Software DIALux [®]
		3.2.2. Factores de deslumbramiento		3.2.1.2. Presencia de deslumbramiento	Guía de observación no estructurada.
	3.3. Datos de exposición a la radiación ultravioleta obtenidos	3.3.1. Dosis Eritémica Estándar (SED)		3.3.1.1. SED/H	Hojas de cálculo para la comparación de datos.

4. Valoración de la exposición a los agentes físicos seleccionados

4.1. Exposición ocupacional al ruido

En las instalaciones se identifica que la principal sala de espera para los usuarios de la clínica es frontal a la ventanilla única de atención al público. Se observa la presencia de fuentes secundarias de ruido como los procesos desarrollados por la clínica (altavoces, llamadas a pacientes) y por último, otras fuentes externas al plantel, que son aleatorias y muy puntuales en tiempo y frecuencia, como por ejemplo, el campanario de la iglesia y el tráfico de la vía pública.

Para la valoración de los niveles de presión sonora (L_{pA}) se utilizó la norma INTE/ISO 9612:2016. Acústica. Determinación de la exposición al ruido ocupacional, seleccionando la estrategia basada en función, ya que existen dos grupos de exposición claramente diferenciados por el espacio físico y cuya exposición es semejante.

Y para los índices acústicos se utilizan las curvas NR (Noise Ratio) de la norma ISO 1996-1:2016, como los criterios para determinar niveles de ruido aceptable en ambientes interiores que brindan tanto una protección a la audición así como la evitación de molestias e interrupción de la comunicación.

Los datos de medición se obtuvieron entre el lunes 3 al 11 de julio del 2019, cuyos resultados principales se observan en la cuadro 7, incluyendo el nivel de presión sonora ponderado A (L_{EX}), por durante 8 horas, con un valor de confianza del 95% (ver anexo 7.4).

Cuadro 7. Datos de medición de ruido basado en función

Función	# de sesión	Frecuencia (Hz)											Leq	LEX,8h
		16	31,5	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k		
1er piso	S216	13,7	29,6	43	44,1	55,8	64,7	64	61,8	56,1	44,6	36,4	69,0	66,3 dB
	S217	29,5	32,3	41,1	47,4	55,7	64,9	60,4	58,3	55	55,4	55,3	67,5	
	S220	28,7	32,5	38,5	46,2	56,3	64,2	62,3	59,2	54,6	55	54,1	67,7	
	S223	28,8	31,5	34,6	42,3	52,4	57	54,6	54,4	53	55,3	53,4	61,5	
	S228	28,5	32,1	37,6	44,8	54,7	62,6	60,7	56,4	53,6	55,1	45,1	66,0	
	S229	30,1	33	41,1	45,7	53,5	61,5	61,1	59,6	54,7	55,5	55,3	66,2	
2do piso	S219	30,2	31,4	37,3	46,8	50	57,2	55,1	55	53	55,3	54,3	61,6	61,2 dB
	S221	28,8	31,5	38,4	40,9	50,8	58,6	56,4	53,9	53	55,3	53,6	62,3	
	S222	29,1	31,9	38,6	43,8	50,6	57	55,5	56,8	53,7	55,3	55,2	62,1	
	S227	29,3	31,4	36,9	41,7	48,4	51,8	50,9	50,7	52,4	54,8	42,1	57,9	
	S230	29	31,3	39	46,7	52,8	59,4	57,2	55,5	54,2	55,3	55,2	63,4	

Fuente. Elaboración propia

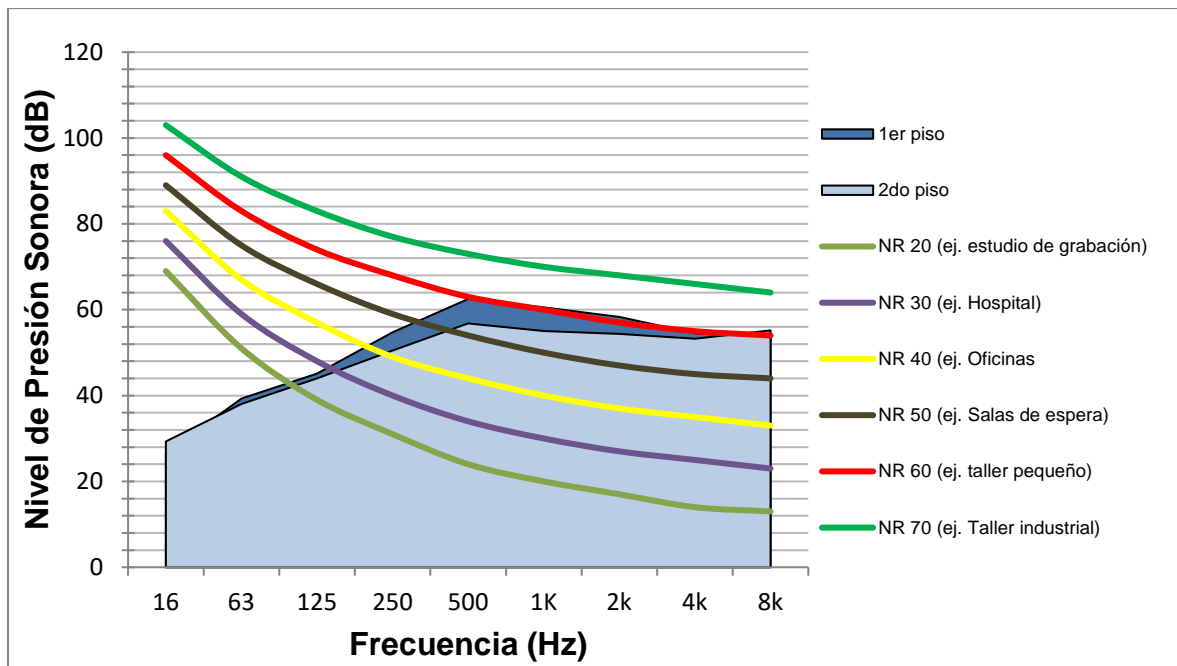
Con los valores registrados se identifica que el personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita que labora en el primer piso están sometidos a un nivel de exposición al ruido diario de **66.3 dB(A)**, con la incertidumbre expandida asociada de **4.32 dB** para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% ($k = 1,65$).

Por otra parte, personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita que labora en el segundo piso están sometidos a un nivel de exposición al ruido diario de **61.2 dB(A)**, con la incertidumbre expandida asociada de **3.96 dB** para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% ($k = 1,65$).

4.1.1. Evaluación del acondicionamiento acústico

Con los datos de frecuencia obtenidos en cada una de las mediciones, se procedió a ajustar el promedio de las mismas en la gráfica de curvas NR presente en la de la norma ISO 1996-1:2016 como se observa en las figura 4.

Figura 4. Curvas de rango de ruido por función



Fuente: Elaboración propia

Como se identifican en estos gráficos, los valores de la NR para el primer piso es de **61.1**, y para el segundo piso es de **59.5**, ambos valores se acercan, acorde a la norma ISO 1996-1:2016, a valores esperados en talleres de ingeniería ligeros, y por el contrario, espacios donde se atiende al público u oficinas de uso general se esperan valores de una NR 45.

4.2 Exposición ocupacional a las condiciones de Iluminación

En la búsqueda de información sobre el plantel, se identifica la carencia de planos arquitectónicos del edificio, por lo que, como un resultado paralelo a la presente investigación, y por las herramientas a utilizar en la investigación de iluminación, se tuvo que levantar el plano arquitectónico presentes en los anexos 7.2 y 7.3 del presente documento.

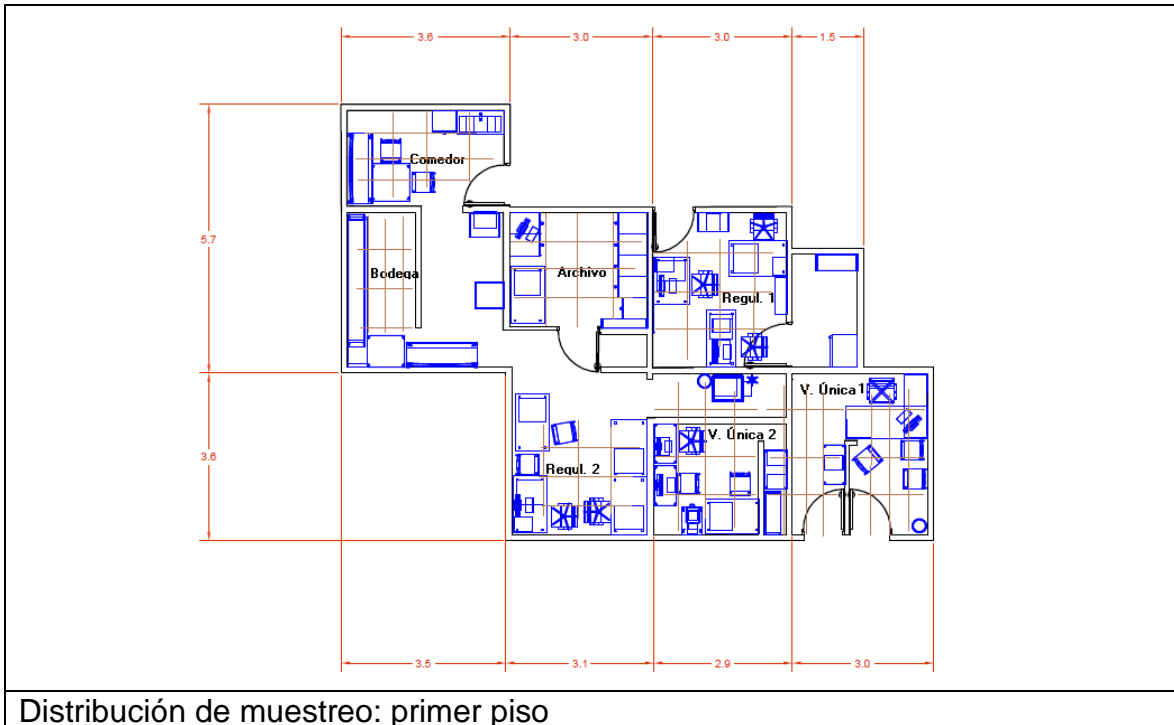
En el recorrido, la instalación lumínica presenta grandes problemas de mantenimiento, se identificaron iluminarias sin funcionamiento, lámparas con el cobertor oscurecido, deficiencias en funcionamiento y mezclas de luminarias; además, existen espacios que presentan las condiciones de deslumbramiento

Basado en la dimensión de cada espacio laboral determinado por el uso en cada oficina, se procedió a determinar el “índice de habitación”.

Al existir estructuras en “L”, ángulos o espacios reducidos, se procedió a registrar el índice de habitación individualmente, cuando este no alteraba la iluminación en las salas de alrededor.

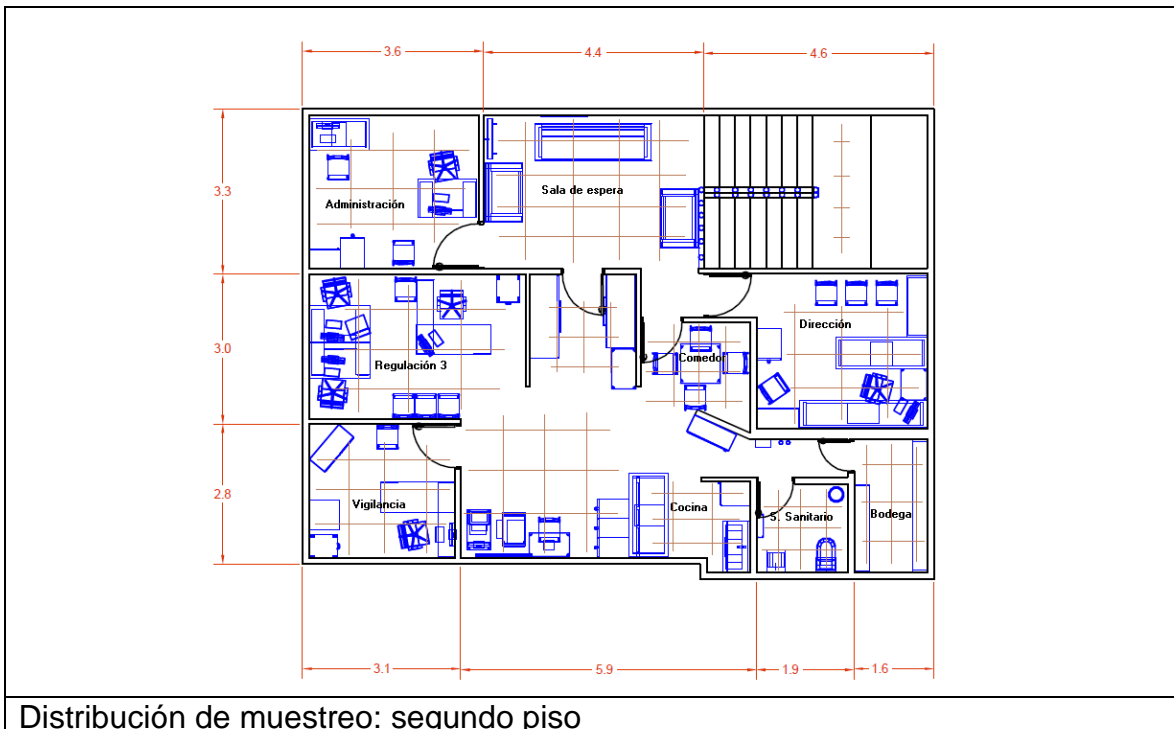
Los cálculos de los índices de habitación k no superan el valor de 1 (a excepción de la sala de espera del segundo piso, en que se determinaron 16 puntos de muestreo), por lo que se requieren de al menos 9 muestras en cada habitación, como se muestran en las siguientes figuras:

Figura 5. Distribución de los puntos muestrales de iluminación



Distribución de muestreo: primer piso

Fuente. Elaboración propia



Distribución de muestreo: segundo piso

Fuente. Elaboración propia

4.2.1. Niveles de iluminación

Los resultados de las mediciones se observan en los cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. Mediciones de iluminancia en el primer piso.

Lugar	Valor Lux en Punto de muestreo									Promedio \bar{E} (lux)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
V. Única 1	201,6	215,9	218,3	153,3	186,6	197,3	176	189	190	192,0
pasillo	190,9	195,9	202,3	88,7	80,6	90,2	81,6	86,1	100,5	124,1
V. Única 2	152,3	148,3	155,4	139,1	124,8	123,5	120,5	123,4	136,9	136,0
Regulación 1	226,8	249,8	268,7	245,2	234	227,7	215,8	210,7	230,7	234,4
Regulación 2	203	210,5	190	156,9	137,2	146,9	155,9	169,9	177,8	172,0
Archivo	156,3	140,6	134,1	130,3	120,8	129,6	124,3	131,3	149,3	135,2
Bodega	186,3	196	179,6	196,2	187,6	198,6	186,9	193,7	190,1	190,6
Comedor	790,5	783,2	785,5	620,5	590,5	580,3	650,9	680,3	645,5	680,8

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 9. Mediciones de iluminancia en el segundo piso.

Lugar	Valor Lux en Punto de muestreo									Promedio \bar{E} (lux)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Dirección	666,8	766,6	818,2	532	173,7	149,3	123,3	441,5	560,3	470,2
Sala de espera	198,3	201,8	269,6	395,1	305,2	267,8	195,5	180,6	178,9	233,2
	181,2	182,6	196,5	193,6	309,36	278,9	195,5			
Administración	429,6	307	201	200,8	198,6	274,6	324	249	305,6	276,7
Regulación 3	658	276	129,6	276,6	158,6	350,3	898,7	724,6	490,8	440,4
Vigilancia	98,6	200,1	250,6	276	289,8	179,5	93,2	102,2	180,9	185,7
Comedor	190,2	189,5	193,3	170,5	196	186,9	156,7	186,7	209,7	186,6
Cocina	180,2	125,5	703,3	406,6	849,6	703,3				494,8
S. Sanitario	293,5	245,9	196,1	494,3	360,5	320,1	197,5	397,5	540,7	338,5
Bodega	78,6	67,7	76,6	105,6	567,5	320,1	87,9	69,7	102,9	164,1
Entrada	163,4	159,8	182	172,6	183,1	168,4	148,4	167,2	195,2	171,1
Impresora	92,4	97,5	107,5	197,2	331	355,3	343,4	163,6	178,3	207,4
Descanso Gradas	1791	1869,8	1950	1876						1871,6

Fuente. Elaboración propia

Con estos valores de iluminancia media, se proceden a comparar con los valores expuestos en el listado de especificación de la iluminancia mantenida, considerando adecuados aquellos valores que sean iguales o superiores a lo normado.

La selección de la tarea en cada una de las salas presentes en el ARS Alajuelita corresponde a la labor principal desarrollado en cada espacio, y su comparativo son los valores de iluminancia mantenida reportados en la norma como los correspondientes a interiores (aéreas), tareas o actividades expuestas; como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Luminancia promedio (\bar{E}) y la luminancia mantenida (E_m)

	Lugar	Promedio \bar{E} (lux)	INTE/ISO 8995-1: 2016		Valoración
			Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	
Primer Piso	Ventanilla Única 1	192	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Pasillo	124,1	Archivado, copiado, circulación, entre otros	300	requiere mejora
	Ventanilla Única 2	136	Archivado, copiado, circulación, entre otros.	300	requiere mejora
	Regulación 1	234,4	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Regulación 2	172	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Archivo	135,2	Lugar de archivos	200	requiere mejora
	Bodega	190,6	Archivado, copiado, circulación, entre otros.	300	requiere mejora
	Comedor	680,8	Comedores	200	adecuado
Segundo Piso	Dirección	470,2	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Sala de espera	233,2	Salas de estar	200	adecuado
	Administración	276,7	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Regulación 3	440,4	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Vigilancia	185,7	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	requiere mejora
	Comedor	186,6	Comedores	200	requiere mejora
	Cocina	494,8	Comedores	200	adecuado
	S. Sanitario	338,5	Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	adecuado
	Bodega	164,1	Archivado, copiado, circulación, entre otros.	300	requiere mejora
	Entrada	171,1	Vestíbulos de entrada	100	adecuado
	Impresora	207,4	Archivado, copiado, circulación, entre otros.	300	requiere mejora
	Descanso Gradadas	1871,6	Escaleras	150	Sobre iluminación

Fuente. Elaboración propia

Como se observa, de los 20 espacios evaluados, solamente el 35% poseen un nivel de luminancia promedio adecuado con respecto a la iluminancia mantenida señalada por la norma.

En una revisión por nivel, el primer piso posee sólo un 12.5% de nivel adecuado de iluminancia, mientras que el segundo piso, dicho porcentaje es del 50%, pero su cumplimiento se presenta en espacios de uso común, o no específicos para realizar las labores (comedor, pasillos, entrada, escaleras).

En la figura 7 se muestran algunos ejemplos de estas condiciones previamente mencionadas sobre los equipos de luminarias del plantel y la iluminación del espacio.

Figura 7. Condiciones de las luminarias del plantel



4.2.2. Evaluación de deslumbramiento

Como se identificó en la evaluación de las instalaciones y se corroboró con las mediciones (una iluminancia promedio de 1871.6 lux), el espacio de las gradas en el segundo piso presenta las características de un deslumbramiento perturbador y que se convierte en una condición insegura ante el riesgo de caídas a desnivel.

Cabe resaltar que este fenómeno se registra aproximadamente desde las 8:00 a.m. a las 1:30 p.m. en un día soleado, en época seca, como se muestran en la figura 8.

Figura 8. Deslumbramiento por luz natural en las mañanas de la época seca



Fuente: Elaboración propia

4.3 Exposición laboral a radiación ultravioleta de origen solar

4.3.1. Análisis del tiempo de exposición

El análisis de las labores de los puestos de trabajo mostró que existen dos puestos que son más propensos a exponerse a la radiación ultravioleta de origen solar: Regulación de la Salud (tres personas) y Soporte (una persona); cuya exposición a la radiación solar son proporcionalmente semejantes.

Administrativamente se ejecuta una programación de rotación para la visitas y giras de campo que inició el pasado 18 de julio del 2018; este consiste en turnar a los tres Reguladores de la Salud para que en el transcurso de tres semanas (15 días laborales), cada uno realice cuatro visitas en el campo (días de exposición); acompañados diariamente por el colaborador de soporte, cuya exposición a la radiación solar es muy inferior a la de los Reguladores por las características del trabajo, sin embargo, la suma de los periodos de exposición son semejantes, por lo que se asume un tiempo promedio semejante.

Analizando treinta días laborales, se registró que la exposición a radiación solar es de aproximadamente de 30 minutos, que se encuentra dentro del rango de mayores horas de radiación solar (horas cercanas al medio día).

4.3.2. Identificación de los fototipos de piel

Con ayuda de la cartilla de colores (ver figura 3) y con el permiso del personal del Área Rectora de Salud de Alajuelita que se mayormente se expone a la radiación ultravioleta, se identificaron los fototipos de piel, como se muestra en el cuadro 11, comparando con la energía necesaria para producir un eritema

Cuadro 11. Identificación de fototipo de piel

Colaborador	Fototipo de piel	Energía necesaria para producir eritema (J/m ²)
1	B2 (tipo II)	210
2	A6 (tipo II)	210
3	C2 (tipo IV)	328.1
4	B5 (tipo III)	262.5

Fuente: IMN, 2019

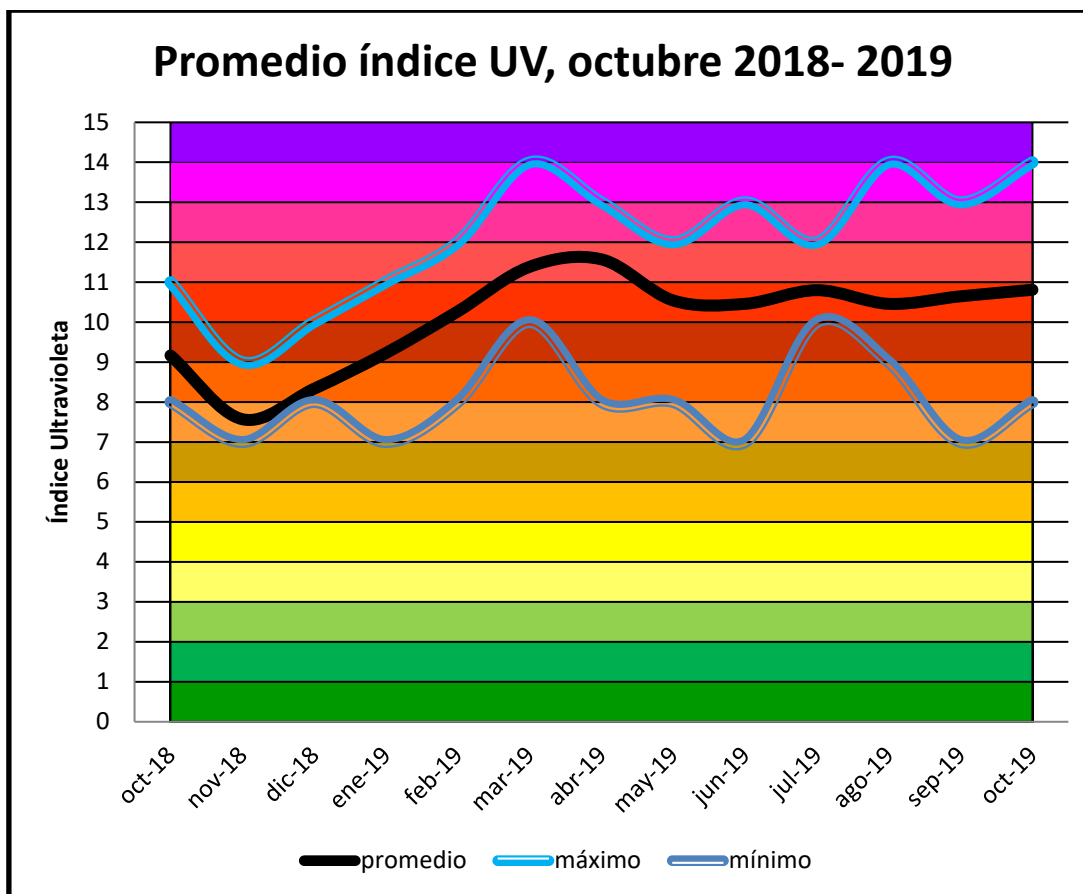
4.3.3. Índice de radiación ultravioleta

Para obtener los índice de radiación ultravioleta (IUV) se revisaron las redes sociales (Twitter: #IMN_IUV) del IMN, como principal reservorio oficial de esta institución para la publicación de estos datos, con el fin de generar un promedio de radiación registrada en el valle central, en un lapso de tiempo que incluyera el proceso de rotación del personal dentro de la institución.

En la revisión del año correspondiente a los 365 días (entre el 18 de julio del 2018 al 17 de julio 2019), sólo se obtuvieron 192 proyecciones de IUV, correspondiendo a 52.6% de información, por lo que se amplió el rango de búsqueda desde el 1ro de octubre del 2017 al 20 de octubre del 2019 (750 días) y se contabilizaron solamente 311 datos de IUV (solamente un 41.46% de los días registran información del IUV), por lo que se seleccionó el periodo que tuviese el mayor porcentaje de información y que incluyera el proceso de rotación de los trabajadores (ver anexo 7.5).

El periodo comprendido entre el 20 de octubre del 2018 al 20 de octubre 2019, mostró la mayor cantidad de datos, con un 63,53% de días con información del IUV (232 días); proyectando el valor promedio para cada mes aportando los valores máximos y mínimos registrados, como se observa en la figura 9, cuadro 12.

Figura 9. Promedio del índice ultravioleta octubre 2018-2019



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 12. Promedios del índice ultravioleta octubre 2018-2019

Mes	Valor IUV promedio	Valor IUV máximo registrado	Valor IUV mínimo registrado
octubre 2018	9	11	8
noviembre 2018	8	9	7
diciembre 2018	8	10	8
enero 2019	9	11	7
febrero 2019	10	12	8
marzo 2019	11	14	10
abril 2019	12	13	8
mayo 2019	11	12	8
junio 2019	10	13	7
julio 2019	11	12	10
agosto 2019	10	14	9
setiembre 2019	11	13	7
octubre 2019	11	14	8

Fuente. Elaboración propia

4.3.4. Evaluación de exposición laboral a la radiación ultravioleta

Conociendo los promedios mensuales de IUV y el fototipo de piel de los colaboradores, se puede identificar el tiempo mínimo al que debieron exponerse para que empezara a aparecer un eritema; y promediando la exposición diaria de 30 minutos para cada mes, se identifica que todos los colaboradores superan el tiempo de exposición, como se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13. Tiempos máximos de exposición en minutos según el fototipo de los colaboradores.

Mes	IUV promedio mensual	(J/m ²)/h	Tiempo máximo en minutos por Fototipo		
			Tipo II	Tipo III	Tipo IV
octubre 2018	9	810,6	15,54	19,43	24,29
noviembre 2018	8	720,3	17,49	21,87	27,33
diciembre 2018	8	720,3	17,49	21,87	27,33
enero 2019	9	810,6	15,54	19,43	24,29
febrero 2019	10	900,9	13,99	17,48	21,85
marzo 2019	11	991,2	12,71	15,89	19,86
abril 2019	12	1081,5	11,65	14,56	18,2
mayo 2019	11	991,2	12,71	15,89	19,86
junio 2019	10	900,9	13,99	17,48	21,85
julio 2019	11	991,2	12,71	15,89	19,86
agosto 2019	10	900,9	13,99	17,48	21,85
setiembre 2019	11	991,2	12,71	15,89	19,86
octubre 2019	11	991,2	12,71	15,89	19,86

Fuente. Elaboración propia

4.3.5. Cálculos de dosis de radiación ultravioleta

A continuación, se presentan las Dosis Mínima de Eritema-MED (cuadro 14) y Dosis Eritémica Estándar SED (cuadro 15) basadas en una exposición de 30 minutos

en los niveles promedio de IUV, en función del fototipo de piel de los funcionarios del Área Rectora de Salud

Cuadro 14. Niveles MED por mes y el fototipo de piel de los colaboradores

Mes	IUV promedio mensual	(J/m ²)/h	Energía diaria recibida (0,5 h)	Dosis MED según fototipo de piel		
				Tipo II	Tipo III	Tipo IV
octubre 2018	9	810,6	405,3	2,41	1,53	1,24
noviembre 2018	8	720,3	360,15	2,14	1,36	1,1
diciembre 2018	8	720,3	360,15	2,14	1,36	1,1
enero 2019	9	810,6	405,3	2,41	1,53	1,24
febrero 2019	10	900,9	450,45	2,68	1,7	1,37
marzo 2019	11	991,2	495,6	2,95	1,87	1,51
abril 2019	12	1081,5	540,75	3,22	2,04	1,65
mayo 2019	11	991,2	495,6	2,95	1,87	1,51
junio 2019	10	900,9	450,45	2,68	1,7	1,37
julio 2019	11	991,2	495,6	2,95	1,87	1,51
agosto 2019	10	900,9	450,45	2,68	1,7	1,37
setiembre 2019	11	991,2	495,6	2,95	1,87	1,51
octubre 2019	11	991,2	495,6	2,95	1,87	1,51

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 15. Niveles SED por mes y el fototipo de piel de los colaboradores

Mes	IUV promedio mensual	(J/m ²)/h	Energía diaria recibida (0,5 h)	Dosis SED según fototipo de piel		
				Tipo II	Tipo III	Tipo IV
octubre 2018	9	810,6	405,3	5,07	3,21	2,59
noviembre 2018	8	720,3	360,15	4,5	2,85	2,31
diciembre 2018	8	720,3	360,15	4,5	2,85	2,31
enero 2019	9	810,6	405,3	5,07	3,21	2,59
febrero 2019	10	900,9	450,45	5,63	3,56	2,88
marzo 2019	11	991,2	495,6	6,2	3,92	3,17
abril 2019	12	1081,5	540,75	6,76	4,28	3,46
mayo 2019	11	991,2	495,6	6,2	3,92	3,17
junio 2019	10	900,9	450,45	5,63	3,56	2,88
julio 2019	11	991,2	495,6	6,2	3,92	3,17
agosto 2019	10	900,9	450,45	5,63	3,56	2,88
setiembre 2019	11	991,2	495,6	6,2	3,92	3,17
octubre 2019	11	991,2	495,6	6,2	3,92	3,17

Fuente. Elaboración propia

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Sobre ruido en el ARS Alajuelita

5.1.1. Caracterización del ruido

La fuente principal de ruido presentes en el Área Rectora de Salud de Alajuelita es la voz humana (más relacionado con frecuencias medias), seguido por el ruido producido por equipos que emiten altas frecuencia (ventiladores y rotores de los equipos de cómputo), y en muy menor medida, a causa de sistemas amplificadores de la voz humana, equipo de señalización (campana de la iglesia) y el ruido producido por los vehículos (con generación en todo el rango de frecuencia). En general, es ruido fluctuante o discontinuo, donde los mayores niveles se presentan en la primera planta del inmueble.

5.1.2. Evaluación del ruido

En cuanto a la exposición al ruido laboral, en los espacios analizados se alcanzan niveles sonoros equivalentes de **66.3 dB(A)** en el primer piso, y de **61.2 dB(A)** en el segundo piso.

Dichos niveles no se sobrepasan el límite máximo de exposición laboral permitido en la legislación (85 dB(A)), sin embargo, al analizar los registros de las frecuencias de dicha exposición, se identifica que los valores de las curvas de rango de ruido (curvas NR) tanto del primer piso (**NR=61.1**), como el segundo piso (**NR=59.5**), superaron los valores recomendados por la normativa técnica para trabajos en oficina (NR=45), produciendo un espacio no confortable para realizar las labores requeridas de oficina, y un ambiente que puede ser considerado estresante debido a las frecuencias en las que se produce el ruido.

5.1.3. Propuesta y recomendaciones ante el riesgo físico del ruido

Se recomienda buscar la reducción de la principal fuente de ruido, que repercute en mayor medida en el primer piso del plantel, el cual es la presencia de personas que retiran los medicamentos de farmacia.

Si se lograra reacondicionar el servicio de entrega de algunos medicamentos, por ejemplo, con el uso del programa informático del expediente digital, se podría preparar previamente los medicamentos prescritos al paciente en enfermedades como la diabetes y la presión alta, para que estos sean entregados en la misma visita de control médico y no tengan que hacer uso del servicio de farmacia.

Otra medida, que impactaría la presencia de ruido en este espacio sería la posibilidad de programar la entrega de los medicamentos del paciente en su hogar.

Para ambos casos, se reduciría la presencia de personas en la sala de espera y disminuiría los niveles de presión sonora que son percibidos en la ventanilla única y las oficinas del Ministerio de Salud de Alajuelita; buscando de esta forma, un control de emisión en la fuente que ha sido altamente demostrado más efectivo que muchas otros controles y mitigaciones ante agentes de riesgos físicos.

En caso de no poder llevar a cabo dichos cambios en la fuente, la alternativa sería emprender acciones ingenieriles para reducir las frecuencias que repercuten en el incremento de las curvas NR (rangos medios de 500 hz. a 2000 hz.).

Para las condiciones del Área Rectora de Salud de Alajuelita, una de las alternativas es el acondicionamiento acústico por medio de la utilización de vidrios en las ventanas con grosores de 6,38 a 6,76 mm, ya que como lo indican las fichas técnicas Extralum® este grosores “implican una reducción de entre 5 a 7 dB” (Extralum, 2018), realizando de esta forma el aislamiento de las fuentes de ruido que se propagan vía aérea en estos espacios laborales.

Este mismo grosor de vidrio pueden ser utilizado en la instalación de puertas abatibles en la entrada de acceso al público en el servicio de ventanilla única, que aislarían el espacio de trabajo, cumpliendo doble función: la separación del espacio de atención al público y la atenuación o aislamiento acústico debido a los materiales con los que la puerta pueden ser instaladas.

5.2. Sobre la iluminación

5.2.1. Caracterización de la iluminación

Sobre las características de iluminación en este espacio laboral, resaltan el poco mantenimiento, la mezcla de distintos tipos de las luminarias y la obsolescencia de estos equipos. Además, por la ubicación geográfica del inmueble, en las horas de la mañana existe presencia de deslumbramiento en la zona de las gradas que comunican con el segundo piso.

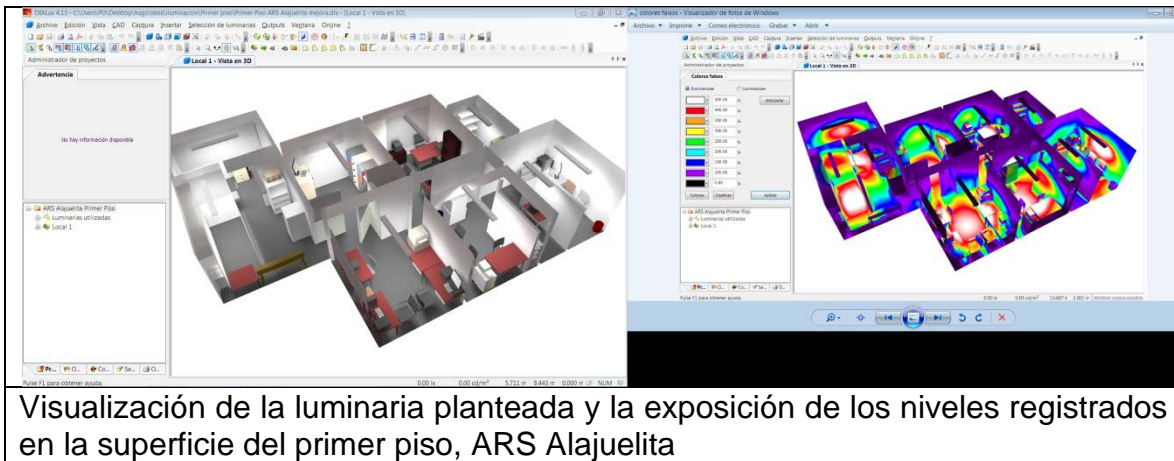
5.2.2. Evaluación de las condiciones de iluminación

Sobre la exposición a las condiciones físicas de iluminación, de los 19 espacios laborales evaluados, 13 áreas reportaban valores inferiores al nivel mínimo requeridos según los parámetros de la norma técnica para cada una de las tareas requeridas en los espacios laborales. Además, se debe también señalar la presencia del exceden la iluminancia de fondo causada por la luz natural presente en las gradas que dirigen al segundo piso en horas de la mañana, ya que se aumenta el riesgo de caída a desnivel en este espacio de tránsito debido a un posible deslumbramiento.

5.2.3. Propuesta y recomendaciones ante el riesgo físico de la iluminación

Con respecto a los factores de iluminación, se recomienda realizar una revisión y reconstrucción de todo el sistema de iluminación del plantel. Para este propósito, en el presente estudio se utilizó el software libre DIALux®, versión 4.13, que permitió digitalizar todo el espacio de trabajo para rediseñar, calcular y evaluar propuestas de diseño e implementación de luminarias específicas, considerando el espacio físico, las principales áreas de trabajo y el mobiliario presente en el Área Rectora de Salud de Alajuelita (ver figuras 10 y 11).

Figura 10. Aplicación del software DIALux® en el primer piso del ARS Alajuelita



Fuente. Elaboración propia

Figura 11. Aplicación del software DIALux® en el segundo piso del ARS Alajuelita



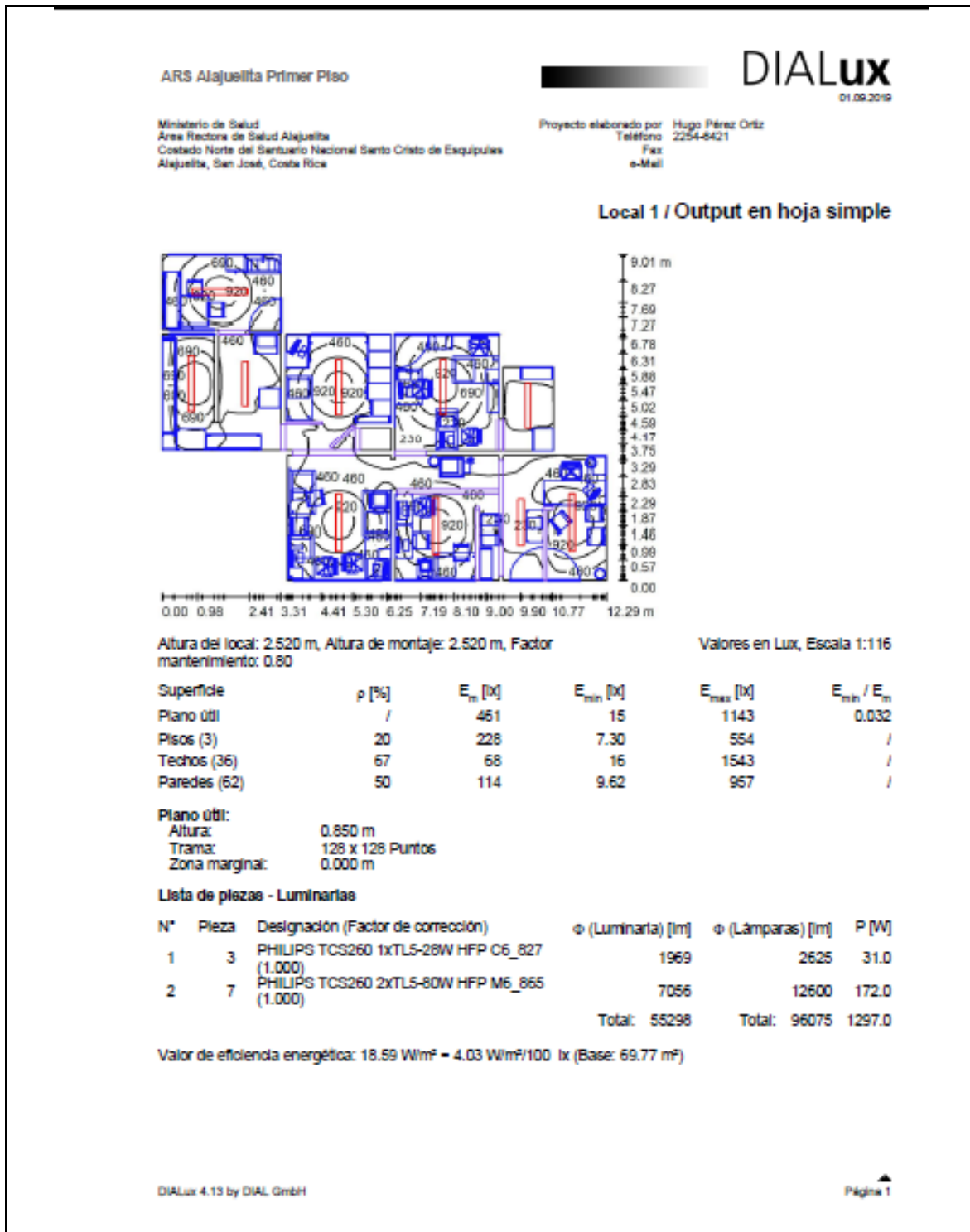
Fuente. Elaboración propia

De esta simulación se obtuvo no solo la posibilidad de identificar cuáles serían las características de las luminarias requerida según las actividades a desarrollar en cada espacio de trabajo y el lugar donde esta debe ser instalada, sino además se obtuvo una aproximación importante sobre el levantamiento arquitectónico del plantel del Ministerio de Salud de Alajuelita, ya que para el uso del software libre DIALux© se implementaron otros software para el diseño de planta, del cual se carecía en la institución en el momento de realizar la presente investigación.

Dicho levantamiento arquitectónico es otro de los resultados que serán entregados a la institución, para ser utilizado como insumo en otros temas y necesidades, por ejemplo, poder ser utilizado en el plan de evacuación ante emergencias, la posibilidad de facilitar la revisión de la instalación eléctrica para la seguridad del inmueble, así como poder ser utilizado para mapear la ubicación de elementos de seguridad.

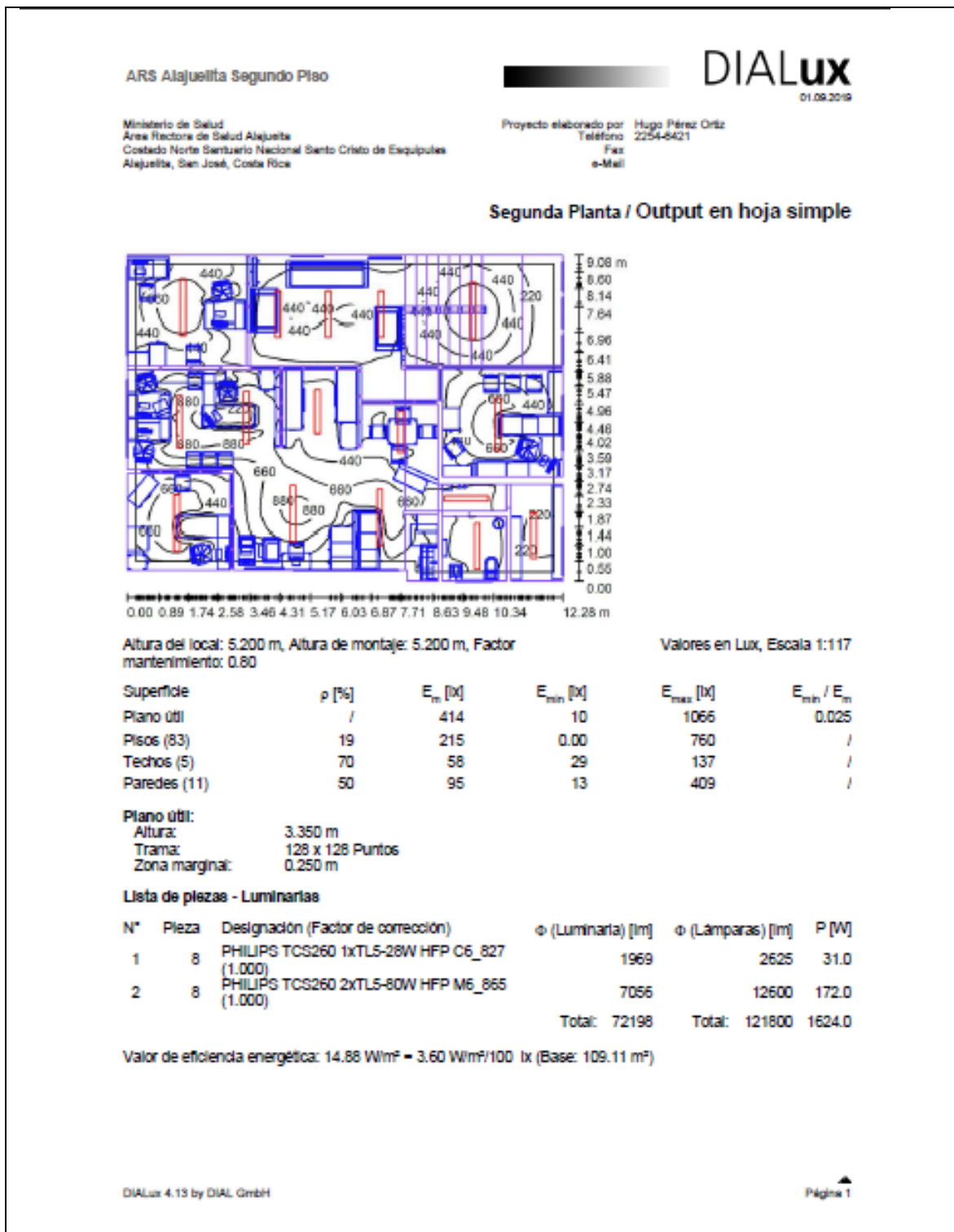
De forma puntual sobre el resultado de la simulación, y a fin de poder brindar los valores requeridos de iluminación en los espacios de trabajo según la norma INTE 31-08-06-2014, considerando además una implementación factible, se proyectó la necesidad de al menos 15 lámparas de montura de superficie, con un flujo de 12600 lúmenes y 172 watts de potencia, así como 11 lámparas de montura de superficie, con un flujo de 2625 lúmenes y 31 watts de potencia en las posiciones determinadas en la simulación (ver figuras 12 y 13).

Figura 12. Resultado de la simulación de la iluminación en el primer piso



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Resultado de la simulación de la iluminación en el segundo piso



Fuente: Elaboración propia

5.3. Sobre la radiación ultravioleta de origen solar

5.3.1. Caracterización de la radiación ultravioleta de origen solar

La exposición laboral a la radiación ultravioleta de origen solar, las variables más importantes están asociadas a la latitud y la altura del cantón de Alajuelita, así como la cantidad de horas de exposición y el horario en que el personal realiza las visitas de inspección en el campo, su equipo de protección contra la radiación solar y las características individuales de resistencia a la producción de eritemas basado en el fototipo de piel de cada uno de los colaboradores.

Costa Rica al estar a 10° latitud norte sobre la línea del ecuador, su índice Ultravioleta varía entre 7 y 14, niveles de radiación ultravioleta considerados de alta a extrema peligrosidad por los efectos nocivos en la salud.

Además, la altura sobre el nivel del mar influye en la disminución del grosor de la atmósfera, incrementando un 10% de la radiación UV por kilómetro sobre el nivel del mar (IMN, 2019), y para el caso de Alajuelita, esta se ubica en promedio a 1130 metros sobre el nivel del mar, con una máxima de 2428 y una mínima de 1100 metros sobre el nivel del mar, lo que significa un incremento de entre el 10% y el 20% de radiación UV de origen solar.

En cuanto al nivel de exposición, la jornada laboral consiste en 8 horas diarias, sin embargo, la exposición a la radiación ultravioleta de origen solar puede variar de entre una a dos horas al día, además, los fototipos de piel de los colaboradores varía entre los fototipos II y IV, es decir, se posee un rango de capacidad de resistencia a la producción de eritema causado por energía de radiación ultravioleta de origen solar de entre los 210 a los 328 J/m².

Existe además, un control administrativo en cuanto a la rotación de las visitas, por lo que el personal se expone una o dos veces a la semana.

5.3.2. Evaluación de las condiciones de la radiación ultravioleta de origen solar

Las características del geográficas y latitudinales, repercute en una posible exposición a niveles de radiación UV muy alta (un promedio anual que fluctúa entre 7.5 y 11.5 en el índice de radiación ultravioleta reportado), sin embargo, los controles administrativos de rotación del personal, el tiempo requerido para realizar las labores en el exterior, permiten disminuir el posible impacto a la salud, sin embargo, estos niveles de riesgo se incrementan debido tanto a la vulnerabilidad natural debido al fototipo de piel, la ausencia de integración de diferentes elementos de protección personal o la selección adecuada de los mismos por parte de los colaboradores, así como la no revisión de los reportes meteorológicos sobre los Índices de Radiación Ultravioleta.

5.3.3. Propuesta y recomendaciones ante la radiación ultravioleta de origen solar

Acerca de la reducción de la exposición a la radiación ultravioleta de origen solar, se recomiendan dos acciones puntuales, la primera es la educación al personal sobre los riesgos y medidas de prevención y protección contra la UV, en particular lo relativo al uso e interpretación del pronóstico sobre el Índice de Radiación Ultravioleta diario a nivel regional, en específico sobre los días que corresponden las inspecciones en el campo y el uso de equipo de protección personal.

La segunda acción se refiere al uso del equipo de protección personal, se recomienda el uso de vestimenta complementaria: gorra, mangas y ropa en general, como lo mencionan Young et al. (Young et al., 2019); y esta debe al menos poseer un Factor de Protección Ultravioleta (UPF) de nivel 80 o superior (tejido que refleja el 80% de la radiación ultravioleta de origen solar) (Fatahi-asl et al., 2020)

Los lentes de protección contra el sol serán parte fundamental del equipo de protección y como lo mencionan Suárez y Cadena en su investigación, deben ser

gafas que cuenten con una certificación UV400 más que un oscurecimiento del lente (Suárez y Cadena, 2008), ya que la vista, y más específicamente las retinas, son de los órganos más sensibles y vulnerables a la radiación ultravioleta de origen solar.

Además de utilizar ropa protectora con tejidos especiales que garanticen altos niveles de protección, el uso de bloqueador solar con un factor de protector solar de 50 (nivel más alto de protección), sobre todo en las partes del cuerpo que se encuentren expuestas y sin la cobertura de tejido. (Simon, 2018)

6. Referencias

- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. & World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team. (1999). Guidelines for community noise. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
- Cherry, W., Howie, R., Semple, S. (2010). Monitoring for Health Hazards at Work. 4ta edición. Blackwell Publishing Ltd.
- CIE. (2000). Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose. CIE ISO 17166:1999(E)/CIE S 007-1998, 4.
- Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (2017) Estadísticas De Salud Ocupacional – Costa Rica 2017. Recuperado el 8 de abril 2019 de https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202017.pdf
- Cortés A., Enciso, J., Reyes, C., Arriaga, E., Romero, C., Ribes, J., Reyes, J., Hernández, M. (2011). El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. Medicina y Seguridad del Trabajo, 57(225), 319-330
- Fatahi-asl, J., Eskandari, M., Bigdeli, A., Jahangirimehr, F., (2020). Comparison of Ultraviolet Protection Factor of Pure Cotton and Cotton Coated with Titanium Dioxide Nanoparticles using the Electrospinning Method with Two Ultraviolet-C Generators. Iranianjournalof medical Physics. Volumen 17, número 1. Páginas 21 a 26
- Garbin, A., Garbin, C., Ferreira, N., Ferreira, N. (2006). Evaluación de la incomodidad ocupacional: nivel del ruido de una clínica de graduación”. Acta

Odontológica Venezolana, 44(1), 42-46. Recuperado el 8 de abril 2019 de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652006000100009&lng=es&tlng=es.

Gómez, P., Gómez, E., Severiche, C. (2017). Riesgos físicos en vendedores minoristas del Mercado de Bazurto, Caribe Colombiano. *Ciencia y Salud Virtual*, ISSN-e 2145-5333, Vol. 9, Nº. 1, 2017

Gras, Y., Castañeda, M., Pérez, G., Rosell, L., Roca, L. (2017). Noise in the stomatological working environment. *MEDISAN*, 21(5), 527-533. Recuperado en 24 de abril 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000500003&lng=es&tlng=en.

Guasch, J. (1998). Iluminación. Organización Internacional del Trabajo. (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Recuperado en 24 de abril 2019 <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+46.+Iluminaci%C3%B3n>

Guzmán, S. (2019). Estrategias para el Acondicionamiento Acústico Interior. Facultad de Diseño, Arquitectura y Arte. Escuela de diseño de interiores. Universidad del Azuay. Ecuador. Disponible en <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9082/1/14726.pdf>

Harvey, H., Sloan, G. (2016). The science behind codes and standards for safe pedestrian walkways: Lighting and visual cues. *Applied Ergonomics* 52 (2016). Pp. 112-119. Recuperado el 8 de abril 2019 de https://www.researchgate.net/publication/281680224_The_science_behind_codes_and_standards_for_safe_pedestrian_walkways_Lighting_and_visual_cues

He, S., McCulloch, C., Boscardin, W., Chren, M., Linos, E., Arron, S., (2014). Self-Reported Pigmentary Phenotypes and Race are Significant but Incomplete Predictors of Fitzpatrick Skin Phototype in an Ethnically Diverse Population. *Revista J Am AcadDermatol.* 2014 Oct.; 71(4): 731–737. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4165764/#>

Henao, F. (2007). *Riesgos Físicos II. Iluminación.* Eco Ediciones. 1ra edición. Bogotá. Colombia. Disponible en <http://fullseguridad.net/wp-content/uploads/2017/10/Riesgos-f%C3%ADsicos-II-Fernando-Henao-Robledo.pdf>

Hernández, K., Morera, R., Wrigh, J. (2014). Medición y cálculo del índice ultravioleta en Costa Rica. *Revista Tópicos Meteorológicos Y Oceanográficos* (2-2014). Pág. 41. Disponible en <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/21918/RevistaTopicos2014-2-art3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ICNIRP. (2010). ICNIRP Statement “Protecting workers from ultraviolet radiation.” *Health Physics Society*, 99(1), 66–87. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/exposicion.pdf>

International Organization for Standardization (ISO).(2018). *Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – Requisitos con orientación para su uso ISO 45001:2018.* Primera Edición. 2018-03. Secretaría General de la ISO. Ginebra. Suiza.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (2014). INTE 31-08-06:2014. Niveles de iluminancia y condiciones de iluminación en los centros de trabajo en interiores. INTECO.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (2016). INTE/ISO 8995-1:2016. Iluminación de los lugares de trabajo Parte 1. Interiores. INTECO

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (2016). INTE/ISO9612:2016. Acústica. Determinación de la exposición al ruido ocupacional. Método de ingeniería. INTECO

Instituto Meteorológico Nacional. (2019). Índice Ultravioleta. Disponible en <https://www.imn.ac.cr/indice-ultravioleta>

Insuasti, N. (2018). Evaluación del fototipo constitucional de fitzpatrick y el fototipo adaptativo en un grupo poblacional de la finca “san luisfarms” en el sector cananvalle, cantón pedro moncayo, provincia pichincha, en el período junio-septiembre, 2018. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito Ecuador.

Kruisselbrink, T., Dangol, R., Rosemann, A. (2018). Photometric measurements of lighting quality: An overview. *Building and Environment*. Volúmen 138, 15 de junio del 2018, p. 42-52.

Madriz, J., (2000). Trastornos auditivos en América Latina: Un inventario de opciones y recursos limitados. *Audiology* 2000; volumen 39 (4). Páginas 212-220

Maqueda, J., Ordaz, E., Cortés, R., Gamo, M., Bermejo, E., Silva A., Asunsolo, A. (2010). Efectos extra-auditivos del ruido, salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid.

Mejía, C., Chacón, J., Hernández, N., Talledo, L., Vega, V., Raza, L., Astocondor, J., Cárdenas, M. (2018). Protección contra la radiación solar en trabajadores de empresas peruanas: prácticas y cuidado personal, 2016. *Dermato*.I marzo 2018. 62(2). Recuperado en 24 de abril 2019, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/derrevmex/rmd-2018/rmd182d.pdf>

Ministerio de Salud. (2019). Proyecto: Desarrollo Organizacional del Ministerio de Salud. Recuperado el 8 de abril 2019 de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/informes-del-proceso-do/238>

Ministerio de Salud. (2019). Marco Estratégico. Recuperado el 8 de abril 2019 de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/sobre-ministerio/marco-estrategico>

Morales, L., Aldás, S., Collantes, S., Reyes, J., (2019). Implicaciones en la salud ocupacional por exposiciones de luz y ruido en trabajadores de manufactura de calzado. *Revista SATHIRI:Sembrador*, Volumen 14, número 1. Disponible en <http://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/817>

Obregón, M. (2018). Impacto del Factor Iluminación Y Psicosocial en el desempeño laboral del personal de apoyo y asistencia a la educación. Caso: UPIICSA. *European Scientific Journal*. Febrero 2018. edición Vol.14. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/10565>

Organización mundial de la salud. (2003). Índice UV Solar Mundial. Guía Práctica. Recuperado el 8 de abril 2019 de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf;jsessionid=6BBA2306DDC81BE817D911BD51711F4E?sequence=1>

Organización Mundial de la Salud (2017). Protección de la salud de los trabajadores. 30 de Noviembre de 2017. Recuperado el 8 de abril 2019 de

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers%27-health>.

Peñaora, M. (2016). Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf>

Pfeiffer, M., Pfeiffer, N., Valor, C. (2015). Estudio descriptivo sobre el carcinoma basocelular en el párpado. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología Volumen 90. 9 de setiembre 2015, Páginas 426-431

Ramírez, A., Piderit, B. (2017) Evaluación postocupacional del confort lumínico en edificios de oficina. Mujeres en arquitectura. Julio 2017. Pp. 138-145. Recuperado el 24 de abril 2019 de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.18389/dearq20.2017.10>

Reglamento de Comisiones y Oficinas o Departamentos de Salud Ocupacional N° 39408-MTSS. (2016) Diario Oficial la Gaceta N°19. Recuperado el 23 de abril 2019 de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=81004&nValor3=103114&strTipM=TC

Reglamento de Control de Ruidos y Vibraciones. N° 10541-TSS. (1979). Recuperado el 23 de abril 2019 de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=10349&nValor3=11071&strTipM=TC

Salazar, J. (2016) Valoración Social Del Ruido: Un Problema Urbano. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas Universidad de Panamá. Vol. 18. N°2. (31-48) Recuperado el 23 de abril 2019 de http://consulta.up.ac.pa/ftp/2010/v_postgrado/publicaciones/Societas/Societas-Vol18-No2.pdf#page=31

Sierra, M. (2016). Exposición Ocupacional a Radiación Ultravioleta en Poblaciones Agrícolas de la Provincia de Cartago. (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 8 de abril 2019 de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6790/exposici%C3%B3n-ocupacional-radiaci%C3%B3n-ultravioleta-poblaciones-agr%C3%ADcolas-provincia-Cartago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Simon. S., (2018). Escoja el protector solar adecuado. American Cancer Society. Recuperado el 20 de marzo 2020 de <https://www.cancer.org/es/noticias-recientes/escoja-el-protector-solar-adecuado.html>

Suárez, H., Cadena, C., (2008). Mediciones de laboratorio de trasmittancia uv a través de tejidos, anteojos para el sol y cremas protectoras. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 12. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2008/2008-t008-a005.pdf>

Young, A., Narbutt. J., Harrison, G., Lawrence , K., Bell, M., O'Connor, C., Olse, P., Grys, C., Baczynska, K., Rogowski, M., Wulf, H., Lesiak, A., Philipshen, P., (2019). Optimal sunscreen use, during a sun holiday with a very high ultraviolet index, allows vitamin D synthesis without sunburn. British Journal of dermatology. Volumen 181, número 5, páginas 1052-1062

6.1. Otras Referencias

Caja Costarricense de Seguro Social. (2013). Situación actual de cáncer de piel. Disponible en <https://www.ccss.sa.cr/cancer?v=38>

Código de Trabajo. N° 2. (1943). Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=8045&nValor3=0&strTipM=TC#ddown.

Estrada. R. (2017). Medidas de control ante la exposición de agentes físicos y factores de riesgos disergonómicos en una universidad pública. (tesis de grado). Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur, San Salvador, El Salvador.

Extralum. (2018). Aislamiento acústico usando vidrio. Información técnica. IT-007 Conceptos Básicos del Control Acústico. Disponible en <https://extralum.com/wp-content/uploads/2018/11/Control-Acu%CC%81stico.pdf>

Molano, J., Arévalo, N. (2013). De la salud ocupacional a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: más que semántica, una transformación del sistema general de riesgos laborales. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales 2013, N° 23 (Enero-Marzo) Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81828690003>

Organización mundial de la salud. (1979). Ultraviolet Radiation. Environmental Health Criteria 14. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc23.htm#SectionNumber:8.6>

Organización mundial de la salud. (1980). Noise. Environmental. Health Criteria12. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc012.htm#SubSectionNumber:1.1.1>

Organización mundial de la salud. (1982). Lasers And Optical Radiation. Environmental. Health Criteria 23. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc23.htm#SectionNumber:8.6>

Pattini, A., Rodríguez, R., Monteoliva, J., Yamín. J.(2013). Iluminación en espacios de trabajo. Propuestas al protocolo de medición del factor iluminación de la superintendencia de riesgos de trabajo. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Disponible en <https://estrucplan.com.ar/iluminacion-en-espacios-de-trabajo-propuestas-al-protocolo-de-medicion-del-factor-iluminacion-de-la-superintendencia-de-riesgos-de-trabajo/>

Platzer, U., Iñiguez, R., Cevo, J., Ayala, F.. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello, 67(2). Recuperado el 8 de abril 2019 de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>

Reforma Reglamento Orgánico del Ministerio de Salud. N° 38150-S. Diario Oficial la Gaceta N° 24. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=76498&nValor3=95530&strTipM=TC

Revuelta, M., Betancourt, J., Del Toro, R., Martínez, Y. (2015). Caracterización del ambiente térmico laboral y su relación con la salud de los trabajadores

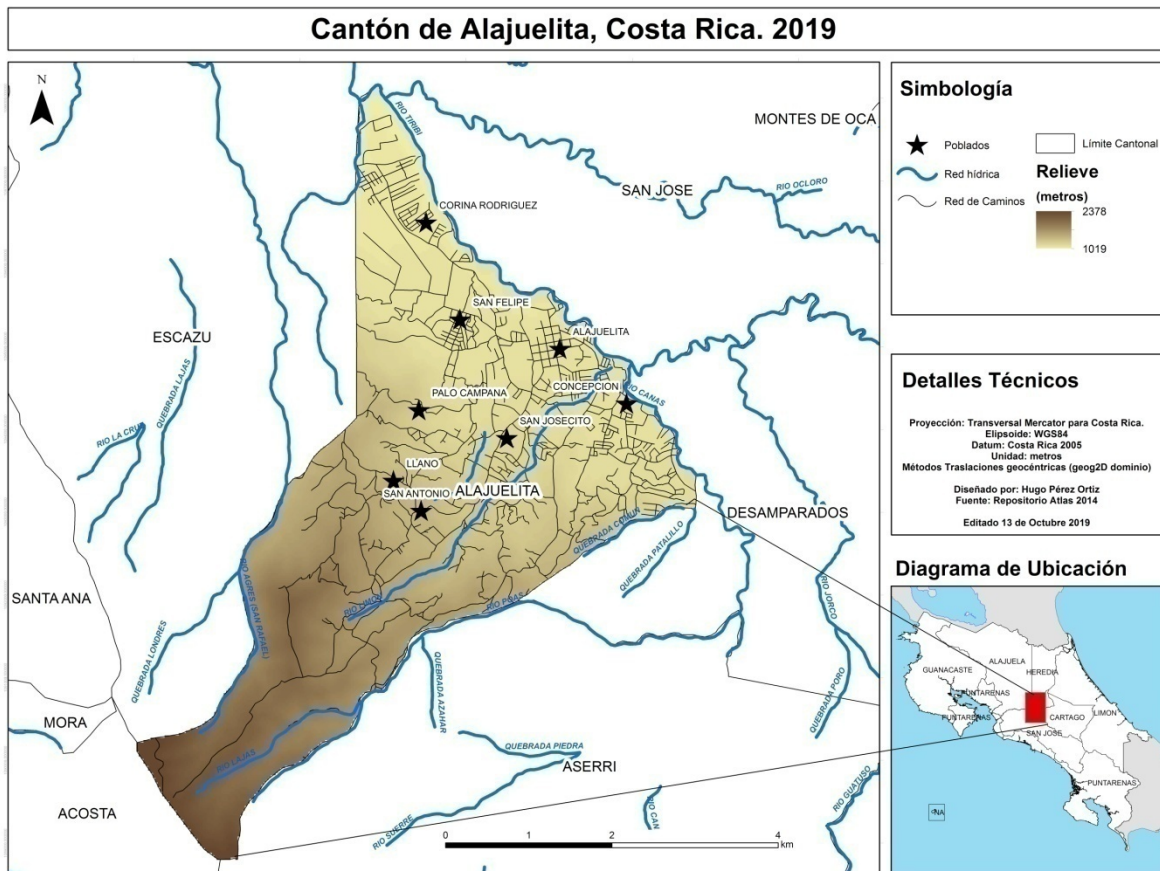
expuestos. Revista Cubana de Salud y Trabajo 2015;16(2). Recuperado el 8 de abril 2019 de http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol16_2_15/rst01215.htm

Ruíz y Gallegos. (2018). Factores asociados a la ocurrencia de accidentes de trabajo en la industria manufacturera. horizonte enfermería. Vol. 29, Núm. 1. Recuperado el 8 de abril 2019 de <http://publicaciones.horizonteenfermeria.uc.cl/index.php/rhe/article/view/148>

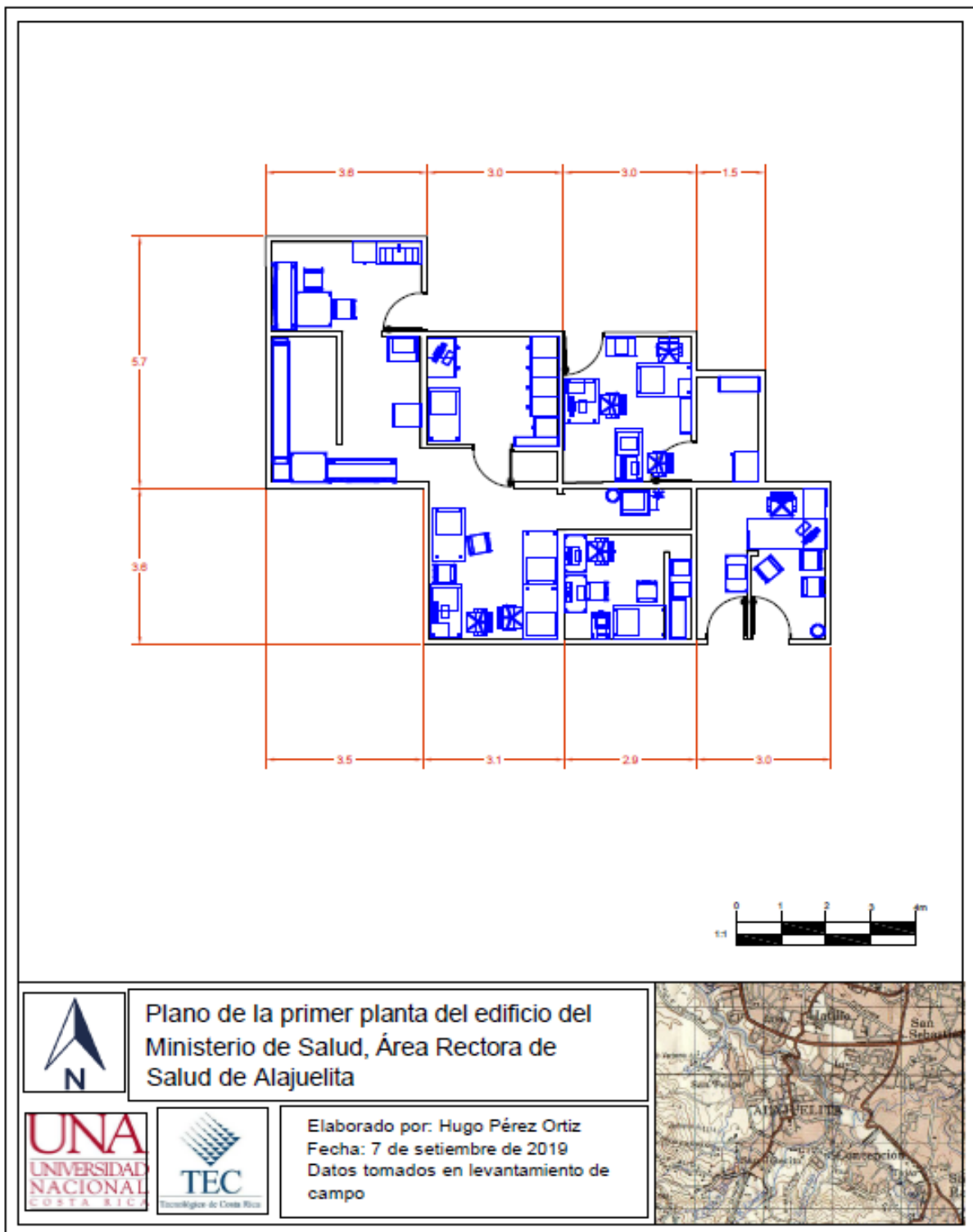
Urbina, R. (2011). Hipoacusia de origen laboral. Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica. Año 2011, No. 599. (447-453) Recuperado el 8 de abril 2019 de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2011/rmc114k.pdf>

7. Anexos

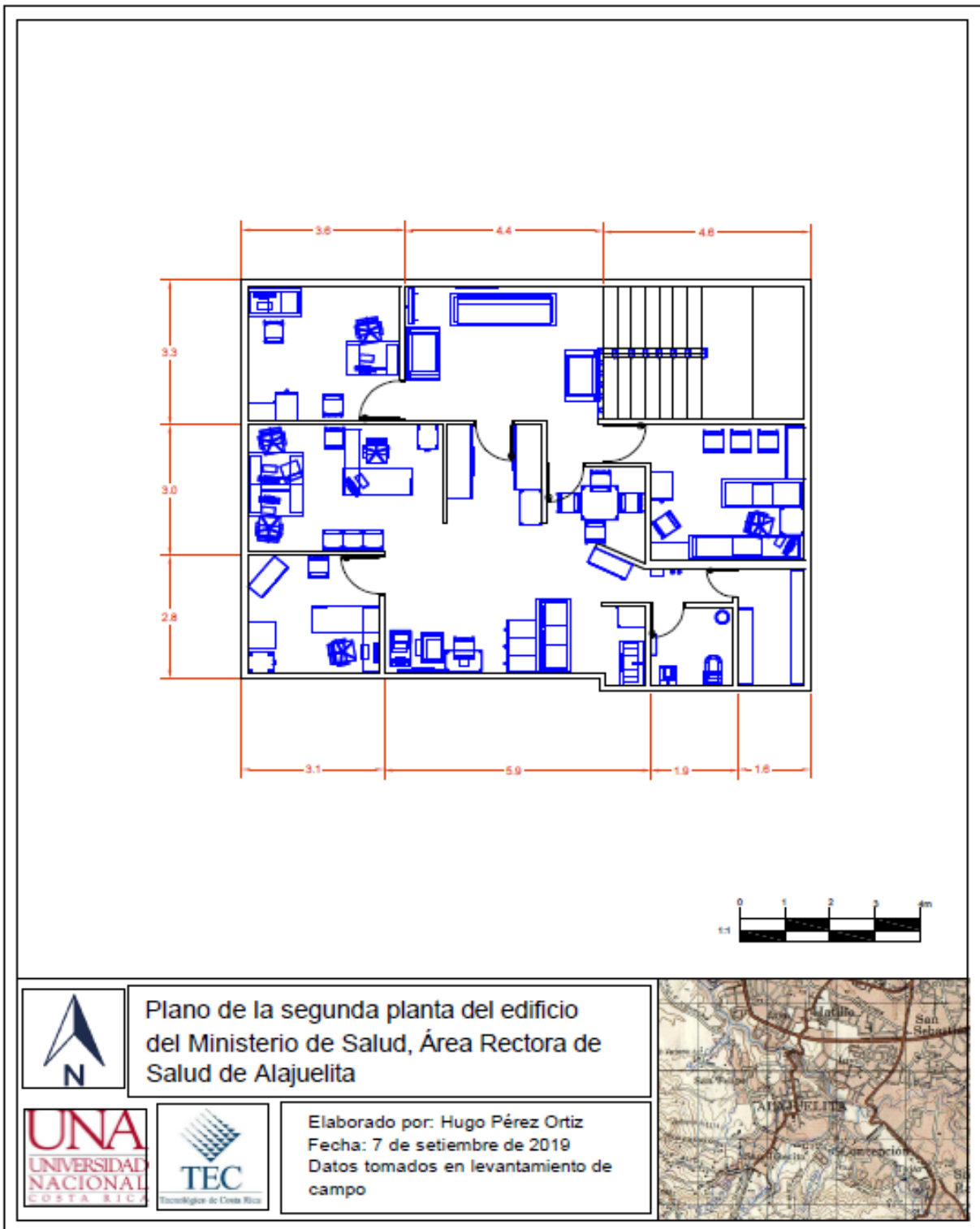
Anexo 7.1. Ubicación geográfica del Cantón de Alajuelita



**Anexo 7.2. Distribución de planta del Área Rectora de Salud de Alajuelita.
Ministerio de Salud. Primera Planta**



**Anexo 7.3. Distribución de planta del Área Rectora de Salud de Alajuelita.
Ministerio de Salud. Segunda Planta**



Anexo 7.4. Análisis de la incertidumbre de las mediciones de ruido

A continuación se presenta los cálculos requeridos acorde a la norma INTE/ISO 9612:2016 para obtener un valor de confianza del 95%, sobre los datos obtenidos en las mediciones.

Utilizando la ecuación del Nivel de presión sonora diario ponderado

Nivel de presión sonora diario ponderado

$$L_{EX,8h} = 10 \log \frac{T_e}{T_0} \left[\sum_{n=1}^N 10^{0.1 * L_{p,A,eqT,n}} \right] dB$$

Se obtienen los valores de la cuadro16

Cuadro 16. Nivel de presión sonora diario ponderado A, LEX,8h

Función	Leq	LEX,8h
1er piso	69	66,2651583 dB
	67,5	
	67,7	
	61,5	
	66	
	66,2	
2do piso	61,6	61,2212533 dB
	62,3	
	62,1	
	57,9	
	63,4	

Fuente. Elaboración propia

7.4.1. Incertidumbre de las mediciones

A fin de dar un valor de confianza del 95% a las mediciones de ruido realizadas, se aplican los valores de la incertidumbre típica, utilizando la siguiente ecuación.

Incertidumbre típica u_1

$$u_1^2 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p,A,eqT,n} - \bar{L}_{p,A,eqT,n})^2 \right]}$$

Cuadro 17. Valores de incertidumbre y contribución de la incertidumbre

Función	Leq	Incertidumbre típica u_1	$c_1 u_1$
1er piso	69	2,601	2
	67,5		
	67,7		
	61,5		
	66		
	66,2		
2do piso	61,6	2,095	1,7
	62,3		
	62,1		
	57,9		
	63,4		

Fuente. Elaboración propia

7.4.2. Cálculo de la incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida

La incertidumbre expandida se calcula con la siguiente ecuación:

incertidumbre expandida

$$u^2(L_{EX}, 8h) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2)$$

Para el primer piso, la incertidumbre típica combinada es de **2.62 dB**, con una incertidumbre expandida de **4.32 dB**, como se muestra en el cuadro 18, y para el segundo piso, la incertidumbre típica combinada es de **2.40 dB**, con una incertidumbre expandida de **3.96 dB**, como se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 18. Incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida para el primer piso

Función	Dato de la ecuación	Valor
Primer Piso	Contribución a la incertidumbre debida al muestreo del nivel de ruido	$c_1 u_1 = 2 \text{ dB}$
	Coeficientes de sensibilidad	$c_2 = c_3 = 1$
	Incertidumbre típica u_2 debido a la instrumentación (clase I =0.7)	$u_2=0,7$
	Incertidumbre típica debida a la posición del micrófono (típica de 1 dB)	$u_3=1$
	Incertidumbre expandida	$U = 1,65 * u$
	$u^2(L_{EX, 8h})_{primerpiso} = 2^2 + 1^2(0.7^2 + 1^2)$ $u(L_{EX, 8h})_{primerpiso} = \sqrt{4 + 2.89}$ $u(L_{EX, 8h})_{primerpiso} = 2,62488 = \mathbf{2.62dB}$ $U = 1.65 * 2.62 = \mathbf{4.32dB}$	

Cuadro 19. Incertidumbre típica combinada y de la incertidumbre expandida para el segundo piso

Función	Dato de la ecuación	Valor
Segundo Piso	Contribución a la incertidumbre debida al muestreo del nivel de ruido	$c_1 u_1 = 1,7 \text{ dB}$
	Coeficientes de sensibilidad	$c_2 = c_3 = 1$
	Incertidumbre típica u_2 debido a la instrumentación (clase I =0.7)	$u_2=0,7$
	Incertidumbre típica debida a la posición del micrófono (típica de 1 dB)	$u_3=1$
	Incertidumbre expandida	$U = 1,65 * u$
	$u^2(L_{EX, 8h})_{primerpiso} = 1,7^2 + 1^2(0.7^2 + 1^2)$ $u(L_{EX, 8h})_{primerpiso} = \sqrt{2.89 + 2.89}$ $u(L_{EX, 8h})_{primerpiso} = 2.40416 = \mathbf{2.40dB}$ $U = 1.65 * 2.40 = \mathbf{3.96dB}$	

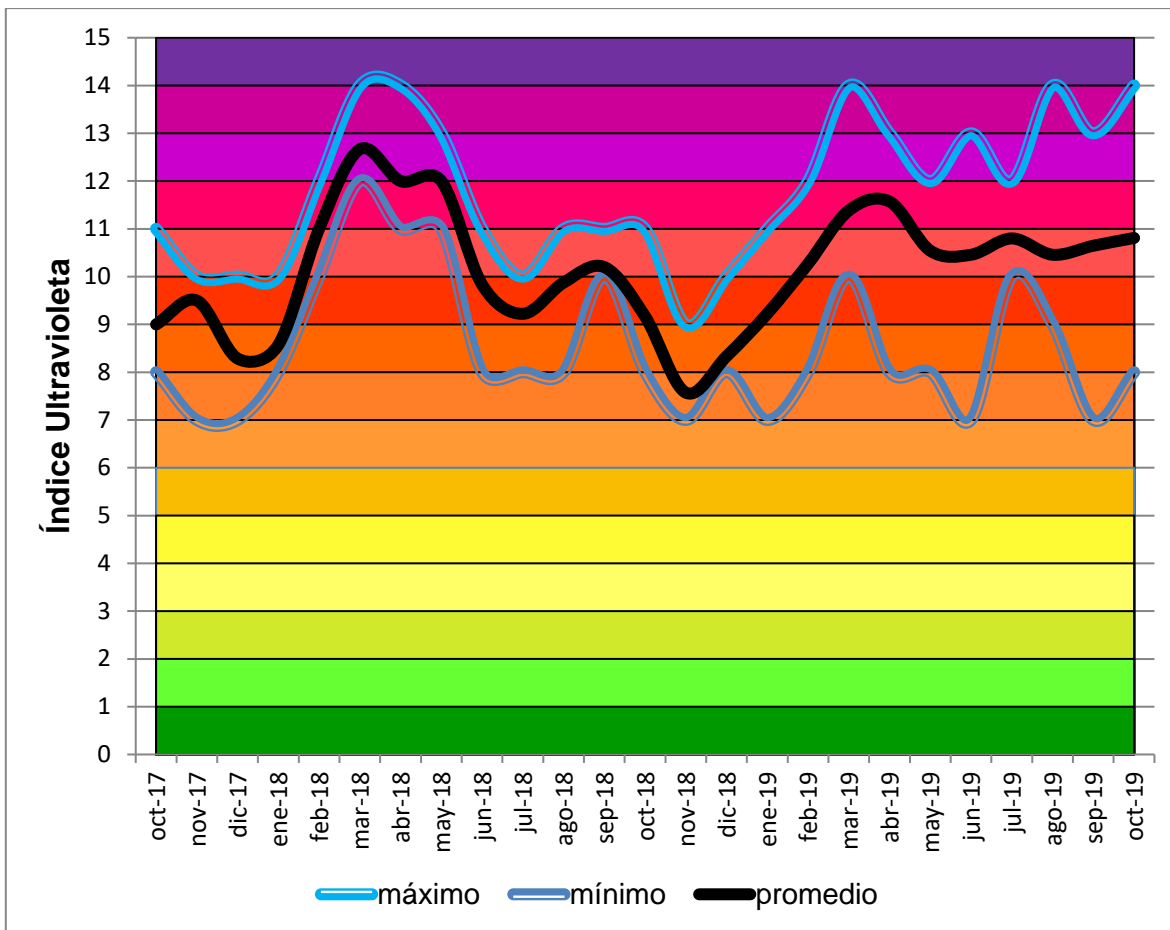
Anexo 7.5. Análisis de datos de la Radiación ultravioleta

Cuadro 20. Promedios del Índice Ultravioleta octubre 2017-2019

Mes	Valor IUV Promedio	Valor IUV máximo registrado	Valor IUV mínimo registrado
octubre 2017	9	11	8
noviembre 17	10	10	7
diciembre 2017	8	10	7
enero 2018	9	10	8
febrero 2018	11	12	10
marzo 2018	13	14	12
abril 2018	12	14	11
mayo 2018	12	13	11
junio 2018	10	11	8
julio 2018	9	10	8
agosto 18	10	11	8
setiembre 2018	10	11	10
octubre 2018	9	11	8
noviembre 2018	8	9	7
diciembre 2018	8	10	8
enero 2019	9	11	7
febrero 2019	10	12	8
marzo 2019	11	14	10
abril 2019	12	13	8
mayo 2019	11	12	8
junio 2019	10	13	7
julio 2019	11	12	10
agosto 2019	10	14	9
setiembre 2019	11	13	7
octubre 2019	11	14	8

Fuente. Elaboración propia

Figura 14. Promedios del índice ultravioleta octubre 2017-2019



Fuente. Elaboración propia