

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA  
APLICANDO LA GUÍA PRÁCTICA DE LA OMS 1993 EN LA ZONA URBANA  
DE LA CIUDAD DE ILAVE – 2021

PRESENTADA POR:

JHONY BUTRON POMA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



18.65%

SIMILARITY OVERALL

0%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 18 DEC 2023, 1:46 PM

### Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
2.02%

● CHANGED TEXT  
16.63%

### Most likely AI

Highlighted sentences with the lowest perplexity, most likely generated by AI.

● LIKELY AI  
0%

● HIGHLY LIKELY AI  
0%

## Report #19171839

JHONYBUTRON POMA EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA APLICANDO LA GUÍA PRÁCTICA DE LA OMS 1993 EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE ILAVE – 2021 RESUMEN Se realizó el presente estudio con el objetivo de Evaluar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave – 2021, de acuerdo a la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993), los monitoreos se realizaron en el mes de agosto del 2022, los datos obtenidos de la radiación ultravioleta se comparó con el índice de la OMS para el cálculo del índice ultravioleta en la ciudad de Ilave. Se ubicaron 05 puntos estratégicos para realizar los monitoreos en los lugares más concurridos por las personas que son: (parques, plaza de armas, terminal terrestre, calles peatonales cerca a instituciones educativas), se realizó en los días con altos índices de radiación solar. La recopilación de datos fue en los días despejados, durante todo el con el equipo de medición de ,UV(medidor digital UV), Se realizó la medición de los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave aplicando la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI. Los resultados promedios del punto 1 indica que el del día 4 se define en la categoría de exposición (Alta), punto 2 indica que el día 7 se define en la categoría de exposición (Alta), punto 3 indica que el día 5 se define en la categoría de exposición (Alta), punto 4 indica que en los días

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA**  
**APLICANDO LA GUÍA PRÁCTICA DE LA OMS 1993 EN LA ZONA URBANA**  
**DE LA CIUDAD DE ILAVE – 2021**

**PRESENTADA POR:**  
**JHONY BUTRÓN POMA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO

PRESIDENTE

:   
Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA

PRIMER MIEMBRO

:   
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

ASESOR

:   
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ciencias Naturales.

Disciplina: Meteorología y ciencias atmosféricas.

Especialidad: Investigaciones en Clima

Puno, 21 de diciembre del 2023

## DEDICATORIA

Dedico esta tesina a mi esposa e hijos, quienes me apoyaron todo el tiempo .a mis docentes quienes me apoyaron para seguir adelante al enseñarme ,a mis compañeros quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegría y tristeza y a todas aquellas personas que durante estos 5 años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Jhony Butron Poma

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento está dedicado a la Universidad Privada San Carlos – Puno y a los docentes y compañeros por participar de la investigación que me guiaron y me dieron todo el apoyo para realizar esta investigación.

Jhony Butron Poma

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
INDICE DE ANEXOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b>	<b>6</b>
1.1.1. Pregunta general.	7
1.1.2. Preguntas específicas.	7
<b>1.2. ANTECEDENTES.</b>	<b>7</b>
1.2.1. Antecedentes Internacionales.	7
1.2.2. Antecedentes Nacionales.	10
1.2.3. Antecedentes Locales.	13
<b>1.3. OBJETIVOS.</b>	<b>14</b>
1.3.1. Objetivo general.	14
1.3.2. Objetivos específicos.	15

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>16</b>
---------------------------------------	-----------

2.1.1. Radiación Solar.	16
2.1.2.. Radiación solar terrestre.	16
2.1.3. Radiación térmica.	17
2.1.4. Radiación ultravioleta.	17
2.1.5. Tipos de radiación ultravioleta.	18
2.1.6. Tipos de radiación ultravioleta.	19
2.1.7. Tipos de radiación solar global.	19
2.1.8. Índice UV.	20
2.1.9.. Efectos para la salud y los seres vivos de las radiaciones UV-B Daños.	20
<b>2.2.MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>21</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>22</b>
<b>2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	<b>24</b>
2.3.1. Hipótesis general.	24
2.3.2. Hipótesis Específicas.	24
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>25</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>26</b>
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.</b>	<b>27</b>
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.</b>	<b>28</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)</b>	<b>30</b>
<b>4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>42</b>

<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Sistema de variables	28
<b>Tabla 02:</b> Resultados de monitoreo del punto 01	31
<b>Tabla 03:</b> Resultados de monitoreo del punto 02	32
<b>Tabla 04:</b> Resultados de monitoreo del punto 03	33
<b>Tabla 05:</b> Resultados de monitoreo del punto 04	34
<b>Tabla 06:</b> Resultados de monitoreo del punto 05	35
<b>Tabla 07:</b> Índice de radiación ultravioleta comparado con la nota técnica 002-	37
<b>Tabla 08.</b> Valores del IUUV en El Retiro y en Medellín	38
<b>Tabla 09:</b> Información del factor de Análisis de Varianza del factor (mW/cm <sup>2</sup> )	40
<b>Tabla 10:</b> Análisis de Varianza del Índice UV (mW/cm <sup>2</sup> )	41
<b>Tabla 11:</b> Método	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> OMS 2003 - Código internacional de colores.	8
<b>Figura 02:</b> Mapa de ubicación y los puntos de muestreo, GoogleEarth	26
<b>Figura 03.</b> Mapa de índice de radiación UV-llave	39

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	48
<b>Anexo 02:</b> Guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993).	49
<b>Anexo 03:</b> Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI.	51
<b>Anexo 04:</b> Fotómetro/medidor digital de UV, Marca Lutron, Modelo YK35UV.	53
<b>Anexo 05:</b> Cabezal UV / Numero de Serie T.019811	54
<b>Anexo 06:</b> Certificado de Calibración.	55
<b>Anexo 07:</b> Estación del trípode de sujeción equipo a 1.5 m. sobre el piso en el terminal terrestre	56
<b>Anexo 08:</b> Recopilación de datos Terminal terrestre	56
<b>Anexo 09:</b> Estación del trípode de sujeción a 1.5 m. sobre el piso-cerca del terminal	58
<b>Anexo 10:</b> Instalación de instrumento de medición - medidor digital (UV) parque Ramon Castilla	59
<b>Anexo 11:</b> Estación del trípode de sujeción a 1.5 m. sobre el piso-parque Ramon Castilla	60
<b>Anexo 12:</b> Instalación de equipo el recojo de información - parque Ramon Castilla	61
<b>Anexo 13.</b> Monitoreo de cada punto por 5m - parque Ramon Castilla	62

## RESUMEN

Se realizó el presente estudio con el objetivo de Evaluar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave – 2021, de acuerdo a la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993), los monitoreos se realizaron en el mes de agosto del 2022, los datos obtenidos de la radiación ultravioleta se comparó con el índice de la OMS para el cálculo del índice ultravioleta en la ciudad de Ilave. Se ubicaron 05 puntos estratégicos para realizar los monitoreos en los lugares más concurridos por las personas que son: (parques, plaza de armas, terminal terrestre, calles peatonales cerca a instituciones educativas), se realizó en los días con altos índices de radiación solar. La recopilación de datos fue en los días despejados, durante todo el con el equipo de medición de ,UV(medidor digital UV), Se realizó la medición de los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave aplicando la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI. Los resultados promedios del punto 1 indica que el del día 4 se define en la categoría de exposición (Alta), punto 2 indica que el día 7 se define en la categoría de exposición (Alta), punto 3 indica que el día 5 se define en la categoría de exposición (Alta), punto 4 indica que en los días 4,6 y 7 se definen en la categoría de exposición (Alta), punto 5 indica que el día 3 se define en la categoría de exposición (Alta) estos resultados muestran que los IUV están en el nivel alto de la tabla de escala de categorías. Se compararon con la Guía práctica de la OMS 1993, los resultados obtenidos se identificaron en los diferentes zonas de monitoreo, P02 3.2 mW/cm indica que la radiación es (baja) comparado con la Guía práctica de la OMS 1993. También en el P, 05 6.8mW/cm indica que la radiación es (alta) comparado con la Guía práctica de la OMS 1993.

**Palabras clave:** longitud, niveles, radiación, riesgo, ultravioleta.

## ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of Evaluating the levels of ultraviolet radiation in the urban area of the city of Ilave - 2021, according to the practical guide WHO/SDE/OEH/02.2 of the World Health Organization (WHO 1993 ), the monitoring was carried out in the month of August 2022, the data obtained from ultraviolet radiation was compared with the WHO index for the calculation of the ultraviolet index in the city of Ilave. 05 strategic points were located to carry out monitoring in the places most visited by people, which are: (parks, parade ground, land terminal, pedestrian streets near educational institutions), it was carried out on days with high rates of solar radiation. The data collection was on clear days, throughout the day with the UV measurement equipment (digital UV meter). The measurement of the ranges of UV radiation was carried out in the urban area of the city of Ilave applying Law N. ° 30102 - Technical Note No. 002-2016-SENAMHI. The average results of point 1 indicate that day 4 is defined in the exposure category (High), point 2 indicates that day 7 is defined in the exposure category (High), point 3 indicates that day 5 is defined in the exposure category (High), point 4 indicates that days 4,6 and 7 are defined in the exposure category (High), point 5 indicates that day 3 is defined in the exposure category (High) these Results show that the IUV are at the high level of the category scale table. They were compared with the 1993 WHO Practical Guide, the results obtained were identified in the different monitoring areas, P02 3.2 mW/cm indicates that the radiation is (low) compared to the 1993 WHO Practical Guide. Also in the P , 05 6.8mW/cm indicates that the radiation is (high) compared to the WHO Practical Guideline 1993.

**Keywords:** length, levels, radiation, risk, ultraviolet.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, planteó el problema de que la radiación solar UV es un carcinógeno desde 1992 y clasificó la radiación solar UV como un carcinógeno del grupo 1 (carcinógeno para los humanos) desde 2012. Otros carcinógenos conocidos del grupo 1 son el plutonio, el amianto y la radiación ionizante. Además, los cambios climáticos actuales y la reducción de la capa de ozono en aproximadamente un 4% por década desde los años 70 condujeron a una filtración disminuida de la radiación UV-A y UV-B y un aumento de la radiación UV que alcanza el nivel del mar.(OMS, 2021)

Todos estamos expuestos a la radiación ultravioleta del sol donde emite luz, calor y radiación ultravioleta. La región “UV” abarca el rango de longitud de onda de 100 a 400 nanómetros y se divide en las siguientes tres bandas: “UV-A” (315-400 nanómetros), “UVB” (280-315 nanómetros), “UV-C” (100-280 nanómetros) cuando pasa a través del sol en la atmósfera, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación “UVC” y aproximadamente el 90% de la radiación “UVB”. La absorción

de la radiación “UVA” por la atmósfera es baja. Por lo tanto, la radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra consiste en la mayoría de los rayos “UVB” (OMS, 2003).

En la ciudad de Ilave hasta el momento no existe un estudio de la radiación solar para determinar la afectación y riesgos a la salud de los habitantes, con esta investigación se monitorea en diferentes puntos de la ciudad para obtener datos de la radiación solar y comparar con la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud

### **1.1.1. Pregunta general.**

¿Cuáles son los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave - 2021?

### **1.1.2. Preguntas específicas.**

¿Cuál es el rango de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave?

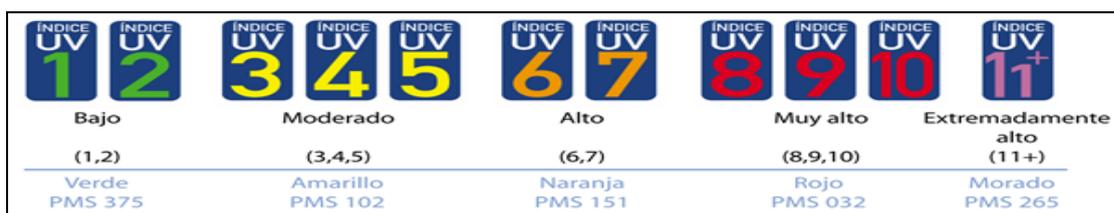
¿Cuáles son los niveles de radiación ultravioleta comparado con la guía práctica de la OMS 1993 en la zona urbana de la ciudad de Ilave?

## **1.2. ANTECEDENTES.**

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales.**

OMS (2003), señaló que si los seres humanos están expuestos a la radiación ultravioleta solar durante mucho tiempo, tendrá efectos agudos y crónicos sobre la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunológico. Las quemaduras solares y el bronceado son efectos agudos bien conocidos de la sobreexposición a la luz ultravioleta. A largo plazo, la degradación de células, tejidos fibrosos y vasos sanguíneos provocada por la radiación ultravioleta puede provocar un envejecimiento prematuro de la piel. La radiación ultravioleta también puede causar inflamación del ojo, como queratitis actínica. Se debe

utilizar un color específico para informar sobre la “UVI” solar, que no se basa en la ciencia, pero proporciona una forma de hacer que la información de la “UVI” sea más atractiva. El código de color facilita la variación entre áreas geográficas con niveles altos y bajos de radiación “UV”, y define un color básico para cada categoría. Los colores de cada categoría pueden tener diferentes matices para permitir que el valor corresponde normalmente al país / región El color cambia durante los meses de verano para una sola categoría, consulte la figura 1 para ver los código de colores internacional.



**Figura 01:** OMS 2003 - Código internacional de colores.

Sanclemente & Hernández (2010), manifiestan que la incidencia mundial de cáncer de piel se ha desarrollado en las últimas dos décadas. La acumulación o exposición prolongada a la radiación ultravioleta es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de melanoma, cáncer no melanoma y cataratas. El índice ultravioleta “IUV” tiene como objetivo proporcionar información al público para inducir la protección del sol. El objetivo es cuantificar el IUV en dos ciudades de la provincia de Antioquia, Colombia. Luego de la obtención de los resultados, se detectaron VUI mayores a 9 (media: 10) en las poblaciones del noreste de Antioquia y Medellín, Colombia.

González et al (2009), señalaron algunos conocimientos actuales sobre la física de la radiación ultravioleta y las transformaciones químicas y moleculares que pueden producir en elementos relacionados con la vida. También se describen los efectos biológicos de los rayos ultravioleta y el daño genético causado por esta radiación no ionizante. Teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana provocados por la existencia de

enfermedades genéticas, se discute el mecanismo de defensa de los organismos frente a esta toxina genética y su importancia. Finalmente, analizamos la incidencia de este contaminante ambiental en la población y la relevancia de las medidas de protección adecuadas. La conclusión es que la quimioprevención con agentes que protegen el ADN de la genotoxicidad de la radiación ultravioleta puede ser un arma importante contra sus efectos nocivos. Si utilizamos este recurso de forma inadecuada, algo tan necesario como el sol puede resultar perjudicial para la salud humana.

Castanedo et al. (2003), determinar la dosis de radiación ultravioleta que reciben los niños y adolescentes al asistir a la escuela primaria, media o secundaria en San Luis Potosí. Materiales y métodos. Se evaluaron 80 escolares seleccionados al azar entre las edades de 6 y 19 años. Al registrar el tiempo de exposición al sol de cada alumno y monitorear la radiación ultravioleta al mismo tiempo, se cuantificó la dosis para todo el año escolar y se utilizó equipo de medición de radiación terrestre para este propósito. Se excluye festivos y fines de semana. Los datos se verificaron de forma univariada y comparativa por sexo y meses de exposición; además, también se buscó un modelo de regresión para explicar la dosis de exposición solar. Los resultados mostraron que de marzo a septiembre, la dosis de radiación fue mayor. En resumen, se propuso un marco teórico para formular políticas destinadas a proteger a los estudiantes de la exposición excesiva al sol durante la escuela en México. Es razonable implementar medidas preventivas al menos durante el período máximo de exposición (marzo a junio), ya que durante este período se recibirá el 51% de la dosis anual de radiación UV. Si se evitan 8 minutos / día de exposición, se pueden reducir 39 495 J / m<sup>2</sup>, que es la dosis acumulada actual en dos años.

Gonz (2011), presenta un criterio para caracterizarla; este criterio se aplicó al caso de la radiación ultravioleta de Bogotá y consistió en calcular y analizar la relación diaria entre

las irradiancias de varias líneas de la zona ultravioleta A con varias de la zona ultravioleta B medidas al mediodía. El comportamiento de dicha relación se comparó con el procedimiento de la columna total de ozono. Las mediciones de las irradiancias se llevaron a cabo desde agosto de 2010 hasta julio de 2011. Se encontró coherencia entre la variación de la relación y la variación de la columna total de ozono, es decir, cuando se presenta mayor disminución de la radiación ultravioleta B, aumenta la columna total de ozono. Este criterio sugiere que si se dispone de un mayor conocimiento de las interacciones tanto de la radiación UV-A como de la UV-B, con distintos contaminantes atmosféricos, la relación objeto de estudio puede ser utilizada como elemento de análisis del aire, dado que la variación de la columna total de ozono en localidades como Colombia presenta un comportamiento histórico estable.

Sanclemente & Hernández (2010), se determina que la incidencia global de cáncer de piel ha aumentado en las últimas dos décadas. La acumulación o exposición prolongada a la radiación ultravioleta es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de melanoma, cáncer no melanoma y cataratas. El índice ultravioleta (IUV) tiene como objetivo proporcionar información al público para inducir la protección del sol. Objetivo: Cuantificar la IUV en dos ciudades de la provincia de Antioquia, Colombia. Resultado: Se detectó que la IUV del noreste de Antioquia y Medellín, Colombia era mayor a 9 (promedio: 10). Llegaron a la conclusión de que nuestra población está expuesta a niveles muy altos de radiación ultravioleta durante todo el año. Se deben organizar actividades publicitarias en los medios de comunicación locales para advertir al público de los peligros de una exposición excesiva a la radiación ultravioleta.

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales.**

MINSA (2013), la presente Ley N° 30102, Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar, tiene el

objeto de establecer medidas de prevención, que las instituciones y entidades públicas y privadas tienen que adoptar, para reducir los efectos nocivos para la salud ocasionados por la exposición a la radiación solar.

INEM (2016), señala que la radiación ultravioleta (RUV) viene incrementándose en los últimos años y el Perú no escapa a la situación mundial de cambios climáticos y medio-ambientales, favoreciendo así un mayor impacto negativo de la radiación solar por consecuencia de la disminución de la capa de ozono según la agencia internacional para la investigación del cáncer más conocida por sus siglas “IARC” en inglés), la radiación ultravioleta RUV) está considerada como un agente cancerígeno para el ser humano la exposición prolongada a la radiación solar produce serios problemas en la salud del ser humano por ejemplo .cataratas en los ojos , quemaduras solares en la piel , envejecimiento prematuro. Con el objetivo del uso apropiado de métodos fotoprotectores en la población en general y en las instituciones que realicen actividades laborales, educativas y deportivas recreacionales al aire libre que impliquen un riesgo prolongado a la exposición evitable a la “RUV”; fortaleciendo así una cultura preventiva y cuidado de la salud.

Suárez et al., (2012), establecieron un modelo de radiación para predecir la radiación ultravioleta (UVR) del eritema de Huancayo (impacto en la piel humana). Con estos datos de entrada, el modelo genera datos cada 3 minutos, las 24 horas del día, los 365 días del año. Para la verificación, las mediciones se utilizaron en tierra y se sincronizan con el espectrorradiómetro GUV-511 Biospherical Inc., y el modelo puede verificarse y los datos sobre días soleados y nublados pueden evaluarse por separado. Esto posibilita la implementación del modelo “TUV” para predecir la climatología anual del eritema “UVR” de Huancayo con base en el índice “UV”, brindando así a la población información

cuantitativa sobre su exposición a niveles de “UVR” y tiempo máximo de exposición al sol sin riesgo, por lo que Make decisiones para proteger su salud.

Zegara & Chambilla (2019), determinan el nivel de riesgo a la salud y las medidas preventivas por la exposición a la radiación solar en los gestores de ventas en la empresa “ECOBESA”, se aplicó un cuestionario de diseño propio el cual fue validado mediante el programa estadístico informático “SPSS V22”. Se utilizó el método de la escala de Likert, para realizar el análisis y el procesamiento de los datos recolectados se hizo uso del programa Microsoft Excel. Se llegó a los resultados de que el tiempo de exposición a los rayos del sol fue de al menos 6 horas diarias en un 100% de los gestores de ventas. Según los índices de radiación solar, brindados por el “SENAMHI”, en la ciudad de Arequipa están entre muy altos y extremos. Se encontró un nivel de prácticas preventivas de nivel medio, un nivel de actitudes preventivas de nivel alto y un nivel de conocimientos frente a la radiación solar de nivel alto.

Chambi (2018), señala que el propósito de esta investigación es estudiar y analizar el comportamiento de la actividad solar a través del número de manchas solares y su influencia en la radiación solar global y la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre, especialmente en Arequipa. El método utilizado para llevar a cabo este trabajo es realizar una investigación y análisis de datos sobre la actividad solar en base al número de manchas solares; radiación solar global y radiación ultravioleta, de los cuales los datos de manchas solares son registrados por satélites y por SILSO (1700 a la fecha) y SPACE WEATHER. (2001 a la fecha) la plataforma está publicada en la web, los datos de radiación solar global (2001-2015) y radiación ultravioleta UV-B (2009-2017) son proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Los resultados obtenidos muestran que la actividad solar tiene efecto sobre la radiación ultravioleta.

### 1.2.3. Antecedentes Locales.

Huillca et al. (2017), explicó que en el altiplano de Puno, Perú, el índice internacional de radiación ultravioleta (IUV) es superior a lo normal en determinadas épocas del año, reflejando el alto riesgo de eritema humano y cambios en los ecosistemas terrestres y acuáticos. Por esta razón la Universidad instaló una estación de medición de radiación automática y certificada, cuyo objetivo principal era encontrar un modelo espectral de la "IUV". Elija 6 días con cielos despejados y días sin nubes de forma arbitraria, 1 día por mes a partir de agosto de 2015. El modelo y los resultados medidos funcionaron bien, con un coeficiente de correlación promedio de 0,99. De igual forma, el modelo permite estimar el índice de radiación ultravioleta tipo B, que es aproximadamente del 76,4%, y el 23,6% corresponde a la radiación ultravioleta tipo A.

Callo & Flores (2019), expresan que la radiación solar ultravioleta es muy nocivo para el ser humano y la exposición prolongada puede generar cáncer en la piel, cataratas, envejecimiento prematuro por lo cual el objetivo de la presente investigación fue evaluar el conocimiento del Radiómetro "UV" como medida preventiva del riesgo de la Radiación "UV" en estudiantes del nivel secundario del Colegio Adventista Titicaca. La investigación fue de tipo pre experimental con una duración de 5 semanas, realizada en tres etapas con una muestra de 80 estudiantes. La recolección de datos fue realizada mediante la aplicación de un instrumento tipo encuesta validado. Los resultados del programa de intervención permitieron aumentar las respuestas correctas de los estudiantes post intervención. En la dimensión del conocimiento de Radiómetro "UV" en un 61%, conocimiento de la radiación "UV" en un 22% y en conocimiento sobre los efectos en la salud de la radiación "UV" en un 30%.

Huaraya (2018), señala que se realizó un estudio sobre la radiación ultravioleta incidente en la localidad de Upina, centro poblado perteneciente a la provincia de Carabaya del

departamento de Puno, donde se realizaron mediciones monitoreadas por el “SENAMHI”, para luego caracterizar la radiación ultravioleta y construir un modelo matemático de cálculo del índice ultravioleta en dicha localidad.

El análisis de la radiación ultravioleta tipo A (UVA), dio por resultado que el promedio acumulado de intensidad mensual es  $22.04 \text{ W/M}^2$  registrada mensualmente presentando un nivel de dispersión 1.7 indicando que el promedio de radiación ultravioleta no varía con gran intensidad durante todo el año, pero en comparación de los valores máximos registrados cada mes se encontró un incremento del 64% en cuanto al primera valor máximo registrado el mes de mayo, mediante las ecuaciones propuestas por la “CIE” (Comisión Internacional de Iluminación), evaluando los datos calculados por el modelo y los datos obtenidos por la estación meteorológica, se obtuvo una correlación promedio de 0.96 considerando aceptable el modelo.

Es posible medir los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave.

Los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave sobrepasan los índices de radiación establecidos en la guía práctica de la OMS 1993.

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Evaluar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave – 2021, de acuerdo a la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993).

### **1.3.2. Objetivos específicos.**

Medir los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave aplicando la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI.

Comparar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave, con la Guía práctica de la OMS 1993.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 2.1.1. Radiación Solar.

La radiación solar que atraviesa la atmósfera y llega a la superficie de la tierra se ve afectada por muchos factores: se debilita por la difusión, el reflejo en las nubes y la absorción por las moléculas de gas (como el ozono y el vapor de agua) y las partículas en suspensión (Chambi, 2018).

##### 2.1.2.. Radiación solar terrestre.

Todos los años el sol continúa calentando la tierra, cuya temperatura permanece casi sin variación. Por consiguiente, la tierra debe enviar de regreso al espacio la misma cantidad de energía. Esto solo se puede hacer por radiación. La superficie del planeta en gran medida actúa como cuerpo negro con una temperatura de 288K. de tal forma, emite energía a longitudes de onda entre 4000 y 50000nm. La intensidad máxima está casi en 10000 nm. Es por esto que a la radiación terrestre se le suele llamar radiación de onda larga. Las nubes también irradian como cuerpos negros y sólo están un poco más frías que la Tierra. El flujo necesario de retorno al espacio adopta la forma de radiación de

onda larga desde la superficie terrestre o la atmósfera, en especial la parte superior de las nubes (Chambi, 2018).

### **2.1.3. Radiación térmica.**

Se denomina radiación térmica o radiación calorífica a la emisión producida por la temperatura de los cuerpos (Sol). Esta emisión de energía se produce a expensas de la energía interna del cuerpo emisor o a costa de la energía que este último recibe del exterior, en consecuencia, la radiación emitida por un cuerpo puede ser absorbida por otro, pudiendo transformarse en calor. Este intercambio depende de sus temperaturas, y si se encuentran aislados, sabemos que llegan al equilibrio térmico (Sosa ,2019).

### **2.1.4. Radiación ultravioleta.**

Radiación electromagnética cuya longitud de onda va desde los 400 nm hasta los 15 nm. Se puede hacer artísticamente con luces de arco; la fuente natural es principalmente del sol. Esta radiación puede ser dañina para los organismos, especialmente cuando su longitud de onda es muy baja. La radiación ultravioleta con una longitud de onda de menos de 300 nm se usa para desinfectar superficies porque puede matar bacterias y virus. En el cuerpo humano, la exposición a radiación ultravioleta con una longitud de onda de menos de 310 nm puede causar quemaduras; la exposición prolongada durante varios años puede causar cáncer de piel. Si toda la radiación ultravioleta del sol llega a la superficie de la tierra, puede cubrir la mayor parte de la vida en la tierra. Afortunadamente, la capa de ozono de la atmósfera absorbe casi toda la radiación ultravioleta de baja longitud de onda. Sin embargo, la radiación ultravioleta no solo tiene efectos nocivos; la mayor parte de la vitamina "D" necesaria para que los seres humanos y los animales mantengan la salud se produce cuando la piel se expone a la radiación ultravioleta (Chambi, 2018).

### 2.1.5. Tipos de radiación ultravioleta.

**Radiación UV-A:** Con una longitud de onda entre 315 y 400 nm, el ozono lo absorbe en pequeña medida y, a medida que la longitud de onda alcanza los 350 nm, disminuye rápidamente. Para mantenerse casi constante dentro de los 400 nm, este tipo de radiación es la más dañina. Alcanza el 90% de la radiación correspondiente a la luz ultravioleta y produce efectos menos peligrosos porque tiene poca energía y es la responsable del bronceado de la piel, ya que el autor dice pensamiento (Chambi, 2018).

**Radiación UV-B:** La longitud de onda está entre 280 y 315 nm. Cabe aclarar que algunos autores creen que el valor límite de la radiación “UV-B” es de 320 nm, pero el Comité Internacional de la “CIE” fijó el valor en 315 nm. Consideraremos en nuestro trabajo que la mayor parte de la radiación es absorbida por la estratosfera. Banda de absorción). Sin embargo, un porcentaje nada despreciable (aproximadamente el 10%) llega a la superficie de la tierra. Esta radiación de baja longitud de onda y alta energía puede causar daños y reducir el crecimiento de las plantas. La exposición prolongada a esta radiación puede causar daños en la piel, como quemaduras simples (eritema solar) o mutaciones en el “ADN” de las células de la piel. Puede causar cáncer a largo plazo (Chambi, 2018).

**Radiación UV-C:** Con una longitud de onda de 100 a 280 nm, este tipo de radiación es la más dañina, especialmente dañina para los organismos, porque es muy dinámica. Esta radiación “UV-C” tiene un efecto fatal en insectos y microorganismos, e induce programas de muerte celular, esta radiación es absorbida por el oxígeno y el ozono en la estratosfera como se describió anteriormente. (Chambi, 2018).

### **2.1.6. Tipos de radiación ultravioleta.**

Johann Wilhelm Ritter, nacido en 1776, descubrió en 1801 que la radiación solar ultravioleta, comúnmente conocida como radiación ultravioleta, es parte del espectro electromagnético en el rango de 100 a 400 nanómetros. Debido a los efectos biológicos que son particularmente nocivos para la salud, se divide en tres bandas (UV-C, UV-B y UV-A) según su consideración (Chambi, 2018).

### **2.1.7. Tipos de radiación solar global.**

Se pueden distinguir tres tipos de radiación sobre la superficie terrestre las cuales varían con el tiempo, siendo por tanto aleatorias, como la nubosidad, partículas de agua, polvo y otras, como pueden ser cambios estacionales también el día y la noche, producto de los movimientos de la Tierra (rotación y translación) (Chambi, 2018).

Radiación directa  $I_D$ : Es este tipo de radiación que llega a la superficie de la tierra directamente desde el sol sin ningún cambio en su dirección. Este tipo de radiación tiene la característica de proyectar ciertas sombras a partir de los objetos opacos que la interceptan (Chambi, 2018).

Radiación difusa  $I_S$ : Forma parte de la radiación solar que atraviesa la atmósfera y es reflejada o absorbida por las nubes, por lo que se propaga en todas direcciones debido a las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, suelo, etc. Este tipo de radiación tiene la característica de no producir sombras. En comparación con las superficies verticales, las superficies horizontales reciben la radiación más difusa (Chambi, 2018).

Radiación reflejada R: La radiación reflejada desde la superficie de la tierra también se llama albedo. La superficie horizontal no recibe ninguna radiación reflejada y la superficie vertical recibe la mayor cantidad de radiación reflejada (Chambi, 2018b).

Radiación global  $I_T$ : Es la radiación total que resulta de la suma de los tres tipos de radiaciones (Chambi, 2018).

### **2.1.8. Índice UV.**

Stadler (2017). Un estudio muestra que el índice ultravioleta solar global (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación ultravioleta solar en la superficie de la tierra. La IUV se expresa como un valor mayor que cero. Cuanto mayor sea el valor, mayor será la posibilidad de que se produzcan daños en la piel y los ojos, lo que a su vez tardará menos en producirse. Existe una fuerte correlación entre el aumento significativo de la incidencia de cáncer de piel entre las personas de piel clara en todo el mundo y la exposición excesiva a la radiación ultravioleta solar. Además, esto puede estar relacionado con el uso de fuentes artificiales de radiación ultravioleta. Como se mencionó anteriormente, la exposición personal al sol es el factor de riesgo más importante para los cambios causados por la radiación ultravioleta. Por tanto, la IUV es una herramienta importante para concienciar al público sobre el riesgo de exposición excesiva y advertir de la necesidad de utilizar medidas de protección.

### **2.1.9.. Efectos para la salud y los seres vivos de las radiaciones UV-B Daños.**

**Daños genéticos.-** La radiación UV-B puede interferir con los enlaces de ADN de las moléculas rotas. Muchos de estos errores son reparados por el sistema enzimático de la célula, pero algunas mutaciones sobreviven y pueden causar cáncer, especialmente cáncer de piel. El 90% de los cánceres de piel se atribuyen a los rayos UV-B, y se supone que una reducción del 1% en la capa de ozono afectará el aumento de diferentes tipos de

cánceres de piel entre un 4% y un 6%, aunque esto no es tan claro en la mayoría de los casos. Malignidad: melanoma, su La relación con la exposición breve pero intensa a los rayos UV parece obvia, aunque pocas personas lo entienden, ¡y puede aparecer después de 20 años de sobreexposición al sol! (Acuña, 2017).

**Daños en los ojos.-** La exposición a altas dosis de luz ultravioleta puede dañar los ojos, especialmente la córnea, porque la córnea absorbe fácilmente estas radiaciones. A veces se produce ceguera temporal y es más probable que la exposición a largo plazo esté relacionada con cataratas (Acuña, 2017).

**Daños a la vida marina.-** Una de las principales preocupaciones que genera la formación del agujero de ozono en la Antártida es el impacto del aumento de los rayos ultravioleta en los océanos de la región sobre el plancton marino. El plancton se concentra en una capa a unos 2 metros cerca de la superficie del océano, que es la base de la cadena alimentaria. Algunos estudios han encontrado que dentro de las 10 a 12 semanas que coinciden con el agujero de ozono, la productividad ha caído entre un 6% y un 12%, lo que significa una caída promedio de 2% o 4%, que es una cantidad detectable, aunque no es una desastre reproductiva. (Acuña, 2017).

## 2.2.MARCO CONCEPTUAL

**Evaluación:** Evaluar si es identificar y verificarlos conocimientos, los objetivos, las habilidades, no con el fin de dar una nota sino de observar y analizar cómo avanzan los procesos de aprendizaje y formación implementados.

**Radiación ultravioleta:** La radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación no ionizante\* que es emitida por el sol y fuentes artificiales, como las camas bronceadoras.

Aunque ofrece algunos beneficios a las personas, como la producción de vitamina D, también puede causar riesgos para la salud.

**Práctica OMS:** La OMS proporciona a todos los pasantes una cobertura de seguro de enfermedad y accidentes durante toda la pasantía. La responsabilidad personal y económica de una cobertura de seguro antes de la fecha de inicio de la pasantía y después de la fecha de finalización de la misma, incluida la de los viajes de ida y vuelta al lugar de destino, incumben exclusivamente al pasante.

**Zona urbana:** es aquella donde están establecidas las grandes ciudades. Las zonas urbanas se caracterizan por estar industrializadas, mientras que en las zonas rurales predomina la naturaleza. Grandes campos donde predominan las actividades agropecuarias.

### 2.3. MARCO NORMATIVO

- **La Organización Mundial de la Salud (OMS 1993),** La presente guía práctica está destinada a ser usada por las autoridades nacionales y locales y las organizaciones no gubernamentales que realizan actividades de prevención del cáncer de piel, así como por los centros de meteorología y los medios de comunicación que informan sobre el IUV. Esta publicación puede servir de punto de partida para el desarrollo y aplicación de un enfoque sanitario integrado de protección solar y de prevención del cáncer de piel, (OMS, 1993).
- **Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI,** esta actividad operativa que se realiza a nivel mundial por casi todos los servicios meteorológicos del mundo y el SENAMHI lo viene realizando desde varios años aunque en forma limitado y restringida y ,desarrollando exitosas sensibilizaciones para que las personas estén preparados frente a los efectos dañinos de la radiación ultravioleta informado sobre el índice

ultravioleta que expresa en forma sencilla el peligro a exponerse a quemaduras solar para la irradiancia solar en el rango ultravioleta de hecho la mayor variabilidad de UVI en superficie se explica principalmente por las atenuaciones de la radiación solar debido al ángulo del sol, estos factores pueden ser caracterizados en forma general para cualquier punto, (SENAMHI, 2016).

- **Constitución política del Perú 1993**, El capítulo I el inciso 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Estado señala que es deber primordial del mismo garantizar el derecho a toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; siendo esto un derecho de todos. Asimismo, el artículo 57 de la referida carta magna establece que el Estado determina la política ambiental. En tal sentido, la Ley General de Salud señala en su artículo 103 que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales o jurídicas, lo que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares para preservar la salud de las personas, (CCP, 1993).

Artículo I.- Del derecho y deber fundamental Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país, (MINAM, 2016).

- **Ley N° 28611 de medio ambiente**, del derecho y deber fundamental Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando

particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país, (MINAM, 2003).

## **2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **2.3.1. Hipótesis general.**

Es posible que los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave están en el índice alto según la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993).

### **2.3.2. Hipótesis Específicas.**

Es posible medir los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave.

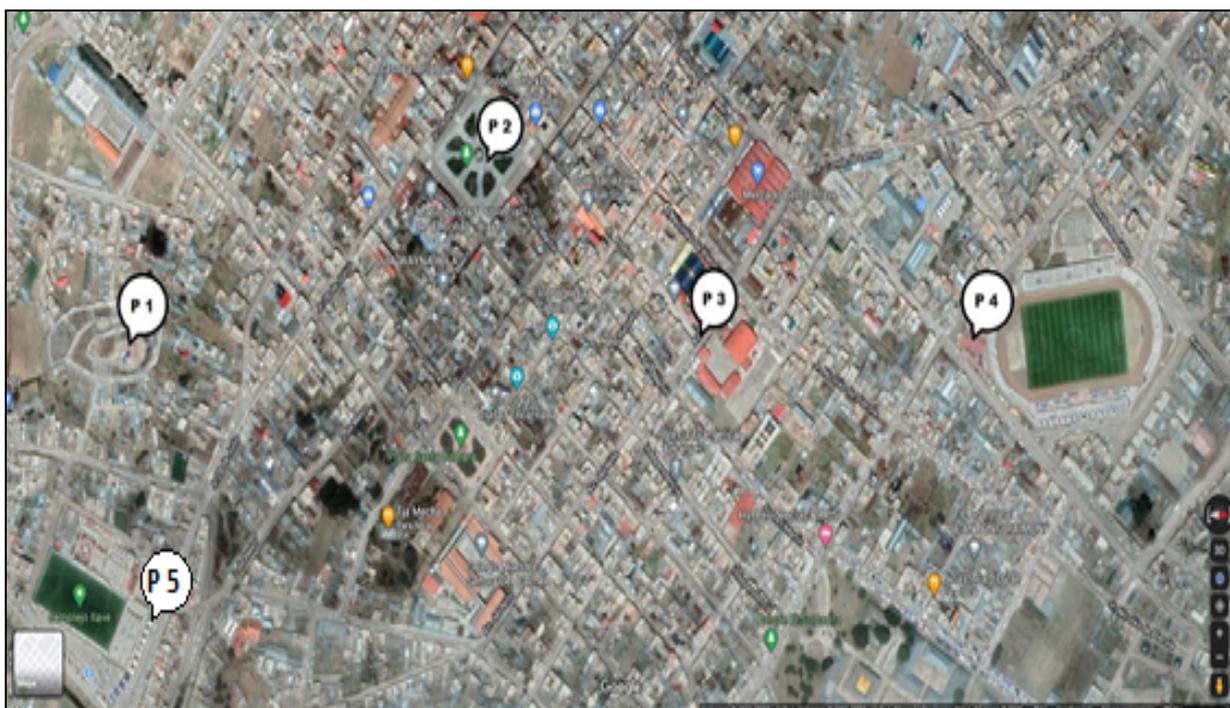
Los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave sobrepasan los índices de radiación establecidos en la guía práctica de la OMS 1993.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente proyecto se ejecutó en la zona urbana de la ciudad de Ilave, ubicada en la zona sur de la Región Puno, se caracteriza por ser una ciudad comercial y turística, considerada también como la Capital de la Gran Nación Aymara, donde se encuentran las instituciones del estado instituciones estatales y privadas. Datos geográficos de la ciudad de Ilave Latitud: 16°5`17.68" Longitud: 69°37`53.95" altura 3850 msnm. Radiación UV: nivel >11 Extremadamente alta ,Temperatura media anual: 6.5 °C, Humedad: 50%,precipitación por año: 725 mm.



**Figura 02:** Mapa de ubicación y los puntos de muestreo, GoogleEarth

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

En la presente investigación el tipo de muestreo es no probabilístico - por conveniencia de acuerdo a la Nota técnica N° 002-2016-SENAMHI. Para determinar los niveles de radiación UV.

Se ubicaron 05 puntos estratégicos para realizar los monitoreos en los lugares más concurridos por las personas que son: (parques, plaza de armas, terminal terrestre, calles peatonales cerca a instituciones educativas), ejecutando en los días con altos índices de radiación solar. El instrumento de medición empleado fue un MEDIDOR DIGITAL de UV, marca LUTRON, modelo YK-35UV, N° serie T.019811.

Los monitoreos se ejecutó en los días despejados, durante todo el día en los 05 puntos estratégicos con el equipo de medición UV, con los datos recopilados de la medición y se desarrolló la comparación con la tabla de índices de exposición a la radiación UV establecidos en la Guía práctica de la OMS 1993. considerando los niveles de radiación:

bajo (1, 2), moderado (3, 4, 5), alto (6, 7), muy alto (8, 9, 10), y extremadamente alto (11 +)

**Los puntos de muestreo se localizaron con imágenes geo referenciales.**

- **P1** = El primer punto de monitoreo se encuentra en el parque mirador San Miguel.
- **P2** = El segundo punto de monitoreo será la Plaza de Armas.
- **P3** = El tercer punto de monitoreo será Jr. Andino intersección con el Jr. El Niño.
- **P4** = El cuarto Punto de monitoreo se encuentra en el parque Ramón Castilla.
- **P5** = El quinto Punto de monitoreo se Terminal terrestre

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.**

En cuanto al diseño de investigación será no experimental - transversal, nivel descriptivo, tipo cuantitativo, mediante análisis de los datos según la tabla de categorías exposición de radiación UV de la Guía práctica de la OMS 1993 (anexo 02).

**Descriptivo:** Tiene el propósito de explicar un fenómeno especificando las propiedades importantes del mismo, a partir de mediciones precisas de variables o eventos, sin llegar a definir cómo se relacionan éstos.

**Retrospectivo:** Se determinan relaciones entre variables que se presentan en hechos ya ocurridos, sin deducir relaciones causales. En estos estudios se define una variable objetivo y se intenta relacionar con variables que pudieran afectarla.

**Correlacional:** Tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más variables. El objetivo de estos estudios es conocer el comportamiento de una variable respecto a modificaciones de otras variables, por lo que con frecuencia busca predecir y, en ocasiones, extrapolar el comportamiento de alguna variable objetivo (las

variables climatológicas serán correlacionadas), con el fin de evaluar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave.

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

**Tabla 01:** Sistema de variables

VARIABLES	INDICADORES
variable Independiente : Niveles de radiación ultravioleta	radiación UV A ,UV B , baja ,moderado, alta, muy alta ,extremadamente alta
Variable Dependiente:Cantidad de radiación,	horarios: índice de radiación UV Tiempo de Exposición

### Metodología de objetivos

- Para el objetivo 1, se realizó recopilación de datos en campo con el equipo de medición de UVA, ubicación de puntos 5 puntos con GPS, monitoreo de cada punto por un periodo de 5 minutos durante 7 días en el mes de agosto.
- Para el objetivo 2, trabajo en gabinete procesamiento de datos recopilados en campo para la comparación con la nota técnica del SENAMHI con la tabla de colores, diseño de barra de datos en excel.

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

En cuanto al diseño de investigación es no experimental - transversal, nivel descriptivo, tipo cuantitativo, mediante análisis de los datos según la tabla de categorías exposición de radiación UV de la Guía práctica de la OMS 1993 (anexo 02). Descriptivo: Tiene el

propósito de explicar un fenómeno especificando las propiedades importantes del mismo, a partir de mediciones precisas de variables o eventos, sin llegar a definir cómo se relacionan éstos. Retrospectivo: Se determinan relaciones entre variables que se presentan en hechos ya ocurridos, sin deducir relaciones causales. En estos estudios se define una variable objetivo y se intenta relacionar con variables que pudieran afectarla. Correlacional: Tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más variables. El objetivo de estos estudios es conocer el comportamiento de una variable respecto a modificaciones de otras variables, por lo que con frecuencia busca predecir y, en ocasiones, extrapolar el comportamiento de alguna variable objetivo (las variables climatológicas serán correlacionadas), con el fin de evaluar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el presente capítulo se presenta el análisis de los resultados de la investigación obtenida, basada en la información recogida en campo (anexo del 2 al 13), mediante las técnicas e instrumentos de estudio durante el período ( del mes de agosto ) con estos datos cuantitativos de análisis descriptivo se representan a través de tablas, figuras y mapas de calor el nivel de radiación, en la ciudad de Ilaya originado por los fuertes rayos del sol (radiación ultravioleta UV) . El análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos presenta un orden de acuerdo a los objetivos específicos planteados como la medición de los rangos de radiación UV en la zona urbana aplicando la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI.

#### 4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)

Medir los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilaya aplicando la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI.

Los resultados que se muestran a continuación evidencian los índices de radiación ultravioleta, tomados en los 5 puntos de monitoreo con sus diferentes valores de mW/cm<sup>2</sup>, según la guía práctica de la OMS 1993.

Según los autores González et al (2009), señalaron algunos conocimientos actuales sobre la física de la radiación ultravioleta y las transformaciones químicas y moleculares que pueden producir en elementos relacionados con la vida. También se describen los

efectos biológicos de los rayos ultravioleta y el daño genético causado por esta radiación no ionizante, este estudio es similar al presente estudio.

**Tabla 02:** Resultados de monitoreo del punto 01

PUNTO 01					
	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMADAMENTE ALTO
DIA 1		5			
DIA 2		4.5			
DIA 3		5			
DIA 4			6		
DIA 5		4.8			
DIA 6		5			
DIA 7		4.9			

Resultados del punto 01, Ubicado en la Plaza de Armas de llave en la tabla 00 se visualiza los datos máximos de monitoreo donde el día 4 muestra 6 mW/cm<sup>2</sup> (alta) y el día 2 muestra los datos mínimos de 4.5 mW/cm<sup>2</sup> (moderado), en el horario del mediodía en un periodo de medición de 5 minutos, en el mes de agosto (7 días), Según la tabla UVI de escala de colores y categoría internacional de exposición, los resultados promedios del día 4 en el cual se define la categoría de exposición (Alta) y en el intervalo de valores del IUV (6 a 7).

Según el autor Castanedo et al. (2003), determinar la dosis de radiación ultravioleta que reciben los niños y adolescentes al asistir a la escuela primaria, media o secundaria en San Luis Potosí. Materiales y métodos. Se evaluaron 80 escolares seleccionados al azar entre las edades de 6 y 19 años, al registrar el tiempo de exposición al sol de cada

alumno y monitorear la radiación ultravioleta al mismo tiempo, se cuantificó la dosis para todo el año escolar y se utilizó equipo de medición de radiación terrestre para este propósito, similar estudio al presente proyecto.

**Tabla 03:** Resultados de monitoreo del punto 02

PUNTO 02					
	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMADAMENTE ALTO
DIA 1		4			
DIA 2		5			
DIA 3		5			
DIA 4			6.2		
DIA 5		3.2			
DIA 6			6.2		
DIA 7		4.9			

Resultados del punto 02, Ubicado en el Parque mirador en la tabla 00 se visualiza los datos máximos de monitoreo donde el día 7 muestran 6.5mW/cm<sup>2</sup> (alta) y el día 1 muestra los datos mínimos de 4 mW/cm<sup>2</sup> (moderado), en el horario del mediodía en un periodo de medición de 5 minutos, en el mes de agosto, Según la tabla UVI de escala de colores y categoría internacional de exposición, los resultados promedios del día 7 en el cual se define la categoría de exposición (Alta) y en el intervalo de valores del IUV (6 a 7).

Según el autor de similar contenido Gonz (2011), presenta un criterio para caracterizarla; este criterio se aplicó al caso de la radiación ultravioleta de Bogotá y consistió en calcular y analizar la relación diaria entre las irradiancias de varias líneas de la zona ultravioleta A

con varias de la zona ultravioleta B medidas al mediodía. El comportamiento de dicha relación se comparó con el procedimiento de la columna total de ozono. Las mediciones de las irradiancias se llevaron a cabo desde agosto de 2010 hasta julio de 2011. Se encontró coherencia entre la variación de la relación y la variación de la columna total de ozono, es decir, cuando se presenta mayor disminución de la radiación ultravioleta B, aumenta la columna total de ozono.

**Tabla 04:** Resultados de monitoreo del punto 03

PUNTO 03					
	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMADAMENTE ALTO
DIA 1		4.5			
DIA 2		5.5			
DIA 3		5			
DIA 4		5.9			
DIA 5			6.6		
DIA 6		4.3			
DIA 7		5.7			

Resultados del punto 03, Ubicado en el Jiron Andino / en la tabla 00 se visualiza los datos máximos de monitoreo donde el día 5 muestra 6.6 mW/cm<sup>2</sup> (alta) y el día 3 muestra los datos mínimos de 5 mW/cm<sup>2</sup> (moderado), en el horario del mediodía en un periodo de medición de 5 minutos, en el mes de agosto, Según la tabla UVI de escala de colores y categoría internacional de exposición, los resultados promedios del día 5 en el cual se define la categoría de exposición (Alta) y en el intervalo de valores del IUV (6 a 7).

**Tabla 05:** Resultados de monitoreo del punto 04

	PUNTO 04				
	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMADAMENTE ALTO
DIA 1		5.9			
DIA 2		5			
DIA 3		5.7			
DIA 4			6.8		
DIA 5		5.5			
DIA 6			6.2		
DIA 7			6.8		

Resultados del punto 04, Ubicado en el Parque Ramón castilla en la tabla 00 se visualiza los datos máximos de monitoreo donde el día 3 muestra 6,8 mW/cm<sup>2</sup> (alta) y el día 2 muestra los datos mínimos de 5 mW/cm<sup>2</sup> (moderado), en el horario del mediodía en un periodo de medición de 5 minutos, en el mes de agosto, Según la tabla UVI de escala de colores y categoría internacional de exposición, los resultados promedios de los días 4,6y7 en el cual se define la categoría de exposición (Alta) y en el intervalo de valores del IUV (6 a 7).

Según el autor Sanclemente & Hernández (2010), se determina que la incidencia global de cáncer de piel ha aumentado en las últimas dos décadas. La acumulación o exposición prolongada a la radiación ultravioleta es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de melanoma, cáncer no melanoma y cataratas. El índice ultravioleta (IUV) tiene como objetivo proporcionar información al público para inducir la protección del sol.

**Tabla 06:** Resultados de monitoreo del punto 05

	PUNTO 05				
	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	EXTREMADAMENTE ALTO
DIA 1			6.5		
DIA 2			6		
DIA 3			6.6		
DIA 4		5.4			
DIA 5		5			
DIA 6		4.9			
DIA 7			6.5		

Resultados del punto 05, Ubicado en el Terminal Terrestre en la tabla 00 se visualiza los datos máximos de monitoreo donde el día 3 muestra 6.6 mW/cm<sup>2</sup> (alta) y el día 5 muestra los datos mínimos de 5 mW/cm<sup>2</sup> (moderado), en el horario del mediodía en un periodo de medición de 5 minutos, en el mes de agosto, Según la tabla UVI de escala de colores y categoría internacional de exposición, los resultados promedios del día 3 en el cual se define la categoría de exposición (Alta) y en el intervalo de valores del IUV (6 a 7).

Al comparar los resultados con la investigación de Huillca et al. (2017) En La región altiplánica de Puno- Perú el Índice de Radiación Ultravioleta (IUV) sobre la escala internacional son superiores a los normales en determinadas estaciones del año y reflejan alto riesgo de eritema en las personas, alteraciones en el ecosistema terrestre y acuático. Se escogieron arbitrariamente 6 días de cielo claro sin nubes, un día por cada mes desde agosto del 2015. Se demostró una buena performance entre el modelo y

las mediciones, siendo la correlación en promedio 0.99. Así mismo el modelo permite estimar el índice de la radiación ultravioleta tipo B que es aproximadamente un 76.4% y un 23.6 % corresponde al tipo A, esto es cuando el sol se encuentra en el cenit. Por otro lado las mediciones muestran un comportamiento sinusoidal notándose cierta estabilidad en el verano, los valores Índice máximo diario fue en promedio de 14 desde octubre hasta febrero.

Según el autor de similar estudio Suárez et al., (2012), establecieron un modelo de radiación para predecir la radiación ultravioleta (UVR) del eritema de Huancayo (impacto en la piel humana). Con estos datos de entrada, el modelo genera datos cada 3 minutos, las 24 horas del día, los 365 días del año, Para la verificación, las mediciones se utilizaron en tierra y se sincronizan con el espectrorradiómetro GUV-511 Biospherical Inc., y el modelo puede verificarse y los datos sobre días soleados y nublados pueden evaluarse por separado. Esto posibilita la implementación del modelo "TUV" para predecir la climatología anual del eritema "UVR" de Huancayo con base en el índice "UV".

#### **4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)**

Comparar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilaya, con la Guía práctica de la OMS 1993.

El procedimiento que se realizó para comparar los niveles de radiación ultravioleta donde recomienda protección e incluso un código de colores según el valor del índice Ultravioleta.

**Tabla 07:** Índice de radiación ultravioleta comparado con la nota técnica 002-

PUN- TOS	HORAR IO	MEDIDAS. mW/CM		NOTA TÉCNICA 002- 2016- SENAMHI / GUIA PRACTICA DE LA IMS 1993.				
		MÍNIMO mW/CM 2	MÁXIMO mW/CM2	BAJA	MODERA DO	ALTA	MUY ALTA	EXTREMA DAMENTE ALTA
P 01	MEDIO DIA	5mW/c m2	6 mW/cm2		5mW/cm2	6 mW/cm2		
P 02	MEDIO DIA	3.2mW/ cm2	6.5mW/cm 2	3.2m W/cm 2		6.5mW/cm2		
P 03	MEDIO DIA	5 mW/cm 2	6.6 mW/cm2		5 mW/cm2	6.6 mW/cm2		
P 04	MEDIO DIA	5 mW/cm 2	6.8 mW/cm2		5 mW/cm2	6.8 mW/cm2		
P 05	MEDIO DIA	5 mW/cm 2	6.8 mW/cm2		5 mW/cm2	6.8 mW/cm2		

En la tabla se muestra los datos promedios de mínimo y máximo de la radiación ultravioleta en los 5 puntos de monitoreo en el horario de mediodía para comparar los resultados obtenidos se identificaron los niveles y su comportamiento de radiación, en los diferentes zonas de la aplicación, P02 (3.2 mW/cm<sup>2</sup>) indica que la radiación es (baja) comparado con la nota técnica 002-2016-SENAMHI. también en el P,05 (6.8mW/cm<sup>2</sup>) indica que la radiación es (alta) comparado con la nota técnica 002-2016-SENAMHI

Al comparar los resultados con la investigación de Sanclemente & Hernández (2010), la clasificación utilizada universalmente para el IUV, los valores obtenidos en Medellín se consideran como “muy altos”, y los de El Retiro como “extremos”. Con el fin de mostrar el comportamiento del IUV durante el día, en la tabla n.º 2 se muestra el IUV obtenido en dos días diferentes en el municipio de El Retiro, ubicado en el oriente Antioqueño,

señalando que a partir de las 09:00 se registraron niveles que según la clasificación universal son considerados como “altos”, “muy altos” e incluso

**Tabla 08.** Valores del IUV en El Retiro y en Medellín

		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	diciembre
<b>Medellín (año 2000) 6º M</b>		10	10	11	12	10	10	10	9	11	11	11	11
<b>El retiro (año 2023) 6º M</b>		ND*	ND	ND	ND	ND	14	15	16	16	15	14	16

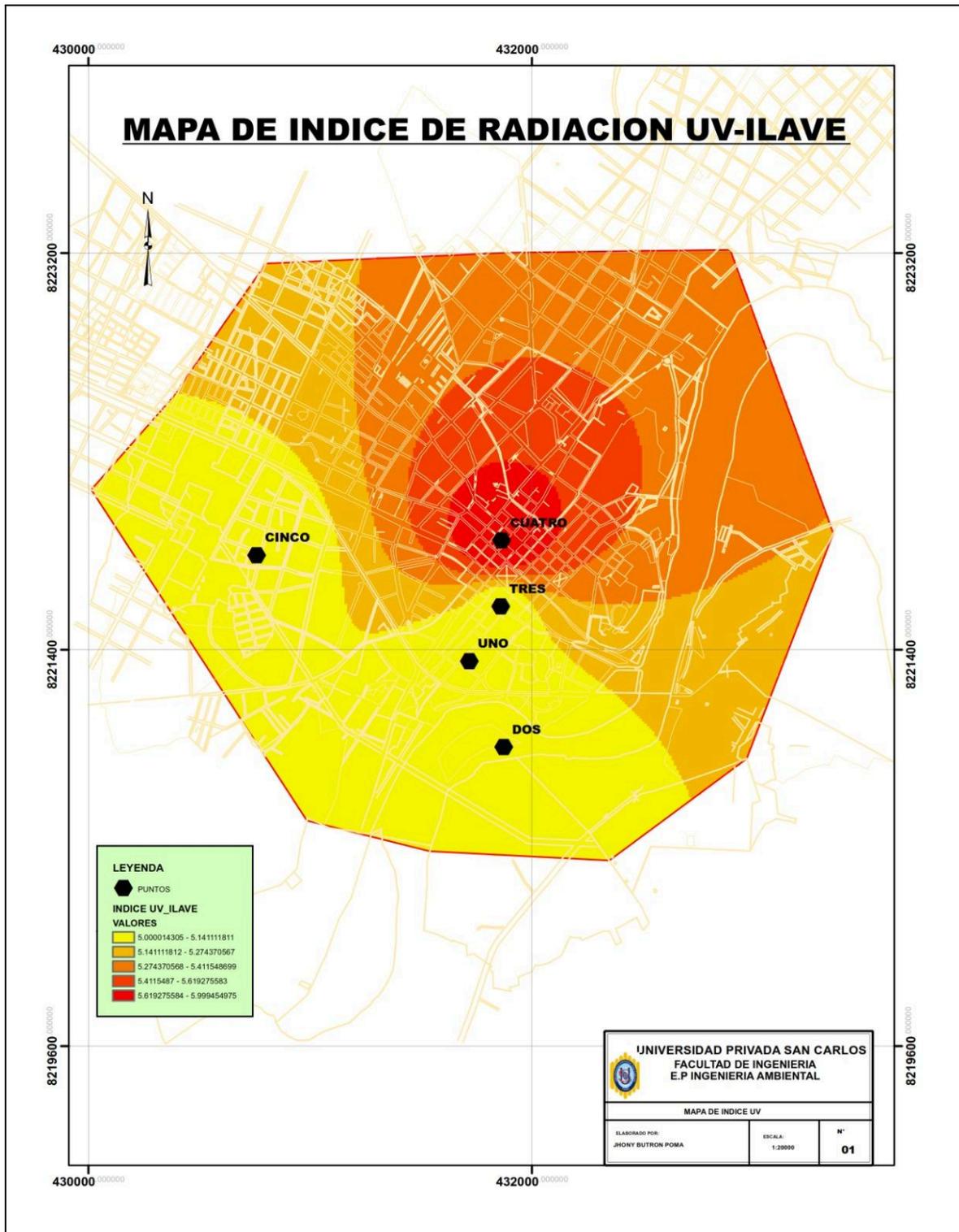


Figura 03. Mapa de índice de radiación UV-Ilave

Los puntos N° 1, 2 y 5 se encuentran en un valor **bajo**, es decir dentro del rango de índice ultravioleta (3-5), como se describe en resultados de campo.

El punto N° 3, se encuentra en el valor de **bajo**, pero con la diferencia de los puntos 1,2 y 5; que el Punto N° 3 es ligeramente mayor (con 0.1-0.6 de variación) en índice de ultravioletas UVI.

El punto N° 4 se encuentra se puede apreciar que tiene valor **moderado**, es decir dentro de los rangos de índice ultravioletas (6-8), como se describe en resultados de campo.

En síntesis el punto N° 4, se tiene que tomar medidas preventivas, comparado con la nota técnica 002-2016-SENAMHI.

## RESULTADOS ESTADÍSTICOS

En los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para un diseño completamente al azar (DCA), realizando a los datos obtenidos en los siete días por cada punto con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ), ANOVA de un solo factor: P1, P2, P3, P4, P5.

**Tabla 09:** Información del factor de Análisis de Varianza del factor (mW/cm<sup>2</sup>)

Factor	Niveles	Valor
Factor	5	P1, P2, P3, P4, P5

**Tabla 10:** Análisis de Varianza del Índice UV (mW/cm<sup>2</sup>)

Fuente de variaciones	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor P
<b>Factor</b>	4	0.2429	0.06071	0.45	0.769
<b>Error</b>	30	4.0200	0.13400		
<b>Total</b>	34	4.2629			

**Tabla 10:** Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

De acuerdo a la tabla N°01, indica los factores de tratamientos (puntos) y bloques (horarios), la tabla muestra los resultados donde indica el análisis de la F calculada de Fisher para conocer si hay alguna diferencia en las medias, así mismo se calcula la (F crítica) en Minitab (probabilidad, grados de libertad) para realizar la comparación con la hipótesis nula y la hipótesis alterna, para tratamientos (puntos), dice que si la F calculada (0,45) es igual (0.76) entonces no se rechaza la hipótesis nula. Para bloques (horarios) dice que sí la F calculada (0,45) es mayor que la F crítica (0.76) se aprueba la hipótesis alterna (todas las medias son iguales), en este caso es importante conocer en donde se dieron la diferencia en los puntos aquí es donde se hace la prueba de tukey para conocer en dónde se dan las diferencias en las medias

## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** Los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilaye – 2021, de acuerdo a la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993). con los datos interpretados se determina que los niveles de UV son altos en los puntos N° 2 (5 mw/cm ) y N° 5 (6.8 mw/cm), asimismo se realizó la comparación con los niveles que se muestra en la tabla de escala de categorías de la nota técnica 002-2016-SENAMHI.

**SEGUNDA.** Para la medición de los niveles de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilaye se aplicó la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI. Y los resultados promedios del punto N° 1 indica que el día 4 se define en la categoría de exposición (Alta), punto N° 2 indica que el día 7 se define en la categoría de exposición (Alta), punto N° 3 indica que el día 5 se define en la categoría de exposición (Alta), punto N° 4 indica que en los días 4,6 y 7 se definen en la categoría de exposición (Alta), punto N° 5 indica que el día 3 se define en la categoría de exposición (Alta) estos resultados muestran que los IUV están en el nivel alto de la tabla de escala de categorías.

**TERCERA.** Según la normativa de la Guía práctica de la OMS 1993, los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilaye son altos, los datos promedios de mínimo y máximo de la radiación ultravioleta en los 5 puntos de monitoreo en el horario del mediodía, se determina los resultados de radiación punto N° 2 (3.2 mW/cm) indica que la radiación es (baja) comparado con la Guía práctica de la

OMS 1993. Asimismo en el punto N° 5  $6.8\text{mW/cm}$  indica que la radiación es (alta) comparado con la Guía práctica de la OMS 1993

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.** Se recomienda a la Municipalidad Provincial de El Collao al área de medio ambiente implementar este tipo de monitoreos, por otro lado mediante este proyecto de investigación, se pueda proponer una propuesta de ley, para que las instituciones públicas realicen monitoreos de radiación ultravioleta UV mensualmente durante el año. Considerando la ubicación geográfica en la que nos encontramos, también es necesario un seguimiento en el tiempo para evaluar la duración de los conocimientos, incluso un código de colores según el valor del Índice Ultravioleta. Con la finalidad de hacer extensivas estas recomendaciones. A modo de ejemplo se incluye en el código de colores del Índice UV junto a unas.

**SEGUNDA.** Se recomienda al hospital de llave realizar monitoreos sobre la radiación ultravioleta en instituciones públicas y privadas y así mismo recomendar realizar sensibilización sobre la radiación solar para prevenir enfermedades como cáncer a la piel cáncer a los ojos a instituciones educativas siempre utilizando los código de colores establecidos por la Guía práctica de la OMS 1993

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, S. (2017). Radiación Ultravioleta en Arequipa 2016—2017 [PhD Thesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN.
- Cayó, A., Flores, N. (2019). Programa de intervención sobre conocimiento del Radiómetro UV como medida preventiva del riesgo de la radiación UV en estudiantes del nivel secundario del colegio Adventiste del Titicaca, Juliaca—Peru, 2019 [PhD Thesis]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2671>
- Castanedo, J., Lepe, V., & Gordillo, A. (2003). Dosis de radiación ultravioleta en escolares mexicanos. *Salud Pública de México*, 45(6), 439-444. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342003000600003>
- Chambi, V. (2018a). Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa [PhD Thesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.
- Chambi, V. (2018b). Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa [PhD Thesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.
- Gonz, J. (2011). Una caracterización de la radiación solar ultravioleta en Bogotá. *MOMENTO*, 42, 66-76.
- Gonzales, M., Vernhes, M., & Sanchez, A. (2009). La radiación ultravioleta, su efecto dañino y consecuencias para la salud Humana. *Theoria*, 18(2)
- Huaraya, F. (2018). Caracterización y Modelización de la Radiación Ultravioleta Solar Aplicado en Upina, Puno—2014 [PhD Thesis].

- Huillca, M., Taipe, C., & Saavedra, Miguel. (2017). Índice Ultravioleta en la ciudad de Puno para cielos claros. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(2), 1-8. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.280>
- INEN. (2016). Documento técnico: Manual de prevención del cáncer de piel inducido por la exposición prolongada a la radiación ultravioleta (RUV).
- MINSA. (2013). Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar LEY N° 30102. *Diario El Peruano*, 4-5.
- OMS. (2003). Guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud
- Sanclemente, G., & Hernández, G. (2010). Altos índices de radiación ultravioleta en Medellín y en una localidad del oriente antioqueño (Colombia). *Iatreia*, 23(2),
- Sosa, A. (2019). Prácticas de medidas preventivas contra los efectos de los rayos ultravioletas en los agricultores de la empresa ACELIM de Perú—Piura Febrero 2019 [PhD Thesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.
- Stadler, C. (2017). Estudio del impacto de la radiación solar Ultravioleta en las personas por medio de información de satélite.
- Suárez, L., Contreras, A., & Trigoso, H. (2012). Modelamiento y pronóstico del índice ultravioleta solar en Huancayo. *Apuntes de Ciencia y Sociedad*, 02(02), 1-10. <https://doi.org/10.18259/acs.2012016>
- Zegarra, A., & Chambilla, J. (2019). Determinación del nivel de riesgo y medidas preventivas por exposición a radiación solar para gestores de ventas en ECOBESA – Arequipa 2018 [PhD Thesis]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ.

## ANEXOS

**Anexo 01: Matriz de consistencia  
TÍTULO: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA APLICANDO LA GUÍA PRÁCTICA DE LA OMS 1993 EN LA ZONA URBANA DE LA ILAVE – 2021 DE ILAVE - 2021.**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
<p><b>PREGUNTA GENERAL:</b> ¿Cuáles son los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave - 2021?</p> <p><b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS:</b> ¿Cuál es el rango de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave? ¿Cuáles son los niveles de radiación ultravioleta comparado con la guía práctica de la OMS 1993 en la zona urbana de la ciudad de Ilave?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave – 2021, de acuerdo a la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993).</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b> Medir los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave aplicando la Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI.</p> <p>Comparar los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave, con la Guía práctica de la OMS 1993.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> Es posible que los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave este en el índice alto según la guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993).</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b> Es posible medir los rangos de radiación UV en la zona urbana de la ciudad de Ilave. Los niveles de radiación ultravioleta en la zona urbana de la ciudad de Ilave sobrepasan los índices de radiación establecidos en la guía práctica de la OMS 1993.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE:</b> Niveles de radiación ultravioleta Dimensión: la ciudad de Ilave zona urbana (parques, plaza de armas, terminal terrestre, calles peatonales cerca a instituciones educativas) Indicador: Radiación UV A - UV B Baja, moderada, alta, muy alta, extremadamente alta.</p> <p><b>DEPENDIENTE:</b> Cantidad de radiación que incidirá sobre la Ciudad de Ilave Dimensión: 5 puntos de monitoreo Indicador: Índice de radiación UV Tiempo de exposición</p>	<p>Indicador: Radiación UV A - UV B Baja, moderada, alta, muy extremadamente alta. Indicador: Índice de radiación UV Tiempo de exposición</p>	<p>En cuanto al diseño de investigación comparativo, descriptivo, cuantitativo, mediante análisis de los datos según la resolución presidencial ejecutiva N° 265-2016/SENAMHI.</p>	<p>Se registraron los niveles de radiación ultravioleta en la ciudad de Ilave considerando como principal la plaza de armas, parque mirador, parque Ramón Castilla, Jr. Andino y Terminal terrestre donde se concentran la mayor cantidad de personas</p>

**Anexo 02: Guía práctica WHO/SDE/OEH/02.2 de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1993).**



Recomendación conjunta de:

**Organización Mundial de la Salud**



**Organización Meteorológica Mundial**



**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**



**Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante**



# Comunicación del índice UV

## SISTEMA BÁSICO

### COMUNICACIÓN DE LOS VALORES DEL IUV

El IUV es una medida de la intensidad de la radiación UV sobre la superficie terrestre que tiene relación con los efectos sobre la piel humana.

- La información sobre el IUV debe proporcionar al menos el valor máximo diario. En la predicción o comunicación de un máximo diario debe utilizarse el valor medio de 30 minutos. Si se dispone de observaciones continuas, es útil manejar valores medios de periodos de 5 a 10 minutos para mostrar los cambios a corto plazo.
- El IUV debe presentarse como un valor único redondeado al número entero más próximo.

- Sin embargo, cuando la nubosidad es variable el IUV debe notificarse mediante un intervalo de valores. Las predicciones del IUV deben tener en cuenta los efectos de las nubes sobre la transmisión de la radiación UV a través de la atmósfera. Los programas que no tengan en cuenta los efectos de las nubes en sus predicciones deberán especificar que se trata de un IUV "con cielo despejado" o "sin nubes".

Los valores del IUV se dividen en categorías de exposición (Tabla 1). Los servicios de información meteorológica de un país o de un medio de comunicación pueden informar sobre la categoría de exposición, el valor o intervalo de valores del IUV, o ambos.

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
<b>BAJA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>MODERADA</b>	<b>3 A 5</b>
<b>ALTA</b>	<b>6 A 7</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>8 A 10</b>
<b>EXTREMADAMENTE ALTA</b>	<b>11+</b>

Tabla 1: Categorías de exposición a la radiación UV

### NO SE RECOMIENDA INFORMAR DE LOS TIEMPOS DE EXPOSICIÓN SIN RIESGO DE QUEMADURA

En numerosos países se ha utilizado el concepto de "tiempo de exposición sin riesgo de quemadura", ya que este concepto sencillo puede traducirse directamente en acciones. Sin embargo, la población tiende a interpretar que la existencia de un "tiempo de exposición sin riesgo de quemadura" significa que existe un nivel seguro de exposición al sol sin protección. En consecuencia, cuando se relacionan los valores del IUV con "tiempos de exposición sin

riesgo de quemarse" o con "tiempos de bronceado seguro" se transmite un mensaje equivocado a la población. El IUV no debe dar a entender que puede prolongarse la exposición. Aunque el objetivo prioritario de la prevención primaria del cáncer de piel es evitar las quemaduras solares, la exposición acumulada a la radiación UV desempeña un papel primordial en el desarrollo de los cánceres de piel y acentúa los daños oculares y del sistema inmunológico.

## Anexo 03: Ley N° 30102 - Nota Técnica N° 002-2016-SENAMHI.

### Nota Técnica 002-2016-SENAMHI

#### Pronóstico del índice de radiación solar ultravioleta a nivel nacional

Luis Alfaro Lozano<sup>1</sup>, Alan Llacza Rodriguez<sup>2</sup>, Odón Sánchez Ccoyllo<sup>3</sup>

#### RESUMEN

*El SENAMHI viene desarrollando exitosas campañas de sensibilización para que las personas estén mejor preparadas frente a los efectos dañinos de la radiación ultravioleta (RUV), en particular informando sobre el índice ultravioleta (UVI por sus siglas en inglés) que es un valor numérico que expresa en forma sencilla el peligro a exponerse a quemadura solar por la irradiancia solar en el rango ultravioleta.*

*El pronóstico de este índice es una de las actividades operativas que se realiza a nivel mundial por casi todos los servicios meteorológicos del mundo y el SENAMHI lo viene realizando desde hace varios años aunque en forma limitada y restringida a 10 ciudades del país.*

*Desde nuestro punto de vista, esta limitación se debe a dos razones: la primera es que se vincula el pronóstico estrictamente a los puntos de observación en superficie y la segunda porque no se utilizan herramientas a disposición para desarrollar un sistema automatizado de pronóstico asociado a modelos numéricos meteorológicos y a observaciones satelitales de ozono.*

*La literatura científica ha demostrado que la irradiancia solar en el rango del espectro ultravioleta puede ser pronosticada como un valor máximo a nivel de superficie (cielo despejado, sin nieve y sin contaminación) teniendo en cuenta los cambios: de la cantidad de ozono estratosférico sobre un determinado lugar; del espesor del camino que deben atravesar los rayos solares para llegar a la superficie terrestre, determinado por el ángulo cenital solar que depende de la latitud, longitud, hora y día del año); de la distancia tierra sol, porque la tierra describe una elipse y no un círculo cuando recorre su camino alrededor del sol; y de la altitud, dado que los rayos solares son menos atenuados en la medida que más alto se encuentre el lugar.*

*De hecho la mayor variabilidad del UVI en superficie se explica principalmente por la atenuación de la radiación solar debido al ángulo del sol y a la columna de ozono, estos dos factores pueden ser caracterizados en forma general para cualquier punto del globo terráqueo, contándose con datos de satélite y pronósticos de ozono muy precisos para todo el globo en forma operativa todos los días.*

*También esta literatura muestra que hay factores de carácter local que pueden provocar cambios en la estimación del UVI, destacando la nubosidad, la presencia de aerosoles (por ejemplo contaminantes que absorben RUV) y la reflexión de la*



<sup>1</sup> Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica - DMA - SENAMHI

<sup>2</sup> Subdirección de Modelado Numérico SMN – DMA - SENAMHI

<sup>3</sup> Subdirección de Evaluación Ambiental de la Atmósfera SEA – DMA - SENAMHI

## Nota Técnica 002-2016-SENAMHI

Es importante mencionar que bajo estas consideraciones incluso los autores que cuestionan el índice proponen mantener los colores de la escala internacional (Tabla 11), pero sin limitarse a 11.

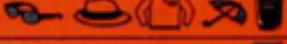
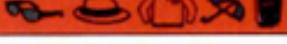
Tabla 12: UVI escala de colores y categoría internacional de exposición

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
<b>BAJA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>MODERADA</b>	<b>3 A 5</b>
<b>ALTA</b>	<b>6 A 7</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>8 A 10</b>
<b>EXTREMADAMENTE ALTA</b>	<b>11+</b>

Tomado de OMS (2003)

Cabe destacar que el SENAMHI actualmente presenta en sus informes una escala y colores diferentes a los establecidos por la OMS. Ver Tabla 12

Tabla 13: Escala utilizada actualmente por el SENAMHI

Valor del Índice	Nivel de Riesgo
1 – 2 	<b>Mínimo</b>
3 – 5 	<b>Bajo</b>
6 – 8 	<b>Moderado</b>
9 – 11 	<b>Alto</b>
12 – 14 	<b>Muy Alto</b>
14 + 	<b>Extremo</b>

Esta escala de colores no es ni práctica ni conveniente a efectos de realizar una comparación internacional del UVI, sobre todo si tomamos en cuenta que el cálculo del índice UV es el mismo, ya que utiliza el mismo espectro de acción eritemática que el usado internacionalmente (OMS, 2003).

En tal sentido es pertinente seguir esa sugerencia tal como lo hacen otros centros meteorológicos como el SMN de Argentina o el CPTC de Brasil, en tal sentido se propone la escala de colores descrita en la Tabla 14



**Anexo 04:** Fotómetro/medidor digital de UV, Marca Lutron, Modelo YK35UV.



**Anexo 05:** Cabezal UV / Numero de Serie T.019811



Anexo 06: Certificado de Calibración.



# ZAMTSU SERVICIOS S.A.C.

*Calibración Homologada de Certificado*

Página 1 de 3

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° ZS-FT-279-2021

EXPEDIENTE:	REG-2251
FECHA DE CALIBRACIÓN:	31/05/2021
SOLICITANTE:	BUTRON POMA JHONY
DIRECCIÓN:	PARCIALIDAD PAICHA A 5 KMDE ILAVE PUNO-EL COLLAO-ILAVE
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:	MEDIDOR DIGITAL DE UV
RESOLUCIÓN:	0,01 mW/cm2; 0,01 mW/cm2.
ALCANCE DE INDICACIÓN:	0,01 mW/cm2 a 1,999 mw/cm2; 0,01 mw/cm2 a 19.99mW/cm2
MARCA:	LUTRON
MODELO:	YK-35UV
PROCEDENCIA:	TAIWAN
N° DE SERIE:	T.019811

❖ **OBSERVACIONES:**

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado, y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.
- La incertidumbre reportada en el presente certificado está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de 95%.
- Iluminancia Convencionalmente Verdadero, {ICV} = Valor medido + corrección.

Fecha



31-05-2021



Carlos Salvatierra Cantoral  
Jefe Dpto. de Calibración



Jhon Reñifo Laura  
Técnico Metrologo

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

Jr. Enrique Barrón N° 1065 - Santa Beatriz - Lima01  
 metrologia@zamtsservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 217  
 ventas@zamtsservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 222

www.zamtsservicios.com  
 981383497  
 Celular: 952104538

**Anexo 07:** Estación del trípode de sujeción equipo a 1.5 m. sobre el piso en el terminal terrestre



**Anexo 08:** Recopilación de datos Terminal terrestre



**Anexo 09:** Estación del trípode de sujeción a 1.5 m. sobre el piso-cerca del terminal



**Anexo 10:** Instalación de instrumento de medición - medidor digital (UV) parque Ramon

Castilla



**Anexo 11:** Estación del trípode de sujeción a 1.5 m. sobre el piso-parque Ramon Castilla



## Anexo 12: Instalación de equipo el recojo de información - parque Ramon Castilla



### Anexo 13. Monitoreo de cada punto por 5m - parque Ramon Castilla

