

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Medicina Humana

Tesis

**Relación de las mediciones de concentración de
radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer
al pulmón en la población de la provincia de
Huancayo - 2024**

Abigayl Ana Lozano Cpacha
Miguel Angel Sanchez Rojas

Para optar el Título Profesional de
Médico Cirujano

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Claudia María Teresa Ugarte Taboada
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

DE : Walter Stive Calderón Gerstein
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 12 de marzo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "RELACIÓN DE LAS MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y EL RIESGO DE PRESENTAR CÁNCER AL PULMÓN EN LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO - 2024", perteneciente a los estudiantes Abigayl Ana Lozano Capcha y Miguel Angel Sanchez Rojas, de la E.A.P. de Medicina Humana; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 10 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: cero) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,


Dr. Walter Calderón Gerstein
C.M.P. 28967 - R.N.E. 18660
MEDICO INTERNISTA

Asesor de tesis

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Lozano Capcha Abigayl Ana, identificada con Documento Nacional de Identidad No. 71624402, de la E.A.P. de Ciencias de la Salud de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "RELACIÓN DE LAS MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y EL RIESGO DE PRESENTAR CÁNCER AL PULMÓN EN LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO - 2024", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Médico Cirujano.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

12 de marzo de 2024.



Abigayl Ana Lozano Capcha

DNI. No. 71624402

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Angel Sanchez Rojas, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 74978936, de la E.A.P. de Ciencias de la Salud de la Facultad de MEDICINA HUMANA de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "RELACIÓN DE LAS MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y EL RIESGO DE PRESENTAR CÁNCER AL PULMÓN EN LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO - 2024", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Médico Cirujano.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

12 de marzo de 2024.



MIGUEL ANGEL SANCHEZ ROJAS

DNI. No. 74978936

RELACIÓN DE LAS MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y EL RIESGO DE PRESENTAR CÁNCER AL PULMÓN EN LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO - 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.foronuclear.org Fuente de Internet	1%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	1%
6	www.neumomadrid.org Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
8	web.archive.org Fuente de Internet	1%

9	www.udh.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	riunet.upv.es Fuente de Internet	1 %
11	1library.co Fuente de Internet	1 %
12	Aina Noverques Medina. "Estudio del comportamiento del gas radón (^{222}Rn) en los procesos de transferencia en agua y en aire", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros padres por su apoyo incondicional y a todas las personas que a lo largo de nuestra vida contribuyeron con nuestra formación académica, los cuales han sido de gran importancia en cada meta trazada.

Agradecimiento

Queremos agradecer a nuestro asesor por su apoyo incondicional, al igual que al resto de docentes de la facultad por sus enseñanzas. Asimismo, a nuestra universidad por abrirnos sus puertas para nuestra formación profesional.

Agradecemos a nuestros padres, quienes nos ayudaron a superar todas las dificultades y nos animaron a persistir durante los años de estudio. A nuestros amigos por todos los momentos compartidos, consejos y palabras de aliento durante estos años. Y a nosotros mismos, por no darnos por vencidos cuando aún creíamos que no podíamos más.

Gracias

Índice de contenido

Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice de contenido.....	ix
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
CAPÍTULO I.....	15
Planteamiento del estudio.....	15
1.1 Delimitación de la investigación.....	15
1.1.1.Delimitación territorial.....	15
1.1.2. Delimitación temporal.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	17
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Justificación.....	18
1.4.1 Justificación teórica.....	18
1.4.2 Justificación práctica.....	19
1.4.3 Justificación metodológica.....	19
CAPÍTULO II.....	20
Marco teórico.....	20
2.1 Antecedentes del problema.....	20
2.2 Bases teóricas.....	23
2.3 Definición de términos básicos.....	24
CAPÍTULO III.....	26
Hipótesis y variables.....	26
3.1 Hipótesis.....	26
3.1.1 Hipótesis general.....	26
3.1.2 Hipótesis específicas.....	26
3.2 Identificación de variables.....	26
CAPÍTULO IV.....	27

Metodología	27
4.1 Métodos y alcance de la investigación	27
4.1.1 Método	27
4.1.2 Tipo de investigación	27
4.1.3 Alcance o nivel de la investigación.....	27
4.2 Diseño de la investigación.....	27
4.3 Población y muestra	27
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
4.5 Técnicas de análisis de datos	29
4.6 Consideraciones éticas	29
CAPÍTULO V	30
Resultados	30
5.1 Resultado descriptivos.....	30
5.2 Resultados inferenciales	35
5.3 Discusión	37
Conclusiones	40
Recomendaciones.....	41
Referencias bibliográficas	42
Anexos.....	45

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de la concentración de radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer al pulmón	35
Tabla 2. Relación entre los niveles de concentración de radón y el rango de edad	36
Tabla 3. Relación entre los niveles de concentración de radón y sexo	36
Tabla 4. Relación entre niveles de concentración de radón y el material de vivienda.....	37

Índice de figuras

Figura 1. Niveles de concentración de Radón en las viviendas participantes	30
Figura 2. Porcentaje de participantes con y sin cáncer de pulmón.....	31
Figura 3. Rango de edad de los participantes con y sin cáncer de pulmón	31
Figura 4. Sexo de los participantes con y sin cáncer de pulmón.....	32
Figura 5. Tipo de material de las viviendas participantes	32
Figura 6. Niveles de concentración de radón en las viviendas de los participantes con y sin cáncer de pulmón.....	33
Figura 7. Niveles de concentración de radón en las viviendas y rango de edad de los participantes.....	33
Figura 8. Niveles de concentración de radón de las viviendas y sexo de los participantes con y sin cáncer de pulmón	34
Figura 9. Niveles de concentración de radón de acuerdo al material de vivienda de los participantes con y sin cáncer de pulmón.....	35

Resumen

El estudio permite una visión de los niveles de radón en diferentes zonas de la provincia de Huancayo en pacientes que presentan cáncer de pulmón y en personas que no presenta esta patología. El objetivo de la investigación es relacionar la concentración de gas radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer al pulmón en la provincia de Huancayo asociado a sexo, edad y el tipo de material de la vivienda. Estas concentraciones se obtuvieron utilizando un equipo digital, Indoor Radon Concentration Monitor. El presente estudio se basó en una metodología de enfoque no experimental, transversal, prospectivo y observacional de tipo casos y controles. La medición de radón se realizó en 40 viviendas de pacientes con cáncer de pulmón y en 30 viviendas de pacientes sin este diagnóstico. Se excluyó a pacientes con diagnóstico de cáncer por tabaco o ser fumadores pasivos, personas que hayan trabajado en minas y/o laboratorios o expuestos a ciertos tóxicos, que usen leña para cocinar por un tiempo prolongado (>10 años) y personas con antecedentes de otras enfermedades respiratorias. En el análisis de correlación entre los niveles de concentración del gas radón y la presencia de cáncer de pulmón se encontró una relación significativa, indicando que la exposición a niveles elevados de radón es un factor determinante para contraer cáncer pulmonar. En cuanto a sexo y edad en relación con la presencia de cáncer de pulmón no se encontró una relación significativa entre estas variables. Se concluye que una exposición a concentraciones elevadas de radón se relaciona significativamente con la presencia de cáncer pulmonar. Por tal motivo se sugiere tomar medidas preventivas en las viviendas con elevadas concentraciones de radón para disminuir la incidencia de esta enfermedad.

Palabras clave: radón, desintegración, neoplasia, ionización

Abstract

The study allows an overview of radon levels in different areas of the province of Huancayo in patients who have lung cancer and in people who do not have this pathology, with the aim of relating the concentration of radon gas in homes and the risk of developing lung cancer in the province of Huancayo associated with sex, age and the type of material of the dwelling. These concentrations were obtained using a digital device, Indoor Radon Concentration Monitor. The present study was based on a non-experimental, cross-sectional, prospective, and observational case-control methodology. Radon measurement was performed in 40 homes of lung cancer patients and in 30 homes of patients without this diagnosis. Patients diagnosed with cancer due to tobacco or passive smoke, people who have worked in mines and/or laboratories, or exposed to certain toxins, who use firewood for cooking for a long time (>10 years) and people with a history of other respiratory diseases were excluded. In the correlation analysis between radon gas concentration levels and the presence of lung cancer, a significant relationship was found, indicating that exposure to high levels of radon is a determining factor in developing lung cancer. Regarding sex and age in relation to the presence of lung cancer, no significant relationship was found between these variables. It is concluded that exposure to high concentrations of radon is significantly related to the presence of lung cancer. For this reason, it is suggested to take preventive measures in homes with high concentrations of radon to reduce the incidence of this disease.

Key words: Radon, disintegration, neoplasia, ionization

CAPÍTULO I

Planteamiento del estudio

1.1 Delimitación de la investigación

Como sugiere la investigación, esta se plantea usar pacientes oncológicos y personas sanas dentro de la provincia de Huancayo y así explorar la relación de niveles de gas radón con el riesgo de presentar cáncer al pulmón.

1.1.1. Delimitación territorial

En cuanto a la delimitación territorial, son pacientes oncológicos y personas sanas de la provincia de Huancayo.

1.1.2. Delimitación temporal

Referente a la delimitación temporal, las mediciones que se realizaron en las viviendas fueron en el periodo de enero y febrero del 2024.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

El gas radón es producido por desintegración de diferentes tipos de suelos y rocas, este se retiene en ambientes con poca ventilación como viviendas e incrementa la radiación ionizante a la que las personas que viven en dichos lugares se verán expuestas. El porcentaje ambiental de este gas representa más del 80 % y la radiación que es expuesta al ser humano en el transcurso de toda su vida representa el 50 %, todo esto en relación al radón 222 que es el que tiene mayor relevancia en salud porque representa un agente causal de gran importancia para presentar cáncer pulmonar. La evidencia de estudios recientes señala y muestra que esta exposición incrementa los casos de cáncer al pulmón (1).

La descendencia, que también libera partículas alfa, es el resultado de la desintegración del gas radón. Las partículas que ingresan a nuestro sistema respiratorio durante

el proceso de respiración se depositan a lo largo de este, lo que lleva a la descomposición celular y por tanto peligro para nuestra salud (2).

En la investigación de Frutos (3) se obtuvo como conclusión que, según evidencia de los expertos del tema, existe un incremento como factor de riesgo de contraer cáncer al pulmón al existir una exposición excesiva de gas radón en los espacios residenciales.

En nuestro país y en todo el mundo, el cáncer de pulmón es una de las causas de morbilidad y mortalidad más común. Se requiere un diagnóstico precoz y un tratamiento adecuado y focalizado para producir los mejores resultados para el paciente, como ocurre con cualquier otra neoplasia. Los avances en la farmacología y tecnología han incrementado de manera significativa las tasas de curación del cáncer, no obstante, no ha sido suficiente ya que, según las estadísticas, esta enfermedad es una de las principales causas de muerte. Se verá un avance cuando se logre establecer programas adecuados de tamizaje y prevención, siendo estos accesibles a gran parte de la población, lo que significa un reto importante para el gobierno y autoridades de salud. Un factor de riesgo que se puede modificar sería la exposición a radiaciones ionizantes, asbesto, humo de tabaco, etc. (4).

El cáncer de pulmón es la causa más frecuente de muerte neoplásica en ambos sexos en Estados Unidos con alrededor de 166 000 muertes por año. La edad promedio al momento del diagnóstico es de setenta años, los hombres son más afectados que las mujeres (proporción 1.6: 1). El principal factor de riesgo para desarrollar esta neoplasia, es fumar (5).

Asimismo, Guerra et al. (6) refiere que con más de un millón de casos nuevos cada año, el cáncer de pulmón es una de las enfermedades que más complicaciones presenta y conlleva a una tasa elevada de mortalidad oncológica a nivel mundial, siendo la causa número uno de mortalidad relacionada con cáncer.

La exposición a radón y el riesgo de cáncer al pulmón en lugares residenciales están estrechamente relacionados, según la evidencia. De acuerdo con Castro (7), existe una correlación de radón y la probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón, demostrando que en valores de 50 y 100 Bq/m³ el riesgo es tres veces mayor; y en valores de 101 a 147 Bq/m³ el riesgo es cuatro veces mayor. Según Bravo et al. (8), el adenocarcinoma fue el tipo histológico más común en áreas con mayor concentración de radón. Estas investigaciones muestran que las poblaciones expuestas a concentraciones elevadas de radón tienen una alta probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón.

La exposición a altas concentraciones de radón tanto en espacios residenciales como en ambientes laborales está relacionada no solo a problemas respiratorios, sino a otras entidades patológicas que comprometen el bienestar físico y mental de dicha población (9). Para la OMS, las concentraciones que considera perjudiciales para la salud son valores superiores a 100Bq/m³ equivalente a 2.7pCi/L. En cuanto a los estudios españoles, el Ministerio de Sanidad establece como límite de referencia el valor de 148 Bq/m³ equivalente a 4pCi/L como el nivel de radón en la cual se debe tomar medidas de reducción en las viviendas (7).

Camasca et al. (10) concluyen que los niveles de radón variaron según la hora del día y con influencia al tipo de suelo, hallándose niveles de concentración alta en el suelo arenoso. También, los niveles de radón variaban según la hora del día y otros factores como la ventilación, el material de construcción y la antigüedad de la vivienda.

Se observa que, en varios pacientes diagnosticados con cáncer de pulmón, no se identifica la etiología de esta enfermedad que es la causante de un gran número de muertes a nivel mundial.

Al ser este un problema muy frecuente en el ámbito profesional y familiar por la no identificación de la etiología causante, el hallazgo del diagnóstico etiológico ayudaría a un mejor tratamiento y la reducción de incidencia de esta enfermedad. Debido a estos antecedentes, los investigadores se plantean la interrogante: ¿cuál es la relación entre la concentración de radón en las viviendas y la presencia de cáncer al pulmón en la población de la provincia de Huancayo?

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es la relación entre la concentración de radón en las viviendas y la presencia de cáncer al pulmón en la población de la provincia de Huancayo?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas?

- ¿Cuál es la relación entre la edad y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas?

- ¿Cuál es la relación entre el sexo y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas?

- ¿Cuál es la relación entre la concentración de gas radón y el tipo de material de la vivienda?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Relacionar la concentración de gas radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer al pulmón en la población de la provincia de Huancayo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la concentración de gas radón utilizando un equipo digital en viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas.

- Determinar la relación entre los niveles de concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas y la edad.

- Determinar la relación entre los niveles de concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas y el sexo.

- Determinar la relación entre los niveles de concentración de gas radón y el tipo de material de la vivienda de las personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

Debido al incremento exponencial de los casos de cáncer, específicamente de pulmón, sin identificar su agente causal, es necesario conocer la cantidad de radón en lugares residenciales, como viviendas, y la posible relación como agente causal de esta enfermedad. En los últimos años, el tipo histológico predominante ya no es el cáncer de pulmón escamoso, tradicionalmente asociado al tabaco. En la actualidad, la mayoría de los casos son adenocarcinomas en personas de sexo femenino que jamás fumaron. En otros países, principalmente en Europa y Estados Unidos, estos casos estarían asociados a exposición a radón. Cabe resaltar que no existe trabajo de este tipo relacionado a la medición de radón y cáncer de pulmón en la región Junín e incluso a nivel de Perú y Latinoamérica.

1.4.2 Justificación práctica

El proyecto se realizará con el objetivo de relacionar la cantidad de radón en las casas donde habitan nuestra población, hacer una comparación de la concentración de radón medida en las viviendas de las personas diagnosticadas con cáncer al pulmón y personas sanas y así evidenciar si es un potencial agente causal para que la población presente la patología mencionada a corto o largo plazo.

De mostrarse asociación entre cáncer pulmonar y los niveles de concentración elevados de radón en las viviendas de la provincia de Huancayo, podrán promoverse iniciativas en el Perú, similares al FRAD norteamericano (Plan de acción federal respecto al radón) que fue promovida por la ALA (American Lung Association) y que está en vigencia desde el 2011; así como, la última actualización del Plan nacional contra el radón promovida por el Ministerio de Sanidad de España 2024.

Tomando conocimiento del problema que puede ocasionar, se pretende que la población en general tome medidas oportunas en sus viviendas y a la vez fomentar intervenciones sanitarias a nivel nacional por parte del estado peruano como lo hacen los países europeos. La American Lung Association calcula que la iniciativa federal, ahora convertida en iniciativa nacional, estaría salvando 3,200 vidas por año desde el año 2020, por cada 5 millones de casas con altos niveles de radón que han sido intervenidas.

1.4.3 Justificación metodológica

Este estudio abrirá el campo de la investigación sobre radón en el Perú, permitiendo una comprensión más trascendental de los riesgos asociados a este gas radiactivo. No se limitará únicamente a Huancayo, sino se expandirá a la región Junín y otras localidades de nuestro país, permitiendo una evaluación más completa de la distribución geográfica del radón.

Identificar localidades con mayor riesgo, no solo logrará priorizar esfuerzos de mitigación y protección de estas áreas, sino permitirá el desarrollo de enfoques de investigación y posibles soluciones de acuerdo a las necesidades específicas de cada región incluyendo la implementación de programas de monitoreo continuo, educación pública sobre los riesgos del radón y la promoción de prácticas de construcción y ventilación que reduzca la exposición al gas.

Además, el presente estudio fomentará la colaboración entre investigadores, instituciones académicas, agencias gubernamentales y comunidades locales permitiendo el desarrollo de diferentes enfoques de investigación, intercambio de conocimiento e implementación de medidas efectivas tanto a nivel regional como nacional.

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.1 Antecedentes del problema

Según el artículo de Barbosa et al. (11), España el año 2015, se evidencia una estrecha relación entre el radón en viviendas y la mortalidad debida al cáncer de pulmón en el sexo masculino, donde no se encontró dicha asociación en el sexo femenino. Esta información confirma que el gas radón en viviendas incrementa el riesgo de presentar cáncer de pulmón.

Ruano et al. (12), 2023 en España, ofrecen con esta investigación una visión general disponible sobre el radón dentro de las residencias y el cáncer pulmonar. Se aportó una amplia evidencia incluyendo cinco estudios multicéntricos, hospitalarios y de casos y controles explorando diversos aspectos, como el efecto del radón en los nunca fumadores, las vías moleculares que vinculan la exposición al radón con el riesgo de cáncer de pulmón, la carga de mortalidad y exposición ocupacional. Concluyendo que existe una asociación causal bien establecida entre el radón y el cáncer de pulmón.

En el artículo científico de Ventura (13), España el año 2019, se concluye que los datos presentados muestran el importante papel que juega el radón en el desarrollo del cáncer de pulmón. Por tanto, es un peligro grave y se debe tomar medidas cuando se construyen edificios y se debe informar a la población.

Según el artículo de Aicardi et al. (14), el año 2015 en España, un gran número de investigadores concluyen que existe relación estadísticamente muy significativa entre haber estado expuesto a gas radón y la presentación de cáncer pulmonar. Esta asociación aún no se estableció para otros tipos de neoplasias.

El artículo original de Acosta (15), Cuba el año 2016, concluye que una pequeña porción de neoplasias pulmonares (15 % en varones y 5 % en mujeres) están relacionadas con agentes en el lugar de trabajo.

Pérez et al. (16), Cuba en el año 2018, concluyen que a medida que el radón y su progenie se descomponen en el ambiente, emite radiación que puede acelerar el desarrollo de cáncer de pulmón y alterar el ADN de las células del cuerpo.

Según el estudio de Sevilla (17), el año 2016 en España, se han incrementado las medidas de radón residencial en la provincia, con una media geométrica superior a la media nacional, aunque menor en Castilla y León. Incluso con concentraciones de radón <100 Bq/m³, existe una tendencia a aumentar el riesgo de desarrollar cáncer al pulmón.

En el estudio realizado en el 2018 por Mezquita (18) en España, se encontró que más del 50 % de sus pacientes tenían concentraciones de radón superiores a las recomendadas por la OMS, pero no se encontró una correlación significativa con ningún subgrupo molecular. La presencia de una mutación del gen del epidermal growth factor receptor (EGFR) se asoció con una concentración superior a 100 Bq/m³; sin embargo, se requieren más investigaciones para confirmar esta hipótesis.

Según el artículo De María et al. (19), Italia el año 2023, se realizó un estudio para determinar las concentraciones de radón en el Hospital Universitario de Bari, donde se encontró concentraciones altas en las plantas bajas como sótanos y el primer nivel del hospital, al igual que los pisos superiores, pero de menor intensidad (<100 Bq/m³). Debido a que se encontraron niveles elevados en los sótanos se concluye que existe la necesidad de reducir el uso de pisos subterráneos para actividades laborales prolongados, ya que estos serían un perjuicio para la salud de los trabajadores hospitalarios,

En el artículo de Young et al. (20), el año 2016 en Corea, se concluye que el radón es una sustancia carcinógena y el segundo lugar como causa más común de cáncer pulmonar luego del tabaco. Debido a que Corea tiene una alta incidencia y mortalidad de cáncer de pulmón, puede haber una relación entre estar expuesto al gas radón y la presencia de cáncer pulmonar.

En el artículo original de Kreuzer (21), Alemania el año 2015, los hallazgos proporcionan una gran evidencia de un mayor riesgo de cáncer pulmonar después de haber

estado expuesto por tiempo prolongado a tasas mínimas de radón entre los mineros de Wismut. Los resultados son compatibles con los estudios anteriores de radón residencial.

Kim et al. (22), Corea el año 2018, concluyen que una alta exposición al radón en lugares cerrados es un importante factor que conlleva al desarrollo de cáncer pulmonar y que reducir dichas concentraciones de este gas dentro de las viviendas sería de utilidad para disminuir la mortalidad.

Lorenzo et al. (23), el año 2019 en España, concluyen que el radón residencial es uno de los principales factores de riesgo de cáncer pulmonar en pacientes que no fumaron o que se ven expuestos al humo del tabaco, estos datos aluden que la exposición al radón tiene una relación con todas las variantes histológicas de cáncer de pulmón y con el adenocarcinoma.

Rodríguez et al. (24), en España en el año 2018, realizaron una revisión sistemática donde se incluyen 16 estudios con el objetivo de evaluar el efecto de la exposición residencial al radón sobre el riesgo de cáncer de pulmón de células pequeñas en la población general y en los mineros, se concluye que el cáncer de pulmón de células pequeñas parece ser el tipo histológico de cáncer pulmonar más estrechamente relacionado con el radón residencial.

Oh et al. (25), el año 2016 en Corea, realizaron un estudio de cohortes en mineros expuestos ocupacionalmente a concentraciones relativamente altas de radón mostrando un riesgo estadísticamente significativo de cáncer de pulmón. Donde se descubrió que una mayor exposición al radón aumentaba la probabilidad de desarrollar cáncer pulmonar, sugiriendo que el riesgo de cáncer pulmonar en la población en general requiere estudios adicionales bien planificados.

Cheng et al. (26), en el año 2021 en Australia, se realizaron un metaanálisis basado en búsquedas en las bases de datos de Medline y Embase, este estudio proporcionó estimaciones de riesgo cuantificadas de cáncer de pulmón por exposición residencial al radón entre los que nunca fumaron y alguna vez fumaron. Entre los que nunca fumaron, en áreas de alta concentraciones de radón, los hombres tenían mayor riesgo de cáncer de pulmón que las mujeres.

Liza (27), en Perú en el año 2017, concluye que a nivel mundial, el gas radón y su descendencia por desintegración es una de las causas más importantes para presentar cáncer de pulmón. Esto se debe a que el radón como producto de desintegración está en estado

gaseoso y emite partículas ionizantes. Es una problemática muy importante ya que este gas al ser inhalado o ingerido ingresa al organismo causando daño y puede provocar cáncer.

2.2 Bases teóricas

El subtipo radón 222 es un gas radioactivo inodoro, insípido e incoloro que procede naturalmente de la desintegración del elemento Uranio que se encuentra en suelos y lugares rocosos, especialmente graníticos. Este gas representa un factor de riesgo para la salud humana cuando se acumula en espacios interiores en niveles elevados (2).

El U-238, U-235 y Th-232 son los ejes principales de la familia de las tres principales cadenas radiactivas de origen natural. Cada una de ellas lleva a la creación de un isótopo de plomo estable, pero antes producen diez elementos radiactivos. Un isótopo del gas radón se encuentra en cada una de estas tres series (2).

Existen tres isótopos naturales del radón y estos son radioactivos. Se les ha asignado una nomenclatura específica: el isótopo Rn219 es el Actinón que tiene una vida media de 3.92 segundos, producida por desintegración de la cadena de Uranio 235, el isótopo Rn220 es el Torón que tiene una vida media de 51.5 segundos, formada por desintegración del Torio 232. El Radón cuenta con una vida media de 3.82 segundos y es producido por desintegración del Uranio 238 (28).

El cáncer de pulmón a nivel mundial ocupa el primer lugar en mortalidad e incidencia. Se calcula que por año se registra 1.8 millones de casos nuevos y 1.6 millones de muertes a nivel mundial. Se tiene como referencia que el 19% de la gran mayoría de neoplasias son atribuidas al medio ambiente (4).

El cáncer pulmonar es la primera causa de decesos por cáncer a nivel mundial y seguirá siendo un aspecto de importancia médica a lo largo de nuestras vidas. La OMS estima que el cáncer pulmonar causa una de cada cinco muertes por cáncer y conlleva a 1,5 millones de muertes anualmente (29).

Se han propuesto muchas hipótesis sobre la etiología y la exposición ambiental del cáncer de pulmón en personas que nunca han fumado (LCINS) como el humo de segunda mano, la exposición ocupacional, el gas radón, los humos de la cocina, la contaminación del aire y la infección viral (30).

El Manual de la OMS sobre Radón en interiores indica que el valor mínimo permitido de este gas en interiores es de 100 Bq/m³; también indica que con cada aumento de 100 Bq/en la concentración media de radón a largo plazo, el riesgo de cáncer aumenta en un 16%. Se sabe que la exposición al radón aumenta el riesgo de cáncer pulmonar de forma considerable (9). En Perú, no hay una regulación sobre los niveles del gas radón permitidos, a diferencia de países europeos que sí cuentan con esta regulación, especialmente en España.

2.3 Definición de términos básicos

- **Actividad:** la cantidad promedio de desintegraciones nucleares que ocurre en una unidad de tiempo. Bq representa su unidad Becquerel que también se expresa en Curio. Un Bq es igual a una transmisión por segundo (2).

- **Desintegración:** la característica de dos elementos radiactivos es que su masa se transforma en energía radiactiva y en otros elementos con menor proporción de masa (28).

- **Ionización:** el proceso mediante el cual un átomo sin carga o un grupo de átomos neutros gana o pierde carga eléctrica (31).

- **Radiación artificial:** radiación ionizante emitida por un artefacto, como una máquina de rayos X, o por un radionúclido, como el elemento Cesio 137 (31).

- **Radiación ionizante:** la ionización de la materia produce radiación como las partículas alfa, beta, rayos x, etc. (31).

- **Radiactividad:** la característica de los radionúclidos es que emiten radiaciones ionizantes de forma natural (28).

- **Neoplasia:** grupo de patologías en las que las células anormales proliferan sin control e invaden los órganos cercanos (6).

- **Humo de segunda mano:** humo exhalado por personas no fumadoras producidas por personas fumadoras (30).

- **Desintegración radiactiva:** desintegración de un núcleo radiactivo, que emite radiación desde su origen electromagnético y/o corpuscular dando este origen a otro núcleo distinto el cual también es radiactivo. Este proceso continuará con emisiones de radiación hasta encontrar un núcleo estable (27).

- **Radón:** gas radiactivo formado por la desintegración del uranio 238 que posteriormente se transforma en radio 226 para finalmente quedar como gas radón liberándose a la atmósfera mezclándose con el aire exterior (10).

CAPÍTULO III

Hipótesis y variables

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Las concentraciones altas de radón están relacionadas a la presencia de cáncer al pulmón en la población de la provincia de Huancayo.

3.1.2 Hipótesis específicas

- Existe relación entre la edad y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas.

- Existe relación entre el sexo y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas.

- Existe relación entre la concentración de gas radón y el tipo de material de vivienda de las personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas.

3.2 Identificación de variables

3.2.1 Cáncer de pulmón

Según Ventoso (1), la aparición de cáncer se produce al cabo de varios años de exposición, las radiaciones ionizantes constituyen un potente agente cancerígeno, siendo esto un efecto tardío.

3.2.2 Concentración de radón

Según Ventoso (1), señala que el radón es una fuente de radiación ionizante a la que está expuesta la población que reside en zonas con elevadas concentraciones de este gas.

CAPÍTULO IV

Metodología

4.1 Métodos y alcance de la investigación

4.1.1 Método

La metodología que se aplicó fue el método científico. Bunge (32) menciona que, cuando la hipótesis se pone a prueba su validación consistirá en la prueba de su relación con postulados aceptados previamente.

4.1.2 Tipo de investigación

En el presente trabajo se aplicó el tipo de investigación aplicada. Según Bunge (32) se caracteriza por buscar la utilización o aplicación de los conocimientos adquiridos, y estos se adquieren de otros para implementar y sustituir la práctica basada en investigación.

4.1.3 Alcance o nivel de la investigación

Nivel descriptivo correlacional, según Hernández et al. (33) existe relación entre dos o más variables en un tiempo determinado, además es de naturaleza analítica porque ayudan a recopilar información durante la investigación.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de nuestra investigación es no experimental, transversal, prospectivo y observacional de tipo casos y controles.

4.3 Población y muestra

Nuestra población está conformada por N=40 pacientes oncológicos (casos) que fueron asignados por los médicos colaboradores y N=30 personas sanas (controles).

4.3.1. Criterios de inclusión

- Pacientes con diagnóstico de cáncer de pulmón sin etiología determinada.
- Que resida en la vivienda actual por más de 10 años.
- Que la vivienda se encuentre dentro de la jurisdicción de la provincia de Huancayo.

4.3.2. Criterios de exclusión

- Personas diagnosticadas con cáncer por tabaco o ser fumadores pasivos.
- Personas que hayan trabajado en minas y/o laboratorios, o expuestos a ciertos tóxicos.
- Personas que usen leña para cocinar por un tiempo prolongado (>10 años).
- Personas con antecedentes de otras enfermedades respiratorias.

4.3.3. Técnica de muestreo

La técnica de muestreo que se empleó en el presente trabajo es no probabilística según criterio de expertos. Los pacientes nos fueron asignados por médicos oncólogos e internistas.

4.3.4. Muestra

La muestra que se consideró en la investigación es de $n=70$, con 40 casos y 30 controles, estos considerando los criterios de inclusión y exclusión ya determinados.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica para la recolección de datos fue mediante una ficha de recolección de información y el registro de los niveles de radón en cada domicilio.

1. Se identificó pacientes con cáncer de pulmón.
2. Se elaboró una lista de los pacientes afectados y se determinó quienes cumplen los criterios de exclusión. De la lista final, se pasó a contactar a los pacientes y/o familiares para que formen parte de la investigación y den el permiso correspondiente.
3. Se colocó el equipo Indoor Radon Concentration Monitor de marca Radón Eye en la vivienda durante 24 horas.
4. Se procedió a retirar el equipo y se finalizó con la recolección de datos con el aplicativo RadonEye.
5. Se elaboró una lista de pacientes con el mismo grupo etario, género, tipo de vivienda, concentración de radón y si presenta cáncer o no.

En cuanto al instrumento de recolección de datos, se utilizó el cuestionario sobre el detector de gas radón utilizado por la Universidad de Santiago de Compostela, ya que fue utilizado en un trabajo de investigación en España con similares características al presente trabajo, cabe precisar que dicho cuestionario fue aprobado por expertos; además es un cuestionario confiable y puede ser aplicada en el contexto de nuestro trabajo.

4.5 Técnicas de análisis de datos

Para analizar los datos sobre la concentración de gas radón, se utilizaron técnicas de análisis descriptivo como el cálculo de proporciones y la creación de tablas de frecuencia. Además, los estadísticos descriptivos se mostraron en gráficas de barras simples y compuestas. En un principio, los datos se tabularon en Excel, mientras que el software estadístico SPSS versión 27 fue utilizado. Por último, pero no menos importante, el plan de tesis y tesis se redactaron utilizando el programa Word Office 2021. De la misma manera que Saldaña sugiere el 2011, la prueba de chi cuadrado de Pearson permite realizar un contraste estadístico para desmentir la hipótesis. Además, permite trabajar con variables nominales como el sexo y la edad.

Para determinar si los datos eran paramétricos, se procesaron utilizando la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov. Se utilizaron tablas de barras simples para describir nuestros indicadores (niveles de concentración de radón, personas con y sin cáncer de pulmón, rango de edad, sexo, material de vivienda) y gráficos descriptivos de las correlaciones entre nuestros objetivos generales y específicos después de recopilar la información. Además, se crearon tablas que mostraban los análisis de la prueba de Chi cuadrado de Pearson, lo que nos permitió obtener nuestros resultados y discutirlos con otras investigaciones. Finalizando con los hallazgos y sugerencias.

4.6 Consideraciones éticas

Para proteger los derechos fundamentales y la integridad de los participantes en el proceso de investigación, el proyecto siguió los lineamientos éticos de la investigación biomédica. Durante el proceso de ejecución de este, también se respetaron los estándares de investigación de la universidad. Como resultado, recibió la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad. Se explicó de manera clara sobre el procedimiento y forma para tomar las mediciones a cada vivienda de las personas involucradas en el trabajo de investigación, cabe precisar que se explicó cada punto del consentimiento informado para que no exista confusión en algún punto, nuestra medición dentro de la vivienda no afectó o trajo algún perjuicio en las personas o sus actividades cotidianas.

CAPÍTULO V

Resultados

5.1 Resultado descriptivos

En relación a los resultados descriptivos se observa lo siguiente:

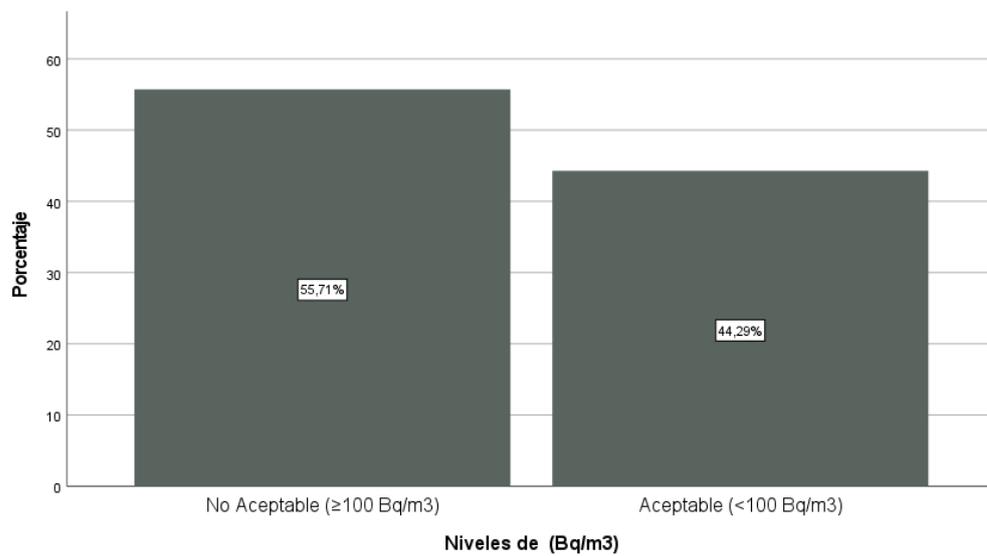


Figura 1. Niveles de concentración de Radón en las viviendas participantes

En la figura 1, en cuanto a los datos obtenidos sobre los niveles de radón en las viviendas, un 55.71 % presentó niveles no aceptables de este gas (≥ 100 Bq/m³) y un 44.29 %, niveles aceptables (< 100 Bq/m³).

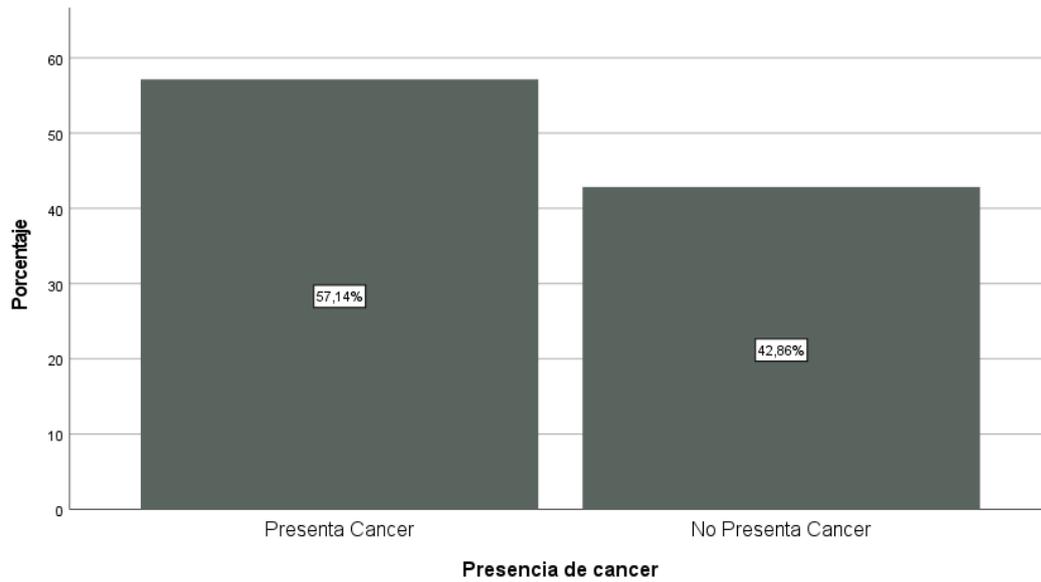


Figura 2. Porcentaje de participantes con y sin cáncer de pulmón

En la figura 2 se observa que un 57.14 % de personas presentan cáncer de pulmón y 42.86 % no lo presentan.

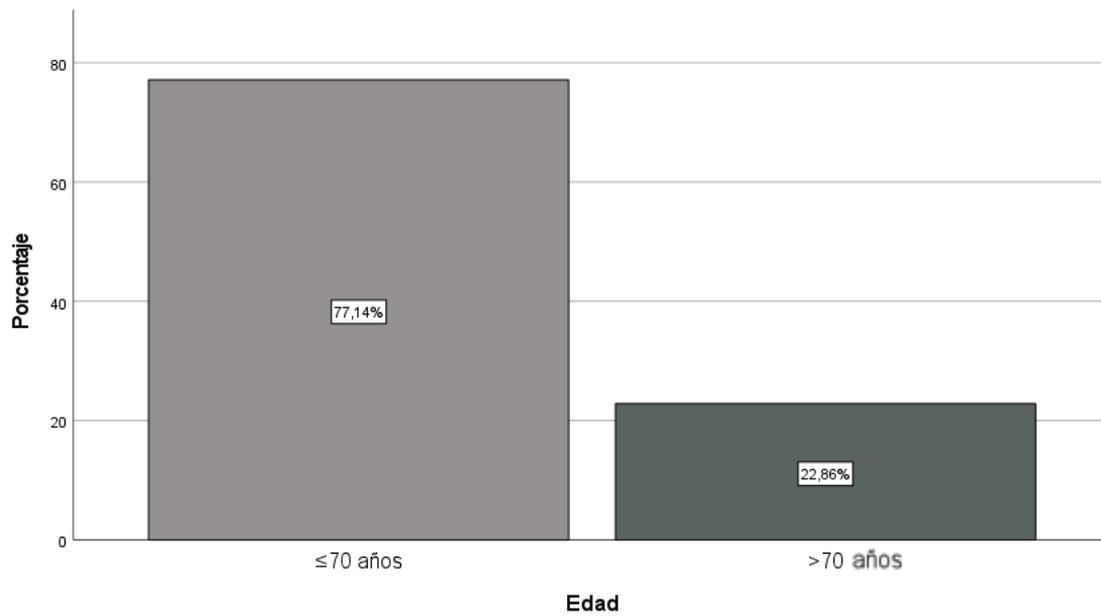


Figura 3. Rango de edad de los participantes con y sin cáncer de pulmón

Como se observa la figura 3, el porcentaje de los participantes menores de 70 años fue de 77.14 % y un 22.86 % para los mayores de 70 años.

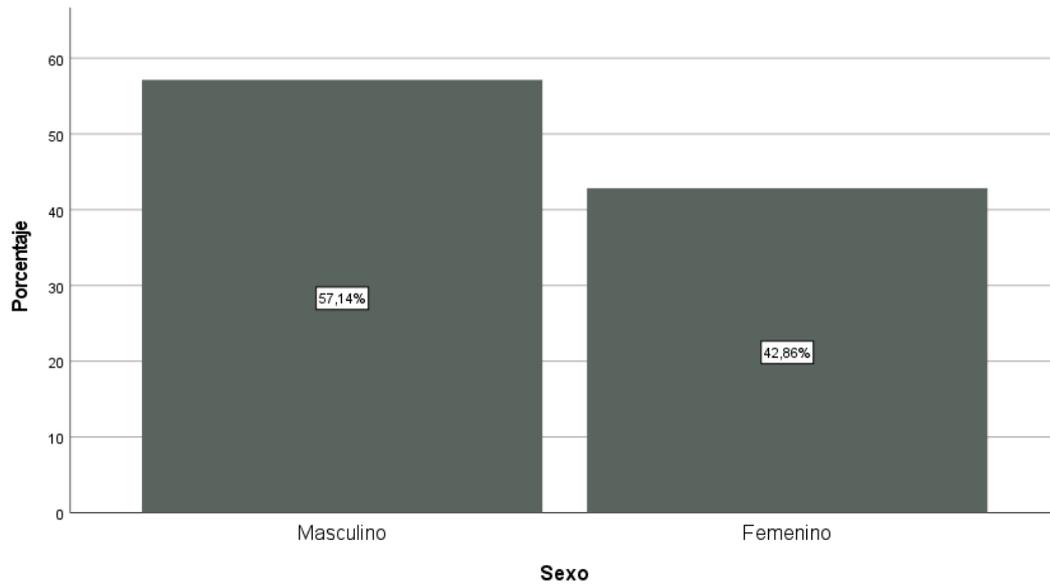


Figura 4. Sexo de los participantes con y sin cáncer de pulmón

La figura 4 divide a los participantes por sexo, con un 57.14 % para el sexo masculino y un 42.86 % para el femenino.

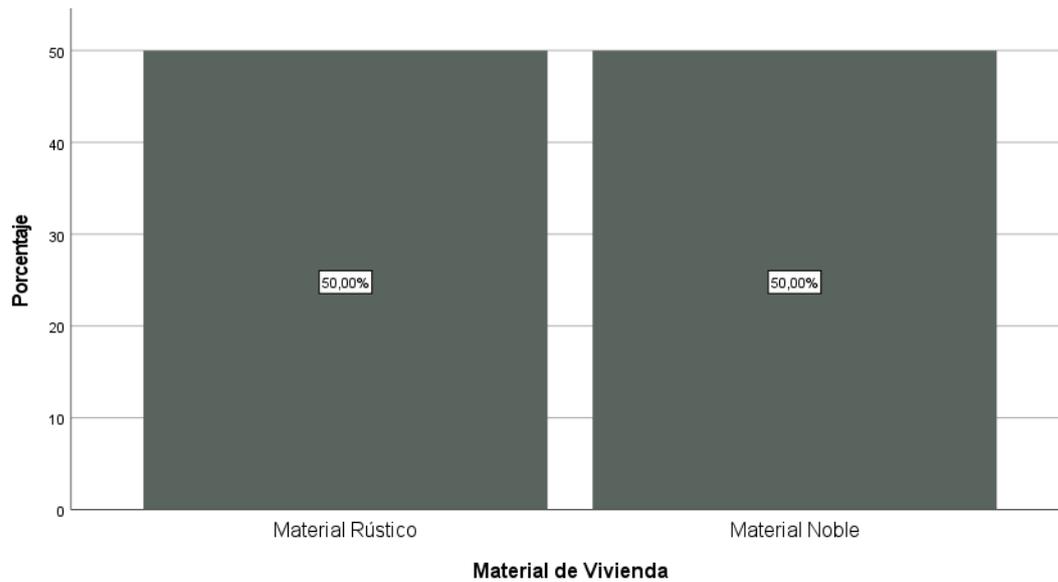


Figura 5. Tipo de material de las viviendas participantes

En la figura 5, se observa que 35 viviendas fueron de material rústico y 35 viviendas fueron de material noble observándose el mismo porcentaje (50 %) para ambos tipos de material de vivienda.

En relación con los niveles de radón y cáncer al pulmón se comprueba lo siguiente:

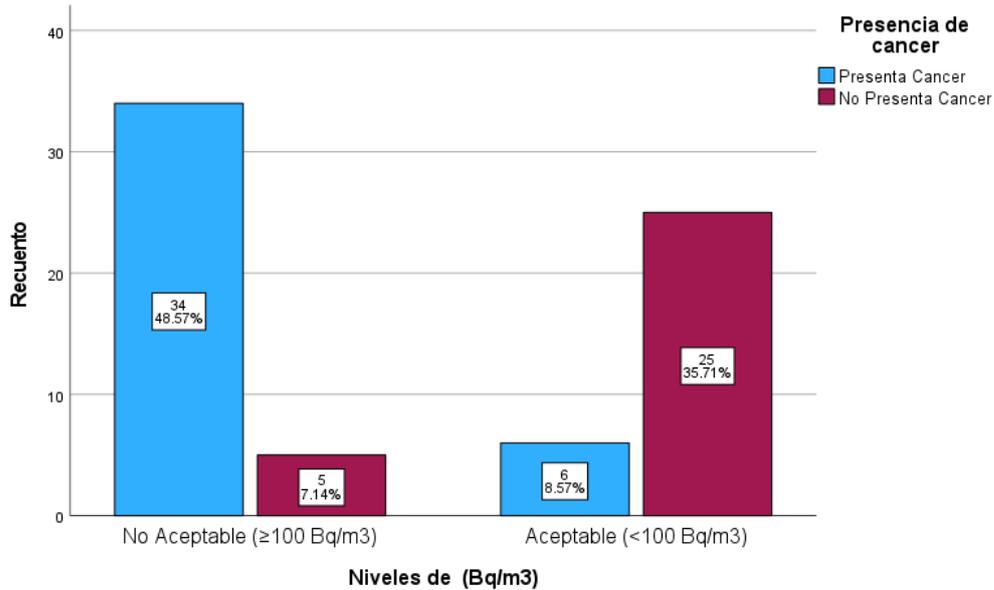


Figura 6. Niveles de concentración de radón en las viviendas de los participantes con y sin cáncer de pulmón

La figura 6 muestra que dentro de los niveles no aceptables de radón, un 48.57 % presenta cáncer de pulmón y un 7.14 % no lo presenta. A comparación de las viviendas con niveles aceptables de radón, un 8.57 % presenta cáncer de pulmón y un 35.71 % no presenta dicha enfermedad.

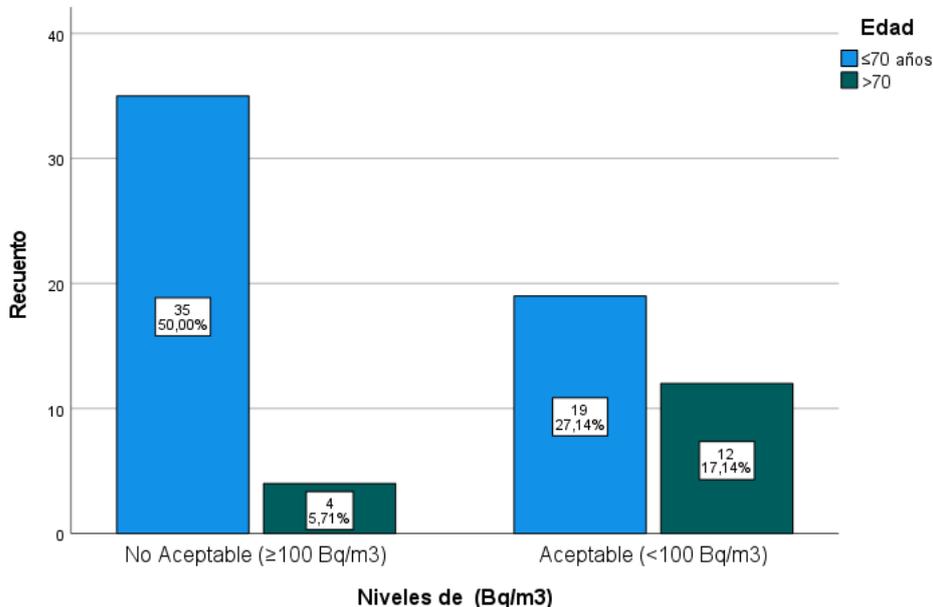


Figura 7. Niveles de concentración de radón en las viviendas y rango de edad de los participantes

En la figura 7 se presenta las características entre el nivel de concentración de radón y la edad promedio. Se evidencia 54 pacientes menores de 70 años, de los cuales 35 (50 %) presentan niveles no aceptables de concentración de radón y 19 (27.14 %) presentan niveles

aceptables de la concentración de radón. Los pacientes mayores de 70 años son un total de 16, dentro de estos 4 (10 %) presentan niveles no aceptables de concentración de radón y 12 (12.86 %) presentan niveles aceptables. Con estos datos podemos interpretar que el mayor porcentaje de pacientes que presentan niveles no aceptables son los menores de 70 años.

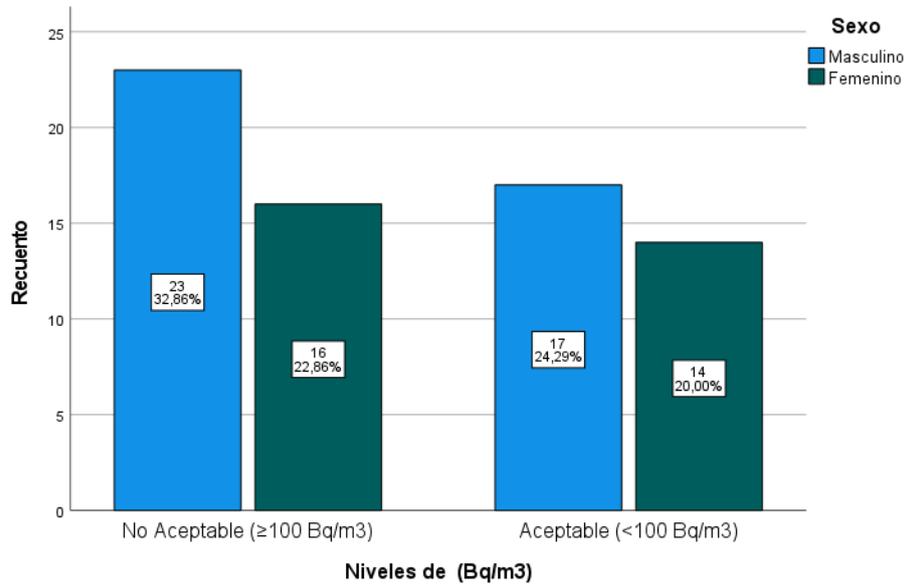


Figura 8. Niveles de concentración de radón de las viviendas y sexo de los participantes con y sin cáncer de pulmón

En la figura 8 se presenta las características entre los niveles de concentración de radón y sexo donde se evidencia 40 pacientes de sexo masculino, de los cuales 23 (32.86 %) presentan niveles no aceptables de radón, y 17 (24.29 %) no presentan niveles aceptables de radón. Se registró 30 pacientes de sexo femenino, de las cuales 16 (22.86 %) presentan niveles no aceptables de radón y 14 (20 %) presentan niveles aceptables de radón. Con los datos obtenidos podemos afirmar que el sexo masculino presenta mayor porcentaje de concentración de radón en sus viviendas.

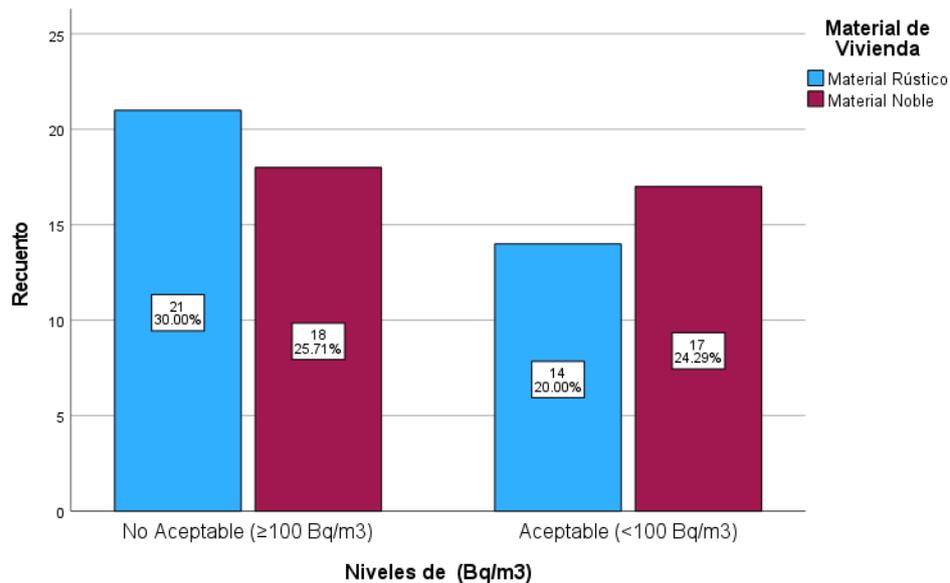


Figura 9. Niveles de concentración de radón de acuerdo al material de vivienda de los participantes con y sin cáncer de pulmón

En la figura 9 se presenta las características entre los niveles de concentración de radón y el material de vivienda. Se realizaron mediciones en 35 viviendas de material rústico, de los cuales 21 (30 %) presentan niveles no aceptables de radón y 14 (20 %) presentan niveles aceptables; el total de viviendas de material noble son 35, 18 (25.71 %) presentan niveles no aceptables y 17 (24.29 %) niveles aceptables. Con los datos obtenidos podemos afirmar que la mayor concentración de radón se encuentra en las viviendas de material rustico con un 30 %.

5.2 Resultados inferenciales

Tabla 1. Relación de la concentración de radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer al pulmón

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	32.443 ^a	1	<.001		
Corrección de continuidad ^b	29.732	1	<.001		
Razón de verosimilitud	35.274	1	<.001		
Prueba exacta de Fisher				<.001	<.001
Asociación lineal por lineal	31.979	1	<.001		
N de casos válidos	70				

a. 0 casillas (.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 13.29.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Interpretación

En la tabla 1 se presenta la asociación entre el nivel de concentración de radón y la presencia de cáncer de pulmón donde se puede observar que al ser el p valor inferior a 0.05 (el

valor p resultó <0.001) con un nivel de significancia del 95 %, podemos decir que rechazamos la hipótesis nula porque los datos son estadísticamente significativos. Podemos interpretar que si existe relación entre los niveles de concentración de Radón y la presencia de cáncer al pulmón.

Tabla 2. Relación entre los niveles de concentración de radón y el rango de edad

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,930 ^a	1	,005		
Corrección de continuidad ^b	6,398	1	,011		
Razón de verosimilitud	8,082	1	,004		
Prueba exacta de Fisher				,009	,006
Asociación lineal por lineal	7,817	1	,005		
N de casos válidos	70				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,09.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Interpretación

En la tabla 2, muestra el objetivo específico sobre la relación entre los niveles de concentración de radón y el rango de edad. Esto demuestra que la hipótesis nula no se cumple al mostrar que hay una relación significativa entre los niveles de concentración de radón y el rango de edad.

Tabla 3. Relación entre los niveles de concentración de radón y sexo

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,121 ^a	1	,728		
Corrección de continuidad ^b	,011	1	,917		
Razón de verosimilitud	,121	1	,728		
Prueba exacta de Fisher				,810	,458
Asociación lineal por lineal	,119	1	,730		
N de casos válidos	70				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 13,29.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Interpretación

En la tabla 3, con respecto al objetivo específico de revisar la relación los niveles de concentración de radón y sexo, se puede evidenciar que no existe una relación significativa entre ambas variables, por lo que se cumple la hipótesis específica nula.

Tabla 4. Relación entre niveles de concentración de radón y el material de vivienda

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.521 ^a	1	.470		
Corrección de continuidad ^b	.232	1	.630		
Razón de verosimilitud	.522	1	.470		
Prueba exacta de Fisher				.631	.315
Asociación lineal por lineal	.514	1	.474		
N de casos válidos	70				

a. 0 casillas (.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 15.50.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Interpretación: En la tabla 4 se presenta la relación entre los niveles de concentración de radón y el material de vivienda. El cual pone de manifiesto que no existe una relación significativa entre las variables.

5.3 Discusión

La concentración del gas radón en las zonas residenciales es un importante problema de salud pública que actualmente está tomando importancia a nivel mundial. Este es el primer estudio que se realiza en la ciudad de Huancayo, Junín- Perú para determinar los niveles de radón y la relación con el cáncer de pulmón. En la Universidad de Santiago de Compostela en 1992 uno de los primeros estudios sobre radón residencial y cáncer de pulmón en esta comunidad autónoma (7), puso en evidencia que el 22.2% de las viviendas excedían los 148 Bq/m³. En cuanto al efecto del radón sobre el cáncer pulmonar, se evidenció un efecto significativo desde los 37 Bq/m³. En el presente estudio, se encontró que el 55.71 % presentó niveles no aceptables de radón (≥ 100 Bq/m³), siendo estos valores los que exceden el valor permitido por la OMS.

En otros países existe gran diversidad de estudios epidemiológicos, mayormente de casos y controles, similares al presente trabajo de investigación. Se sabe que los trabajos hechos en zonas con concentraciones que superaban los límites permitidos son escasos y en nuestro país, Perú, es un lugar de especial interés para analizar las concentraciones de radón residencial, porque cuenta con diferentes tipos de suelo y no hay evidencia de concentración

de radón en estos suelos asociado al cáncer de pulmón. Además, existe mínima evidencia en cómo logra afectar el radón a los diferentes tipos histológicos de cáncer pulmonar a nivel internacional, no existiendo ningún estudio en cuanto a los tipos histológicos en nuestro país.

Cabe resaltar que las características especiales de la mayoría de viviendas de la provincia de Huancayo, comúnmente de material rústico, de cierta antigüedad, y que en mayor porcentaje tienen en su primer nivel suelos de tierra, sobre todo en los lugares donde hay mayor tiempo de permanencia, puede significar un hecho diferencial, incrementando aún más el nivel de radón residencial dentro de estos inmuebles.

Por todos los motivos mencionados anteriormente, se diseñó el presente trabajo considerando necesario hacer un estudio en diferentes zonas geográficas de la provincia de Huancayo para evidenciar si se podía replicar los resultados observados en otros estudios.

En el estudio realizado por Aicardi et al. (11) se analizó la incidencia de cáncer pulmonar en trabajadores expuestos a radón; dentro de sus estudios más significativos tenemos los realizados a 59 000 personas, hallándose un aumento significativo de cáncer pulmonar (IC: 95 %). Asimismo, en un estudio de casos y controles realizado en países europeos (Alemania, Francia y la República Checa) con una población de 73 969 personas, evidenció que incluso en personas expuestas a mínimas dosis de radón tuvo una asociación significativa en niveles aceptables y no aceptables. En relación a la presente investigación, con un nivel de significancia del 95 % (valor p de 0.00), se encontró que también existe una relación significativa entre los niveles de concentración de radón y la presencia de cáncer de pulmón, ya que en el presente estudio se obtuvo un 48.37 %, 34 personas presentan cáncer al pulmón con niveles no aceptables de radón. A diferencia de los estudios internacionales, la población del presente trabajo cuenta con un número reducido de 70 personas.

Según el artículo de Kim et al. (21) donde utilizaron las relaciones exposición respuesta, obtuvieron que en años de estudios el número de muertes por cáncer de pulmón fueron 15 623, de los cuales se atribuyó que del 12.5 al 24.7 % fue a causa de la exposición de radón en interiores en pacientes nunca fumadores. En este sentido, el trabajo se asemeja a este, ya que dentro de la investigación se utilizó como criterio de inclusión a las personas no fumadoras. Además, la asociación con la mortalidad producida por cáncer de pulmón y niveles de radón en residencias incluida en esta revisión evidencia una relación significativa que posteriormente lleva a la muerte de estos pacientes. Cabe mencionar que los niveles de radón varían según diversos factores, incluida la geografía local, tipo y material de vivienda, ventilación, temporada y las actividades de los habitantes (21).

De igual modo, en el estudio de Castro (7), los niveles de radón dentro de las residencias fueron mayor en los casos donde se halló concentraciones de 101 a 148 Bq/m³ en 94 casas de la ciudad de Ourense - España. Dentro del estudio, tuvo mayor significancia las concentraciones altas de radón >100 Bq/m³, demostrando mayor presencia de cáncer al pulmón (43.6 %). Además, en este estudio se verificó la concentración de radón de acuerdo al tipo histológico de cáncer de pulmón que presentaban los pacientes, que tuvo como resultado que el adenocarcinoma era el tipo histológico que se encontró mayor concentración de radón. Asimismo, en el estudio de Barbosa (10) en la comunidad de Galicia, se incluyó 192 municipios con un total de 2 615 viviendas donde hubo al menos 3 mediciones por domicilio. La concentración máxima de radón encontrado es de 1 590 Bq/m³, y el mínimo fue de 4 Bq/m³. Estas mediciones se relacionan con el número de muertes por cáncer y afecta en mayor proporción al sexo masculino con 24 919 muertes, a comparación de 3 689 para el sexo femenino. En comparación, en el presente estudio se encontró que 40 pacientes fueron de sexo masculino, de los que 23 (32.86 %) presentaron niveles de concentración no aceptables de radón en sus viviendas a comparación del sexo femenino, donde 16 (22.86 %) presentaron niveles no aceptables de este gas. Indicando que hay mayor porcentaje de concentración de radón en las viviendas del sexo masculino. No se tomó en cuenta el tipo histológico de cáncer de pulmón en los pacientes de la ciudad de Huancayo, porque esto demandaría mayor logística e inversión en el estudio. Esto puede ser motivo de futuras investigaciones.

Conclusiones

1. Una exposición a concentraciones altas de gas radón está relacionada significativamente a presentar cáncer de pulmón.
2. Se realizó las mediciones de concentración en viviendas de personas con y sin cáncer de pulmón evidenciándose la presencia de niveles aceptables (<100 Bq/m³) y no aceptables (≤ 100 Bq/m³).
3. Los rangos de edad están relacionados significativamente a la presencia de cáncer de pulmón.
4. No existe relación significativa entre hombres y mujeres en cuanto a los niveles de concentración de radón en sus viviendas.
5. No existe correlación significativa entre los niveles de concentración de radón y el tipo de material de las viviendas de los participantes de este trabajo.

Recomendaciones

1. Debido a que se encontró una concentración alta de radón en las viviendas de la provincia de Huancayo, se aconseja a la población en general a tomar medidas para mitigar el gas radón, ya sea por una ventilación adecuada de la vivienda, elementos de barrera como el uso de geomembranas en la construcción de las viviendas, mejorar la calidad de material del piso de la vivienda entre otros.
2. Se recomienda a aquellas personas que van a construir una vivienda, evitar el uso de material rústico por la mayor presencia de concentración de este gas que es la segunda causa de cáncer al pulmón después del tabaco.
3. Se hace un llamado a las autoridades correspondientes para tomar más importancia a este problema de salud e implementar un plan nacional para mitigar los niveles de concentración de radón o evitarlas en el mejor de los casos.
4. Se sugiere a la comunidad científica continuar las investigaciones de evaluación de radón en pacientes de riesgo utilizando equipos para determinación cuantitativa más precisa de la concentración de este gas en diferentes zonas del país ya que no se cuenta con estudios relacionados a la presencia de cáncer de pulmón.

Referencias bibliográficas

1. Ventoso B. El Radón, un problema de Salud Pública: Importancia del desarrollo de mapas geográficos que indiquen la concentración de gas Radón en diferentes poblaciones. Primera ed. Madrid: 3Ciencias; 2017.
2. Quindós LS, Sainz C, Fuente I, Fernández A, Celaya S, Rábago D. El Gas Radón en el ámbito laboral Madrid: Blanca Imp; 2019.
3. Frutos B. Estudio experimental sobre la efectividad y la viabilidad de distintas soluciones constructivas para reducir la concentración de Gas Radón en edificaciones. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Arquitectura; 2016.
4. Rivera S, Calderillo G, Quintana M. Oncología General para profesionales de la Salud de primer contacto Ciudad de México: Permanyer; 2017.
5. Chambner BA, Lynch TJ, Longo DL. Harrison Manual de Oncología. Primera ed. Ciudad de México: Mc Graw Hill Interamericano; 2009.
6. Rodríguez O, Pérez L, Morales Y, Morales Y, Amores A, Jaime L, et al. Cáncer de pulmón: aspectos clínicos y diagnósticos en pacientes afectados del Policlínico "Marta Abreu". Acta Médica del Centro. 2017; 11(3).
7. Castro M. Exposición a radón residencial y cáncer de pulmón: Un estudio de casos y controles en el área sanitaria de Ourense. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Medicina; 2015.
8. Bravo E, Tapia M. Frecuencia de cáncer de pulmón en pacientes diagnosticados en SOLCA y su relación con la exposición a radón residencial en las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca en el periodo 1994-2018. Cuenca: Universidad de Cuenca, Departamento de Medicina; 2019.
9. Angell W, Bochicchio F, Conrath S, Darby S. Manual de la OMS sobre el radón en interiores Ginebra: OMS; 2015.
10. Camasca Cconovilca E, Flores Inga R. Evaluación de la concentración de Radón 222 en función al tipo de suelo y horas del día en la zona sur de Huancayo. Tesis de pregrado. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín; 2022.
11. Barbosa R, Ruano A, Cerdeira S, Barros M. Radón residencial y cáncer de pulmón. Un estudio ecológico en Galicia. Medicina Clínica. 2015 Abril 8; 144: p. 304-312.
12. Ruano Ravina A, Martin Gisbert L, Kelsey K, Pérez Ríos M, Candal Pedreira C, Rey Brandariz J, et al. An overview on the relationship between residential radon and lung cancer: what we know and future research. Clinical and Translational Oncology. 2023 August; 25.

13. Ventura L. Gas radón y cáncer de pulmón. *Moleqlla*. 2019 Octubre 16;(35).
14. Aicardi G, Asmat M, Barboza Y. Radón y sus efectos en la salud en trabajadores de mina de Uranio. *Medicina y seguridad del trabajo*. 2015 marzo; 61(238).
15. Acosta I, Remón L, Segura R, Ramírez G, Carralero Á. Factores de riesgo en el cáncer de pulmón. *Correo científico médico de Holguín*. 2016 Marzo; 20(1).
16. Pérez L, Valdés Y, Sariago MA, Valdés Y. El radón, segunda causa del cáncer de pulmón. *Panorama Cuba y salud*. 2018 Junio; 13.
17. Sevilla I. Exposición a radón en domicilios de diagnosticados con cáncer de pulmón. *Cantabria: Universidad de Cantabria*; 2016.
18. Mezquita L. Radón residencial y alteraciones moleculares en cáncer no microcítico de pulmón. *Maestría. Alcalá: Universidad de Alcalá, Ciencias médicas*; 2018.
19. De Maria L, Sponselli S, Caputi A, Delvecchio G, Giannelli G, Pipoli A, Cafaro F, Zagaria S, Cavone D, Sardone R, Vimercati L. Indoor Radon Concentration Levels in Healthcare Settings: The Results of an Environmental Monitoring in a Large Italian University Hospital. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Mar 7;20(6):4685.
20. Yoon JY, Lee JD, Joo SW, Kang RK. Indoor radon exposure and lung cancer: a review of ecological studies. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2016 Marzo 25; 28(15).
21. Kreuzer M, Fenske N, Schnelzer M, Walsh L. Lung cancer risk at low radon exposure rates in German uranium miners. *British Journal of cancer*. 2015 Noviembre 13; 113(9).
22. Kim SH, Koh SB, Lee CM, Kim C, Kang DR. Indoor Radon and Lung Cancer: Estimation of Attributable Risk, Disease Burden, and Effects of Mitigation. *Yonsei Medical Journal*. 2018 November; 59(9): p. 1123 - 1130.
23. Lorenzo M, Ruano A, Torres M, Kelsey KT, Provencio M, Parente I, et al. Lung cancer and residential radon in never-smokers: A pooling study in the Northwest of Spain. *Environmental investigation*. 2019 Mayo; 172: p. 713 - 718.
24. Rodríguez A, Torres M, Barros J, Ruano A. Residencial radon and small cell lung cancer. A systematic review. *Cancer Letters*. 2018 Abril 6; 34(12).
25. Oh SS, Koh S, Kang H, Lee J. Radon exposure and lung cancer: risk in nonsmokers among cohort studies. *Ann Occup Environ Med*. 2016 Mar 9;28:11.
26. Cheng ES, Egger S, Hughes S, Weber M, Steinberg J, Rahman B, Worth H, Ruano-Ravina A, Rawstorne P, Yu XQ. Systematic review and meta-analysis of residential radon and lung cancer in never-smokers. *Eur Respir Rev*. 2021 Feb 2;30(159):200230.
27. Liza R. Mapeo de los niveles de Radón 222 en el distrito de San Martín de Porres (Lima-Perú) en el periodo 2015-2016. *Maestría. Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú, Física*; 2017.

28. Garzón G. El gas Radón, manual Teórico y Práctico. Primera ed. Bogotá: GEOMIN; 2009.
29. Tanoue L, Detterbeck F. Cáncer de Pulmón Aproximación práctica a la evaluación y manejo clínico basado en la evidencia. Primera ed. Yale: Elsevier; 2019.
30. Roth J, Ki W, Komaki R. Lung Cancer. Cuarta ed. New Jersey: Wiley Blackwell; 2014.
31. Chang R, Goldsby K. Química. Undécima ed. México D.F: McGraw Hill; 2013.
32. Bunge M. La ciencia. Su método y su filosofía. Buenos Aires; 1950.
33. Hernández R, Mendoza CP. Metodología de la Investigación México: McGraw-Hill Interamericana; 2018.

Anexos

Anexo 1

Matriz de consistencia

Relación de las mediciones de concentración de radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer al pulmón en la población de la provincia de Huancayo - 2024

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN, TÉCNICA DE MUESTREO Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la relación entre la concentración de radón en las viviendas y la presencia de cáncer al pulmón, en la población de la provincia de Huancayo?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas? ¿Cuál es la relación entre la edad y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas? ¿Cuál es la relación entre el sexo y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer 	<p>Objetivo general:</p> <p>Relacionar la concentración de gas radón en viviendas y el riesgo de presentar cáncer al pulmón en la población de Huancayo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Describir la concentración de radón utilizando un equipo digital en viviendas de personas que presenten cáncer al pulmón y de personas sanas. Determinar la relación entre la edad y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas. 	<p>Hipótesis General:</p> <p>Las concentraciones altas de radón están relacionadas a la presencia de cáncer al pulmón en la población de la provincia de Huancayo.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Existe relación entre la edad y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas. Existe relación entre el sexo y la concentración de gas radón en las viviendas 	<p>Método General:</p> <p>La metodología que se aplicará será el método científico según Bunge (29), menciona que, cuando la hipótesis se pone a prueba su validación consistirá en la prueba de su relación con postulados aceptados previamente.</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Se aplicará el tipo de investigación aplicada. Según Bunge (29) se caracteriza por buscar la utilización o aplicación de los conocimientos adquiridos, y estos se adquieren de otros para implementar y sustituir la práctica basada en investigación.</p> <p>Nivel:</p> <p>Nivel descriptivo correlacional, según Hernández et al. (30)</p>	<p>Población:</p> <p>Nuestra población está conformada por N=40 pacientes oncológicos (casos) que fueron asignados por los médicos colaboradores y N=30 personas sanas (controles).</p> <p>Técnica de Muestreo:</p> <p>La técnica de muestreo que se empleara en el presente trabajo es no probabilística según criterios de expertos.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra que será considerada en la investigación es de n=70, con 40 casos y 30 controles, estos considerando los criterios de</p>	<p>Técnicas Recolección de datos:</p> <p>La técnica para la recolección de datos será mediante una ficha de recolección de información y el registro de los niveles de radón en cada domicilio.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>En cuanto al instrumento de recolección de datos se utilizará el cuestionario sobre el detector de gas Radón utilizado por la Universidad de Santiago de Compostela, ya que fue utilizado en un trabajo de investigación en España con similares características al presente trabajo, cabe precisar que dicho cuestionario fue aprobado por expertos para realizar dicho trabajo de investigación; además es un cuestionario confiable ya que fue aprobada para realizar dicho trabajo y puede ser aplicada en el contexto de nuestro trabajo.</p>

de pulmón y de personas sanas?	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la relación entre el sexo y la concentración de gas radón en las viviendas de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas. • Determinar la concentración de gas radón según el tipo de material de vivienda. 	<p>de personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe relación entre la concentración de gas radón y el tipo de material de vivienda de las personas que presenten cáncer de pulmón y de personas sanas. 	<p>menciona que existe relación entre dos o más variables en un tiempo determinado, además es de naturaleza analítica porque ayudan a recopilar información durante la investigación.</p> <p>Diseño de la Investigación: El diseño de nuestra investigación es no experimental, transversal, prospectivo y observacional de tipo casos y controles.</p>	<p>inclusión y exclusión ya determinados.</p>
--------------------------------	--	--	---	---

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	OPERACIONALIZACIÓN		
				INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE
CANCER DE PULMÓN	El cáncer de pulmón a nivel mundial es una de las causas más frecuentes y letales en nuestro país y como ocurre con cualquier otra neoplasia, requiere un diagnóstico precoz y un tratamiento adecuado y focalizado para producir los mejores resultados y pronóstico para el paciente (4).	Según Ventoso (1), la aparición de cáncer se produce al cabo de varios años de exposición, las radiaciones ionizantes constituyen un potente agente cancerígeno, el cáncer aparece varios años después de estar expuesto a la radiación, siendo esto un efecto tardío.	<ul style="list-style-type: none"> Factores Sociodemográficos 	<ul style="list-style-type: none"> Edad Sexo 	Nominal	Cualitativa
CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS	Existen tres principales cadenas radiactivas de origen natural cuyos ejes principales de familia son respectivamente el U-238, U-235 y Th-232. Cada una de ellas que finalmente concluyen con la formación de un isótopo estable del plomo, no sin antes generar una decena de elementos radiactivos en el intermedio. En cada una de estas tres series aparece un isótopo del gas radón, y este se concentra dentro de ambientes residenciales (2).	Según Ventoso (1), señala que el Radón es una fuente de radiación ionizante a la cual está expuesta la población que reside en zonas con elevadas concentraciones de este gas.	<ul style="list-style-type: none"> Niveles de concentración de radón Tipo de material de vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> No aceptable (> 100 Bq/m3) Aceptable (<100 Bq/m3) Material rústico Material noble 	Ordinal Nominal	Cualitativa discreta dicotómica Cualitativa

Anexo 3

Cuestionario



Cuestionario sobre el detector de Radón.

No se olvide de enviar el cuestionario junto con el detector en el sobre prefranqueado que se le proporcionó.

Nombre				Primer apellido			
				Segundo apellido			
Calle, Plaza				Nº	Piso	Letra	
Localidad				Provincia	C.P.		
Municipio			Parroquia			Aldea	
Dirección e-mail:				Tel.			
Introducir el código que aparece en el detector →	DETECTOR (CÓDIGO)						
	FECHA DE COLOCACIÓN			dia	mes	año	
	FECHA DE RETIRADA			dia	mes	año	
Localidad en la que fue colocado				Provincia			
TIPO DE VIVIENDA	Unifamiliar aislada	Casa adosada	Piso				
EDAD APROXIMADA DE LA VIVIENDA (AÑOS)							
TIPO DE HABITACION EN LA QUE ESTUVO COLOCADO EL DETECTOR							
Dormitorio	Salita pequeña		Garaje				
Salón	Buhardilla		Sótano				
Pasillo	Aseo		Otro (especificar cuál):				
¿Aire acondicionado? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
¿Lo tuvo conectado durante la medición? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> A VECES							
¿Qué planta de la casa? (salvo piso)	-1 (por debajo de la calle)	0 (nivel de la calle)	1	2	Piso (Cualquiera)		
Número de personas que habitan en la vivienda							
Descripción de tipo de construcción (rodear con un círculo)				Material exterior: piedra ladrillo madera otros			
				Material interior: piedra ladrillo madera otros			
¿Observaciones?							

En caso de pérdida o dudas contactar con alberto.guano@usc.es o llamar al 881 81 2267.

Le informamos que todos los datos que nos pueda facilitar, así como el resultado obtenido de su vivienda serán totalmente secretos y solo se usarán agregados con otras sin posibilidad de identificación, tal como las normas

Castro M. Exposición a radón residencial y cáncer de pulmón: Un estudio de casos y controles en el área sanitaria de Ourense. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Medicina; 2015. El cuestionario cumple con las características para la recolección de datos en cuanto a nuestro entorno, además cumple las características para el equipo digital utilizado.

Anexo 4

Consentimiento informado para el estudio

Título del Proyecto: RELACIÓN DE LAS MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y EL RIESGO DE PRESENTAR CÁNCER AL PULMÓN

Investigador Principal: Lozano Capcha Abigayl Ana // Sánchez Rojas Miguel Ángel

Yo,

(Nombre y apellidos en MAYÚSCULAS)

Declaro que:

- He sido informado por el procedimiento y forma de la medición de gas radón en mi vivienda.
- He podido formular las preguntas que he considerado necesarias acerca del estudio.
- He recibido información adecuada y suficiente por el investigador, abajo indicado sobre:

- Los objetivos del estudio y sus procedimientos.
- Los beneficios e inconvenientes del proceso.
- Que mi participación es voluntaria y altruista
- El procedimiento y la finalidad con que se utilizarán mis datos personales y las garantías de cumplimiento de la legalidad vigente.
- Que en cualquier momento puedo revocar mi consentimiento (sin necesidad de explicar el motivo y sin que ello afecte a mi atención médica) y solicitar la eliminación de mis datos personales.
- Que tengo derecho de acceso y rectificación a mis datos personales.
- Se me informara sobre los resultados obtenidos durante la medición del gas Radón y las posibilidades de solución en caso de encontrarse niveles altos de este gas.

CONSIENTO LA PARTICIPACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO

SÍ NO

(marcar lo que corresponda)

Para dejar constancia de todo ello, firmo a continuación:

Fecha

Firma.....

Nombre investigador

Firma del investigador.....

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo,

.....

revoco el consentimiento de participación en el proceso, arriba firmado.

Firma y Fecha de la revocación

Huancayo, 03 de febrero del 2024

OFICIO N°0096-2024-CIEI-UC

Investigadores:

**ABIGAYLANALOZANOCAPCHA
MIGUEL ANGEL SANCHEZ ROJAS**

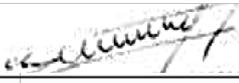
Presente-

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para saludarles cordialmente y a la vez manifestarles que el estudio de investigación titulado: **RELACIÓN DE LAS MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN EN VIVIENDAS Y EL RIESGO DE PRESENTAR CÁNCER AL PULMÓN EN LA POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO - 2024.**

Ha sido **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo las siguientes precisiones:

- El Comité puede en cualquier momento de la ejecución del estudio solicitar información y confirmar el cumplimiento de las normas éticas.
- El Comité puede solicitar el informe final para revisión final.

Aprovechamos la oportunidad para renovar los sentimientos de nuestra consideración y estima personal. Atentamente




Walter Calderón Gerstein
Presidente del Comité de Ética
Universidad Continental

C.cArchiv

Arequipa

Av. Los Incas S/N,
José Luis Bustamante y Rivero
(054) 412 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuara
(054) 412 030

Huancayo

Av. San Carlos 1980
(064) 481 430

Cusco

Urb. Manuel Prado - Lote B, N° 7 Av. Collasuyo
(084) 480 070

Sector Angostura KM. 10,
carretera San Jerónimo - Saylla
(084) 480 070

Lima

Av. Alfredo Mendicla 5210, Los Olivos
(01) 213 2760

Jr. Junín 355, Miraflores
(01) 213 2760

ucontinental.edu.pe

Anexo 5

Fotografías



Imagen 1. Informando a persona sana sobre los alcances de la investigación y como se va realizar la medición con el equipo RadonEye.

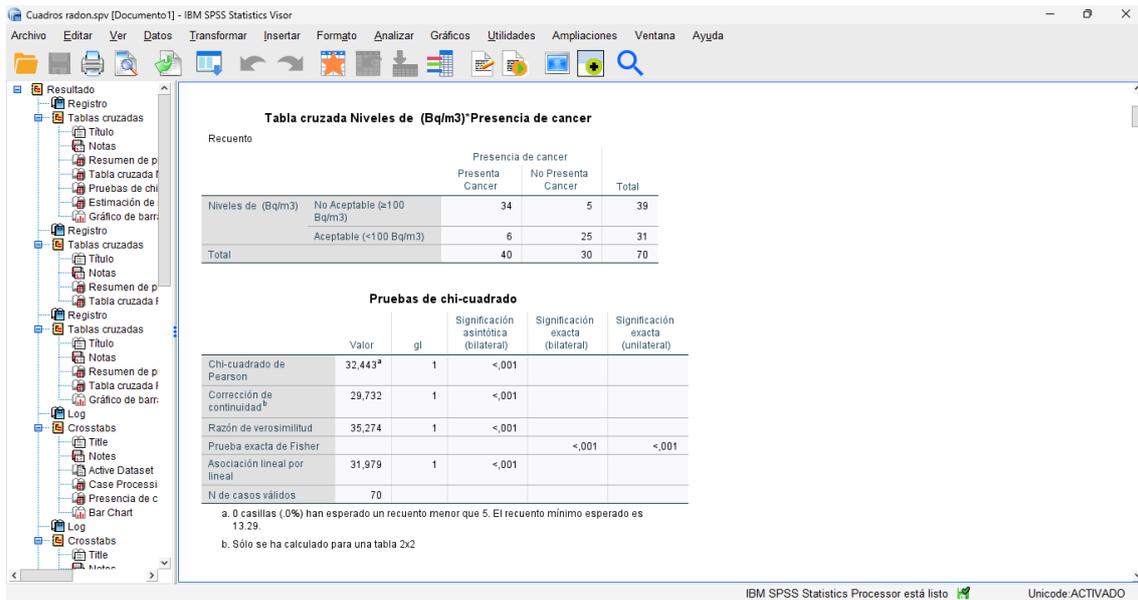
Imagen 2. Ambos investigadores programando el equipo para su colocación y así iniciar la medición en dicha vivienda.





Imagen 3. Llegando a una de las viviendas para explicar sobre el trabajo de investigación que estamos realizando y realizar las mediciones de radón.

Ejecución de los resultados en SPSS



Datos del aplicativo

