



UNIVERSIDAD DE COLIMA

Facultad de Ciencias

Lic. Gestión y Reducción del Riesgo de desastres

Actividad 7 - El gas invisible que mata

Materia:

Amenazas Geológicas y Zonificación II

Elaborado por:

Aguilar Tlalpam Odalis Adriana

Grado y grupo:

8° C

6 de junio de 2023.

Índice

Introducción	2
Gas radón	3
¿Puede ser una amenaza para la población?	
Fuentes	6
Ejemplos de desastre	8
Medidas de mitigación	11
Conclusión	14
Bibliografía	15

Introducción

El gas radón es un gas radioactivo que se forma naturalmente a partir de la descomposición del uranio en rocas, suelos y agua subterránea. Este fue descubierto por María Curie en el año de 1898. En el año 1900, el físico Dorn descubrió que de una sal de radio se producía un gas radiactivo, al cual se le llamó inicialmente “emanación de radio” y actualmente se le conoce como el elemento radón. Sin embargo, para el siglo XVI Paracelso y Agrícola describen que se comenzó a producir una alta mortalidad en las minas de plata de Schneeberg en la región de Sasonia.

Mientras tanto en 1901 se realizaron las primeras mediciones sin instrumentales en las minas de Schneeberg, donde se descubrió una alta concentración del gas radón. Por lo tanto se comenzó a creer que la causa-efecto está relacionada con los altos niveles de radón y el cáncer pulmonar. Décadas después en 1967 el Congreso Federal para la Investigación de los Estados Unidos de América propuso en forma de recomendación, el control del riesgo radiactivo en la actividad minera. Después la Organización Mundial de la Salud estableció en 1988 la necesidad de cuantificar la amenaza radiactiva en términos de intensidad de exposición. Por lo tanto, poco después se realizaron numerosos estudios epidemiológicos en varias naciones, no solamente en las minas de uranio sino también en minas de hierro y estaño. Se confirmó además, que no solamente los mineros están expuestos a altos niveles de gas radón.

El objetivo de este ensayo es conocer que el radón representa una amenaza para la salud cuando se acumula en niveles altos en espacios cerrados, por lo tanto la exposición prolongada al radón puede aumentar el riesgo de desarrollar diversas enfermedades tal es el caso del cáncer de pulmón, siendo una preocupación importante para la salud pública. En este ensayo, se hablará de forma general que es el gas radón, examinando sus características y generalidades más importantes, cuales son las afectaciones, sus principales fuentes, casos reales que han provocado desastres alrededor del mundo y ejemplos de medidas de mitigación implementadas para reducir la exposición y proteger la salud de las personas.

Gas radón

El gas radón es un gas radioactivo incoloro, inodoro e insípido que su formación es de forma natural a partir de la descomposición del uranio presente en rocas, suelos y agua subterránea. Es considerado uno de los elementos químicos más pesados y se clasifica como un gas noble. Este es un gas radiactivo peligroso para la salud humana debido a que se acumula en espacios cerrados, como hogares y edificios, ya que se puede inhalar y dañar los tejidos pulmonares. La exposición prolongada al radón aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, siendo la segunda causa más común de este tipo de cáncer después del tabaquismo.

De acuerdo a la definición de Salazar et al 2004, el gas radón es un gas radioactivo, incoloro e inoloro extremadamente volátil, producto de la desintegración natural de los nucleidos que conforman las series de desintegración radiactiva de, uranio-238; torio-232; y uranio-235. Cabe mencionar que este elemento se difunde en los suelos y se disuelve con relativa facilidad en las aguas subterráneas. En espacios abiertos y con buena ventilación, el gas radón se diluye rápidamente; mientras que en lugares cerrados puede acumularse hasta alcanzar altas concentraciones. En estudios vulcanológicos y sismo tectónicos realizados por los autores en los departamentos de Nariño, Cauca y Caldas se han medido niveles de gas radón entre 400 -800 pCi/L en zonas no asociadas a fallas geológicas (Salazar et al 2004).

La concentración de radón en el aire varía según la geología y composición del suelo en diferentes regiones. Se ha ido descubriendo con el paso del tiempo, que los niveles más altos se encuentran en áreas con suelos ricos en uranio y en espacios cerrados mal ventilados. Debido a esto para reducir la exposición al radón, se recomienda la ventilación adecuada de los espacios interiores y la realización de pruebas de radón en los hogares para determinar los niveles de concentración. En caso de detectar niveles altos de radón, se pueden tomar medidas para mitigar su presencia, que más adelante se mencionan algunas de estas medidas. Es importante puntualizar algunas de las características más importantes que tiene el gas radón, estas son:

-Incoloro: El radón es un gas incoloro, lo que significa que no tiene color y no se puede ver a simple vista.

-Inodoro: El radón es también inodoro, lo que significa que no tiene olor. No se puede detectar su presencia a través del olfato.

-Insípido: El radón es insípido, lo que significa que no tiene sabor. No se puede percibir su presencia a través del gusto.

- **Gas noble:** El radón pertenece al grupo de los gases nobles en la tabla periódica. Esto significa que es un gas inerte y no reacciona fácilmente con otros elementos químicos.
- **Radioactivo:** El radón es un gas radioactivo. Se forma a través de la descomposición del uranio presente en el suelo, las rocas y el agua subterránea. Su desintegración emite partículas alfa, beta y radiación gamma.
- **Pesado:** El radón es uno de los gases más pesados. Es aproximadamente nueve veces más denso que el aire, lo que significa que tiende a acumularse en áreas bajas y mal ventiladas.
- **Propiedades penetrantes:** El radón tiene la capacidad de penetrar en estructuras sólidas, como suelos, paredes y materiales de construcción. Puede filtrarse a través de grietas y entrar en espacios interiores.
- **Peligro para la salud:** La inhalación prolongada de radón en altas concentraciones es perjudicial para la salud humana y aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

Estas características hacen que el radón sea un gas peligroso en ambientes cerrados, por lo tanto es importante tomar medidas para reducir la exposición a niveles altos de radón.

¿Puede ser una amenaza para la población?

“Cada año en los EE.UU. se estima que el radón causa miles de muertes por cáncer pulmonar” (EPA, 2003). En junio del 2003, la EPA revisó la evaluación de riesgos en los hogares expuestos al radón. La EPA estima que alrededor de 21,000 muertes anuales por cáncer pulmonar están relacionadas con el radón. Por lo tanto se llegó a la conclusión de que la interacción del radón con el humo de cigarrillo hace que los fumadores estén a un riesgo mayor de los efectos del radón. Los estimados de la EPA (2003) están basados en el informe de los “Efectos biológicos de la radiación iónica” por parte de la Academia Nacional de las Ciencias. Este informe menciona que el radón es la segunda causa principal de cáncer pulmonar después de fumar.

Mientras que Salazar et al., (2004), en su boletín de geología menciona que el gas radón puede generar un creciente impacto que en la salud pública donde se genera juega una amenaza radiactiva. Debido a esto, en diversos países europeos y en los Estados Unidos de América se están introduciendo normas que permitan disminuir los riesgos radiactivos naturales. El gas radón es el causante del 65% de la amenaza radiactiva en nuestro planeta (Salazar et al 2004). Por lo tanto se puede decir que este gas se convierte en una amenaza para las comunidades que están

expuestas, ya que es la segunda causa de muertes por cáncer pulmonar, después del consumo de tabaco. A continuación se muestra una gráfica por la EPA (2003) donde se comparan los riesgos causados por el gas radón.

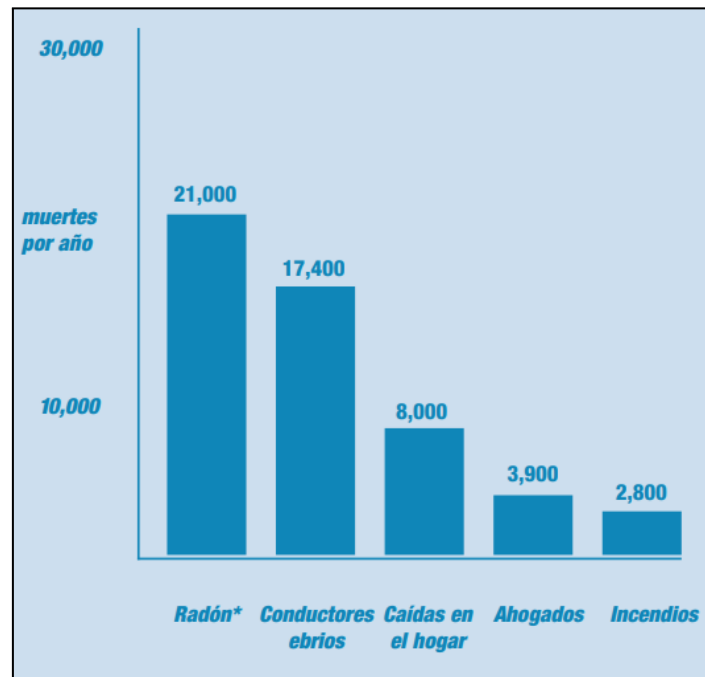


Figura 1. De acuerdo con la publicación de la EPA sobre la tasación de los riesgos por radón “assessment of risk from radon” publicada en el año 2003, las cifras de las muertes por otras causas pertenecen al informe del Centro Nacional para la Prevención y Control de Lecciones de los años 1999-2001 y de los informes del año 2002 del Concilio Nacional de Seguridad.

Cabe mencionar que aunque el radón no se puede ver u oler, y que tampoco tiene sabor, puede causar problemas en su casa. Se estima que el radón causa miles de muertes al año. Esto se debe a que cuando se respira aire contaminado con radón se puede contraer cáncer pulmonar. El manual informativo de la EPA menciona que el Cirujano General de los EE.UU. emitió una alerta donde afirma que actualmente el radón es la segunda causa principal de cáncer pulmonar en los Estados Unidos. Solamente el fumar causa más muertes debido a este tipo de cáncer. El riesgo de contraer cáncer pulmonar es mayor si la persona fuma y si hay niveles altos de radón en su hogar (EPA, 2003).

Se puede decir que definitivamente, el gas radón puede representar una amenaza para la salud de la población si se acumula en niveles altos en espacios cerrados y sin una adecuada ventilación. La exposición prolongada y continua al radón aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

Se reconoce que los efectos nocivos del radón se producen principalmente cuando se inhalan las partículas radiactivas que emite al desintegrarse. El proceso de afectación ocurre cuando estas partículas se depositan en los tejidos pulmonares y

pueden dañar las células, lo que a largo plazo puede llevar al desarrollo de cáncer de pulmón.

Es importante tener en cuenta que la magnitud del riesgo depende de varios factores, incluyendo la concentración de radón, la duración de la exposición y los hábitos de ventilación en los espacios interiores. Las personas que fuman y también están expuestas al radón tienen un mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. Es importante destacar que el radón es una amenaza prevenible y que tomar medidas para reducir la exposición es fundamental para proteger la salud de la población.

Fuentes

Ahora, ya que conocemos que es el gas radón, sus características y que este representa una amenaza, es importante saber cuales son sus fuentes. El radón proviene de la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en el suelo, en la roca y en el agua y asciende al aire que los humanos respiramos. Este puede infiltrarse en cualquier tipo de edificios tales como las casas, oficinas y escuelas, y una vez que está en ellos puede alcanzar niveles muy altos. Algunas de las fuentes principales de radón son:

Suelo y rocas: El uranio se encuentra en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. A medida que el uranio se descompone, se produce el radón como un subproducto. El radón puede migrar desde el suelo y las rocas circundantes hacia la superficie y acumularse en espacios cerrados.

Agua subterránea: El radón también puede disolverse en aguas subterráneas. Cuando el agua con radón se utiliza para consumo humano o se libera en el aire durante actividades como ducharse o lavar platos, el radón puede acumularse en espacios interiores. Esta representa una fuente principal de las casas y edificaciones, en comparación con el radón que entra en la casa a través del agua, el radón que penetra por el suelo representa un riesgo mucho más grave. Si hay radón en el suministro de agua, el mismo representa un riesgo de inhalación e ingestión.

Investigaciones científicas han demostrado que el riesgo de contraer cáncer pulmonar por respirar aire con radón es mucho mayor que el riesgo de contraer cáncer del estómago por tomar agua con radón (Salazar et al 2004) . La mayor parte del riesgo que genera el radón en el agua proviene de las emisiones del gas en el aire cuando se usa el agua de la ducha y de la que se usa en otros quehaceres en la casa.

Construcción y materiales de construcción: Algunos materiales de construcción, como los bloques de hormigón, pueden contener uranio y, por lo tanto, pueden ser

una fuente de radón. Cuando se utilizan estos materiales en la construcción de viviendas o edificios, el radón puede filtrarse a través de grietas y entrar en los espacios interiores. Es importante saber que la presencia y concentración de radón pueden variar según la ubicación geográfica y la composición del suelo en una determinada área. Algunas regiones tienen una mayor concentración de radón debido a la geología y características del suelo local.

De igual forma existen, los principales ambientes geológicos con potencialidad de producir altos niveles de gas radón, son (Salazar et al., 2004):

- ***Sedimentos uraníferos metamorfoseados, rocas nicas e intrusivos graníticos altamente deformados y frecuentemente cizallados.*** Las zonas de cizalla en estas rocas producen altos niveles de gas radón en el interior de las edificaciones.
- ***Los depósitos glacial son derivados de rocas productoras de uranio, así como sedimentos lacustres glaciares.*** Las tilitas ricas en arcilla y las arcillas lacustres presentan alta emanación de gas radón a causa de su alta área superficial y la alta permeabilidad debido al agrietamiento por desecación.
- ***Shales negros marinos.*** La mayoría de los shales negros son moderadamente uraníferos, pero con altos coeficientes de emanación y alta permeabilidad secundaria.
- ***Suelos derivados de carbonatos.*** Esto ocurren especialmente en terrenos kársticos.

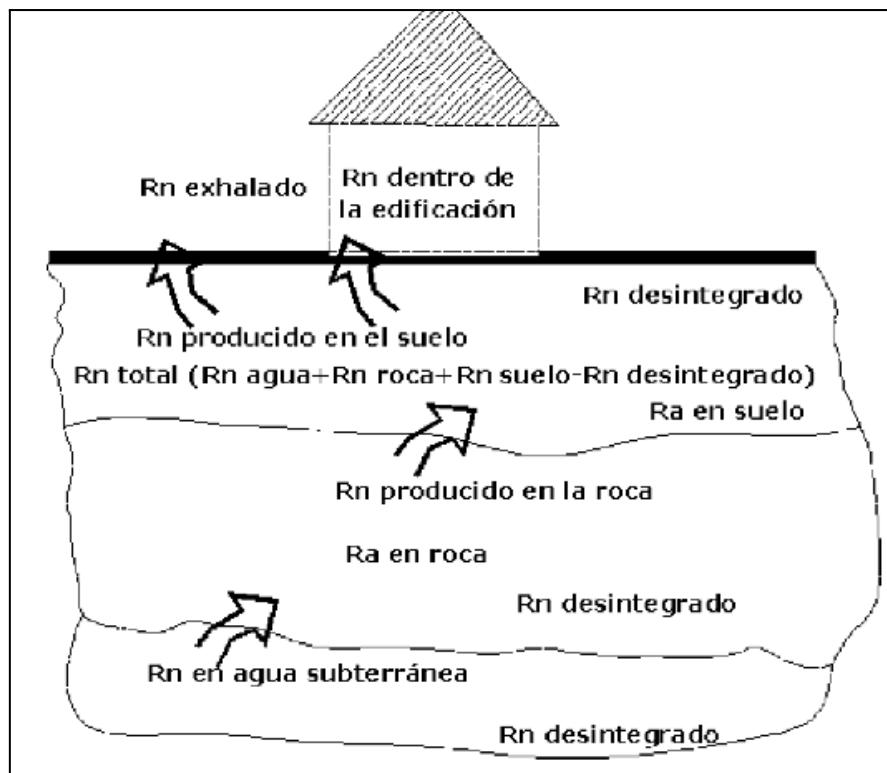


Figura 2. Transporte de gas radón hacia el interior de las edificaciones (Salazar et al., 2003).

Ejemplos de desastre

Aunque el radón puede representar un riesgo para la salud cuando se acumula en niveles altos, no se conocen casos específicos de desastres a gran escala causados exclusivamente por el gas radón. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la exposición crónica al radón en niveles elevados aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

En cambio, los desastres asociados con la radiación nuclear, como los accidentes en reactores nucleares, han generado liberaciones significativas de radón y otros materiales radiactivos. Algunos ejemplos notables han sido:

- El desastre de **Chernóbil (1986)**: La explosión ocurrió el 26 de abril de 1986, donde el reactor número 4 en la central nuclear de Chernóbil en Ucrania liberó una gran cantidad de material radiactivo, incluido el radón, al medio ambiente. El desastre resultó en la evacuación de miles de personas y tuvo graves consecuencias para la salud pública, incluido un aumento en los casos de cáncer de tiroides y otros efectos relacionados con la radiación.

El antecedente de dicho desastre fue en la década de 1970, ya que el gobierno soviético mostraba un gran interés en aumentar el uso de la energía nuclear para satisfacer su creciente demanda energética. Con este propósito, en 1972 se empezó a construir la central nuclear Vladímir Ilich Lenin.



Figura 3. Central nuclear de Chernóbil tras el accidente (Menéndez Engra, 2022).

- Accidente de **Fukushima (2011)**: La tarde del 11 de marzo de 2011 un terremoto de gran magnitud sacudió Japón. Como consecuencia de este seísmo, la energía dispersada levantó olas de más de catorce metros de altura que devastaron gran parte de la costa nipona. Una de las muchas consecuencias de este tsunami fueron los graves daños que sufrió la central nuclear de Fukushima, que liberó partículas radiactivas a la atmósfera y al mar.

El terremoto y tsunami en Japón provocaron daños en la planta nuclear de Fukushima Daiichi, lo que resultó en la liberación de material radiactivo, incluido el radón. Aunque la exposición directa al radón en este caso fue más limitada, el accidente tuvo impactos significativos en la salud, el medio ambiente y la seguridad nuclear.



Figura 4. MONOGRÁFICOS Fukushima en la prensa española (García et al., 2012).

Es importante tener en cuenta que estos desastres fueron el resultado de la liberación masiva de radiación y no solo de la presencia de radón. El radón en sí mismo, aunque es un gas radioactivo peligroso en niveles altos de concentración, generalmente no causa desastres en el sentido tradicional del término.

Aunque los desastres directamente atribuidos al gas radón son poco comunes, hay otros casos en los que la presencia de radón en niveles elevados ha tenido impactos significativos en la salud y la seguridad de las personas. Otros ejemplos puntuales que se pueden mencionar son:

- **Casas y edificios con altos niveles de radón:** En diversas partes del mundo, se han identificado casos de viviendas y edificios con concentraciones elevadas de radón. Por ejemplo, en algunos países nórdicos como Suecia y Noruega, donde hay una alta concentración de radón en el suelo, se han encontrado casos de viviendas con niveles peligrosos de radón. Esto ha llevado a la implementación de medidas de mitigación y concienciación para reducir el riesgo de exposición.
- **Minas de uranio:** Las minas de uranio pueden ser una fuente importante de radón. Los trabajadores mineros que están expuestos a altos niveles de radón durante largos períodos de tiempo corren un mayor riesgo de desarrollar enfermedades relacionadas con la radiación, como el cáncer de pulmón.
- **Espacios subterráneos y cuevas:** Algunas cuevas y espacios subterráneos pueden tener concentraciones significativas de radón. Aquellos que trabajan en la exploración o el turismo de cuevas pueden estar expuestos a niveles más altos de radón si no se toman las precauciones adecuadas.

Medidas de mitigación

Actualmente sí existen medidas de mitigación para reducir los niveles de radón y minimizar la exposición a este gas peligroso que coinciden con cada uno de los ejemplos de desastre mencionados anteriormente:

Viviendas y edificios con altos niveles de radón: En áreas donde se han identificado niveles altos de radón en viviendas y edificios, se han implementado medidas de mitigación. Estas pueden incluir la instalación de sistemas de ventilación adecuados, como ventiladores de extracción, para eliminar el radón del interior de los espacios. También se pueden realizar mejoras en la hermeticidad de los edificios, sellando grietas y aberturas por donde el radón puede ingresar.

Minas de uranio: En las minas de uranio, se han aplicado medidas de mitigación para proteger la salud de los trabajadores. Estas pueden incluir la instalación de sistemas de ventilación eficientes, así como también la implementación de protocolos de monitoreo regular de los niveles de radón en el aire. Además, se han implementado prácticas de seguridad y salud ocupacional, como el uso de equipos de protección personal y la limitación del tiempo de exposición.

Espacios subterráneos y cuevas: En estos casos se han tomado medidas para proteger a las personas que trabajan o visitan estos lugares. Esto puede incluir la ventilación adecuada de las áreas, la limitación del tiempo de exposición y la utilización de equipos de protección personal, como mascarillas respiratorias, en casos necesarios.

Sellado de grietas y entradas de aire: El radón puede ingresar a los espacios interiores a través de grietas en paredes, pisos y cimientos, así como a través de entradas de aire no selladas. Es importante sellar adecuadamente estas áreas para evitar la entrada de radón. Se pueden utilizar selladores de grietas y selladores de cimientos para minimizar las vías de ingreso del gas.

Pruebas y monitoreo: Realizar pruebas periódicas de radón en los espacios interiores es fundamental para determinar los niveles de concentración y evaluar la eficacia de las medidas de mitigación implementadas. Se pueden utilizar kits de prueba de radón disponibles en el mercado o contratar a profesionales especializados en pruebas de radón.

De forma general, la mitigación del radón implica la aplicación de técnicas de ventilación, sellado de grietas y aberturas, y la instalación de sistemas de extracción de radón cuando sea necesario. Cada caso puede requerir medidas específicas dependiendo de los niveles de radón presentes y las características del entorno. Es

importante contar con profesionales capacitados en mitigación de radón para realizar las evaluaciones y las acciones correctivas adecuadas.

Además existen dos tipos de pruebas para detectar el radón de acuerdo al manual informativo de la EPA (2003). Estas son “**Las pruebas de corta duración**”, donde la manera más rápida de comprobar la presencia de radón es utilizando este tipo de prueba. Esta se hace cuando las mismas permanecen en su hogar de dos a 90 días dependiendo del modelo del detector que use. Los detectores más usados en las pruebas de corta duración son los detectores de carbón activo, de partículas alfa, de cámara de iones electrónicos o cámara iónica de electrones, monitores de radón continuo y de centelleo líquido. Debido a que los niveles de radón varían de un día para otro y de una estación a otra estas pruebas de corta duración no son las más recomendadas para obtener el nivel promedio anual de radón en su casa (EPA, 2003).

El otro tipo de pruebas son “**Las pruebas de larga duración**”, estas pruebas permanecen en su hogar por más de 90 días. Los detectores de partículas alfas y los de iones electrónicos son los más usados para este tipo de prueba. Las pruebas de larga duración dan como resultado el promedio anual del nivel de radón en su hogar (EPA, 2003).

Se puede decir que gracias a la amenaza radiactiva relacionada con la acumulación del gas radón en las viviendas y en los lugares de trabajo, se ha ido incrementado las labores de investigación por expertos y de los responsables de la salud pública. Para evaluar la dimensión del problema, en la última década se han efectuado mediciones de los niveles de gas radón en casi todos los países europeos y en los Estados Unidos de América.

De igual forma la comunidad Europea ha ido estableciendo criterios para la protección de la población contra la exposición al gas radón dentro de las edificaciones, también se han patrocinado la realización de esta clase de campañas de monitoreo del gas radón a nivel nacional, regional y local.

En Colombia, por ejemplo, se realizaron las primeras mediciones del gas radón en suelos y aguas. Desde 1997 los autores han realizado mediciones del gas radón en el aire interno de algunas edificaciones, pero, la primera medición sistemática con objetivos de estudio de la geo amenaza radiactiva, se desarrolló en un reciente estudio de tesis de pregrado (Salazar et al., 2004).

De acuerdo a Salazar et al (2004) las medidas preventivas deben de comprender tres principales aspectos:

1. El establecimiento de una legislación que permita regular y controlar todas las posibles fuentes de gas radón.

2. Sistemas de control a todos los productores e importadores de materiales de construcción.
3. Educación a la población sobre la amenaza del gas radón, incluyendo la cultura de la ventilación de las viviendas y los lugares de trabajo, pues el aire es el mejor diluyente de esta amenaza natural.



Figura 5. Entidades implicadas en planes nacionales del radón (Manual de la OMS sobre el radón en interiores, 2015).

Conclusión

Finalmente gracias a la elaboración de esta investigación, es posible saber que el gas radón es un peligro invisible pero significativo en nuestro entorno. Su naturaleza radiactiva y su tendencia a acumularse en espacios cerrados plantean riesgos para la salud, especialmente en áreas con altas concentraciones o en entornos ocupacionales específicos, como minas de uranio. Es importante destacar que, aunque estos casos pueden representar riesgos para la salud, la mayoría de las veces se puede mitigar el peligro del radón a través de medidas adecuadas, como la ventilación y los sistemas de mitigación. La identificación temprana de niveles altos de radón y la adopción de acciones correctivas son fundamentales para proteger la salud de las personas expuestas.

Sin embargo, gracias a la conciencia pública y las medidas de mitigación implementadas, se ha logrado reducir la exposición al radón. La ventilación adecuada, el sellado de grietas y la instalación de sistemas de mitigación específicos han demostrado ser efectivos en la reducción de los niveles de radón en viviendas, edificios y lugares de trabajo. Por lo tanto, al tomar medidas preventivas y adoptar prácticas de mitigación, podemos reducir los riesgos asociados con el radón y promover un entorno más seguro y saludable para todos.

Finalmente se podría decir que dichas medidas y programas que se han ido implementando se ha podido desarrollar un mismo objetivo, este es que las medidas preventivas para remediar exposición radiactiva natural no solamente en las nuevas construcciones, sino también en las ya existentes.

Bibliografía

- Domínguez. (2016). MAPA DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL GAS RADÓN EN LAS VIVIENDAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA https://eprints.ucm.es/id/eprint/46341/1/TFM_MTIG_MSD_MAPA_RADON.pdf
- EPA. (2003). Manual Informativo Sobre El Radón. La guía para proteger a su familia y a usted del radón. https://espanol.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/citizensguide_s_p.pdf
- Salazar et al., (2004). El gas Radón: Una amenaza radiactiva natural. Boletín de Geología Vol. 26, No. 42 <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/8252/8241>
- Menéndez. (2022). accidente de Chernóbil. Academia. play. <https://academiaplay.es/accidente-chernobil/>