

# Presencia de radón en casas habitación del estado de Chihuahua

## Radon in homes in Chihuahua, Mexico

LUIS COLMENERO-SUJO<sup>1,3</sup> Y MARÍA DE LOURDES VILLALBA<sup>2</sup>

### Resumen

En este documento se hace referencia al radón, sus características físicas, peligrosidad y límites permitidos, causas de su presencia en aire y agua, causas de su presencia en el estado de Chihuahua, así como la manera de minimizar la concentración de este gas en una habitación. Se muestran los resultados de investigaciones realizadas en los años 2002 y 2003 en las que se determinó la concentración de radón en casas habitación en las 13 principales ciudades del estado de Chihuahua, por los métodos pasivos de electretos y latas de carbón activado. Se encontró que las ciudades de Aldama, Parral y Cuauhtémoc, con 225, 173 y 150 Bq/m<sup>3</sup>, respectivamente, excedían a los valores máximos permitidos para concentración de radón en habitación, de 148 Bq/m<sup>3</sup>. Hogares de la ciudad de Chihuahua, con un valor promedio de 136 Bq/m<sup>3</sup> están muy cercanos al límite permitido. También se encontró que ciudades como Ciudad Juárez, Camargo, Bocoyna, Creel, Manuel Benavides, Ojinaga y Delicias, tuvieron valores promedio de concentración de radón bajos. Hacen falta mayores estudios para encontrar las causas de esta concentración de radón presente en estas ciudades analizadas.

**Palabras clave:** Radón, límite permitido, dosimetría, métodos pasivos, Bequerel por metro cúbico

### Abstract

This paper reports radon, <sup>222</sup>Rn, its physics characteristics, danger and the maximum contaminant level, its causes in air in houses of Chihuahua state, besides it is offered options for down the radon concentrations in a house. This work show researches made in the 2002 and 2003 when radon concentrations were measured in the main 13 cities of Chihuahua state using both passive methods like electret and diffusion barrier charcoal detectors. This paper reports that in some cities like Aldama, Parral and Cuauhtemoc, radon concentrations is higher than the limits. Chihuahua city had radon concentrations levels near at the limits. Also some cities like Ciudad Juarez, Camargo, Bocoyna, Creel, Manuel Benavides, Ojinaga and Delicias had radon concentrations levels lower than the limits. It is necessary more researches in order to find causes of presence in houses of radon concentrations high in those cities.

**Keywords:** Radon, limits of radon, dosimetry, passive methods, Bequerel per cubic meter

### Introducción

**E**l radón es un elemento químico gaseoso que carece de color, olor y sabor; es químicamente inerte, se ubica en el grupo VIII A de la Tabla Periódica, número atómico 86, tiene varios isótopos, pero el más importante es el de masa 222, con vida media de 3.823 días. El <sup>222</sup>Rn es el producto directo de la desintegración del isótopo del <sup>226</sup>Ra, que a su vez, es producto de la serie de desintegración <sup>238</sup>U. La particularidad del elemento radón es que es un gas radioactivo, lo que lo hace nocivo para la salud. La Figura 1 muestra la serie de desintegración del <sup>238</sup>U (Colmenero, 2004).

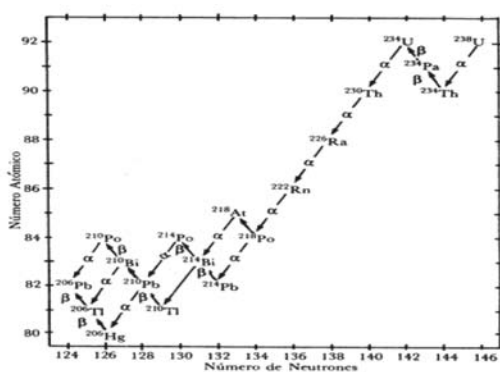
<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Chihuahua II. Av. de las Industrias #11101, Complejo Industrial Chihuahua · Teléfono: (01-614) 442-5000

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chihuahua.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: luis.colmenero@cimav.edu.mx

El radón se encuentra en mayor o menor proporción en todo tipo de rocas, suelo y agua, se mueve hacia arriba hasta llegar a un lugar hermético, como puede ser las casas habitación, y mantenerse presente en ellas hasta que se desintegra en otros isótopos radioactivos.

**Figura 1.** Serie de desintegración del  $^{238}\text{U}$  (Colmenero, 2004).



## Desarrollo del tema

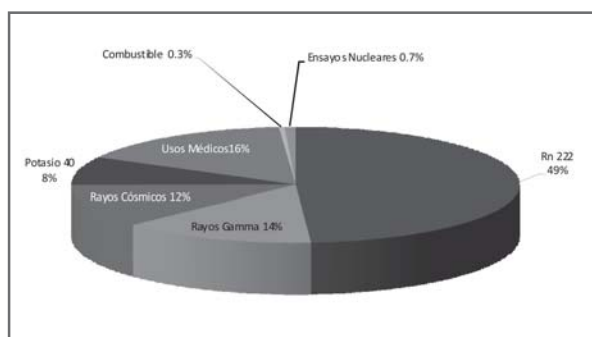
*Peligros del radón.* El radón entra a las casas habitación directamente del suelo, a través de grietas del piso, o puede provenir directamente de los materiales de construcción y agua de pozo; es fácilmente liberado del agua mediante un proceso de agitación o evaporación, o simplemente en las labores propias del hogar (duchas, lavado de trastos, etc.).

El radón presente en el aire, al ser inhalado, puede ser exhalado sin cambio alguno, o puede ocurrir su desintegración dentro de los pulmones, emitiendo dos tipos de partículas alfa, la más común es de energía de 5.49 MeV (mega electrón volt) y además una emisión gamma ( $\gamma$ ) de 0.51 MeV, convirtiéndose en  $^{218}\text{Po}$ , este elemento es sólido y difícilmente sale del pulmón. La inhalación del radón se considera la segunda causa de cáncer del pulmón de los Estados Unidos, y probablemente de todo el planeta.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA) y las regulaciones mexicanas, han establecido un límite máximo permitido de radón en aire de 148 Bq/m<sup>3</sup> (4 pCi/L) y en agua potable de 11 Bq/L (Colmenero, 2004; Villalba, 2003).

Del total de dosis de radiación que recibe una persona, en condiciones normales, el radón ocupa el 49 %, como se observa en la Figura 2.

**Figura 2.** Distribución de la dosis de radiación recibida por la población (Colmenero, 2004).



*Uranio en México.* En México, el uranio mineral se presenta en forma de depósitos hidrotermales sedimentarios, asociados a las fallas que dieron origen a las formaciones montañosas. Se ha determinado una edad de los depósitos de 28 millones de años, por lo que se sitúa en el Terciario-Oligoceno Superior. Los yacimientos en México se encuentran en los estados de Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Estado de México, Puebla y Zacatecas (Colmenero, 2004).

*Uranio en el estado de Chihuahua.* En el estado de Chihuahua se encuentran los principales depósitos de uranio en México, hay localizados alrededor de 56 yacimientos uraníferos, distribuidos principalmente en serranías de los municipios de Aldama, Villa Ahumada, Chihuahua, Ojinaga y Jiménez. El yacimiento de Peña Blanca, a 25 km al norte de la ciudad de Aldama, contiene el 60 % del total de uranio de México (Colmenero, 2004).

*Medidas que ayudan a disminuir la concentración de radón presente en casas habitación.* Como el radón es un gas que se acumula más en invierno, debido a que se cierran puertas y ventanas, la disminución se logra principalmente ventilando la habitación, abriendo las ventanas para que el aire circule y evite la acumulación del radón; el aire fresco diluye las altas concentraciones. Es conveniente que se lleve a cabo esta práctica de manera frecuente, dependiendo de la concentración de radón encontrada, y de las condiciones del clima, de ser posible, diariamente, o al menos dos veces a la semana. En el cuarto de baño, durante la ducha, mantenga la ventana abierta

o coloque un extractor para la eliminación rápida del vapor. En las labores propias de hogar, cuando este realizando estas actividades, si es posible utilice agua fría, y evite la salida de vapor del agua caliente que a su vez libera el gas radón (Colmenero, 2004).

*Técnicas y métodos de medición del radón.* Frecuentemente, la medición de radón en el aire se realiza con fines de evaluación de la dosis que recibe el público, o el personal laboral expuesto a este elemento y a sus productos o descendientes. La dosis por inhalación de radón se debe más a la desintegración radiactiva de los hijos que a la del propio gas, ya que son los hijos del radón los que se adhieren al tejido del tracto respiratorio, para volverse a desintegrar depositando su energía y ser responsables del daño en los tejidos. Sin embargo, la concentración del gas radón es quien gobierna la existencia de los descendientes, siendo estos más difícil de medir. Conociendo la concentración del gas en el aire, se puede estimar el límite superior de presencia de los hijos del radón, por esta razón, las mediciones, los niveles de intervención y la mayoría de los cálculos se realizan sobre la concentración del radón.

Las técnicas de medición del radón se fundamentan en la interacción de la radiación alfa, beta o gamma emitida por el gas y sus hijos, de manera independiente o combinada. Las técnicas más comunes usan detectores de cámara de ionización (de pulsos o electrostáticas), celdas de centelleo de ZnS(Ag), espectrómetros alfa con diodos de silicio (de barrera superficial o de juntura por difusión), espectrómetros gamma basados en detectores de cristal centellante de NaI(Tl) o diodos semiconductores de germanio, y el registro de las trazas o huellas nucleares en películas sólidas. Los instrumentos se clasifican comúnmente por las variantes de muestreo en que se aplican: Instantánea, integral y continua. También se clasifican como activos si necesitan estar conectados permanentemente a una fuente de potencia eléctrica local o como pasivos. De acuerdo a cada variante se escogen los detectores y la

metodología de medición (Colmenero, 2004; Villalba, 2003; Colmenero *et al.*, 2004).

*Mediciones de radón en el estado de Chihuahua.* En el Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados (CIMAV) de Chihuahua, se han realizado diversas investigaciones para poner a punto técnicas y metodologías para medir el radón en aire, utilizando métodos como: Electretos, latas de carbón activado, trazas nucleares en sólidos con LR-115 II y CR-39 y medición de este gas en agua, utilizando electretos y centelleo líquido. Se han llevado a cabo mediciones de este elemento en las principales ciudades del estado de Chihuahua (Colmenero, 2004; Montero, 2005).

## Resultados encontrados de radón

En los meses de noviembre a febrero de los años 2002 y 2003, se determinó la concentración de Rn en un total de 584 casas habitación en las trece principales ciudades del estado de Chihuahua (por orden alfabético): Aldama, Bocoyna, Camargo, Chihuahua, Ciudad Juárez, Creel, Cuauhtémoc, Delicias, Jiménez, Manuel Benavides, Nuevo Casas Grandes, Ojinaga y Parral. Se realizó el muestreo en estas ciudades por tratarse de las localidades con mayor población o por encontrarse cercanas a yacimientos uraníferos. Se utilizó básicamente dos métodos de medición que son pasivos y de corto tiempo (tres a cuatro días de lectura); estos fueron de latas de carbón activado y electretos. Se utilizó un tercer método, también pasivo, pero de tiempo largo, de 1-3 meses, utilizando trazas nucleares en sólido LR 115-II. Se utilizó este método como control de calidad de los otros dos anteriormente mencionados.

Los resultados promedio de la concentración de radón en aire encontrado en casas habitación en las ciudades mencionadas, se presentan en el Cuadro 1. Se resaltan en negro los valores iguales o mayores a  $148 \text{ Bq/m}^3$ . Además se presenta el máximo valor de concentración de radón obtenido para cada ciudad, así como el porcentaje de domicilios con valores de concentración mayor a  $148 \text{ Bq/m}^3$  (Colmenero, 2004).

**Cuadro 1.** Concentración de radón en las ciudades del estado de Chihuahua (Colmenero, 2004).

Ciudad	Promedio Bq/m <sup>3</sup>	Máximo Bq/m <sup>3</sup>	% de hogares con > 148 Bq/m <sup>3</sup>
Aldama	225	1101	76
Bocoyna	69	240	6
Camargo	61	163	5.5
Creel	69	240	6
Cuauhtémoc	150	296	41
Chihuahua	136	888	33
Delicias	92	133	5
Jiménez	118	380	31
Juárez	48	495	2.5
M. Benavides	70	137	0
NCG	104	249	28
Ojinaga	87	203	4.7
Parral	173	780	39


Como se observa en el Cuadro 1, ciudades como Aldama, Parral y Cuauhtémoc presentan promedios de concentración de radón más altos al recomendado por la EPA y las Normas Mexicanas. La ciudad de Chihuahua presenta un promedio muy cercano al límite de intervención. Por otra parte, Ciudad Juárez, Camargo, Bocoyna, Creel, Manuel Benavides, Ojinaga y Delicias, presentan en promedio, valores bajos de concentración de radón en domicilios. La ciudad de Manuel Benavides no presentó una sola casa con valor de concentración de radón mayor a 148 Bq/m<sup>3</sup>.

## Conclusiones

Los valores encontrados tienen correlación con la cercanía de estas ciudades a yacimientos uraníferos, y con el tipo de suelo que los rodea, de material que contiene cantidades importantes de uranio, precursor del radón.

Hacen falta estudios para encontrar las causas de la presencia de radón en casas habitación, y relacionarlas con el tipo de materiales con los que están construidas.

## Literatura citada

- Colmenero, S. L. H. 2004. Análisis de radionúclidos en suelos y de radón en domicilios de las principales ciudades del estado de Chihuahua. [tesis doctoral]. Chihuahua, Chihuahua, México: CIMAV.
- Villalba, M. L. 2003. Análisis y dosimetría de radionúclidos en agua en el estado de Chihuahua. [tesis doctoral]. Chihuahua, Chihuahua, México: CIMAV.
- Colmenero, S. L. H., C. M. E. Montero, M. L. Villalba, P. E. F. Herrera. 2004. Uranium-238 and Thorium-232 series concentrations in soil and Rn-222 indoor and drinking water concentrations in the city of Aldama, Chihuahua, Mexico. *Journal of Environmental Radioactivity*; (77): 205-219
- Montero, C. M. E., S. L. H. Colmenero, M. L. Villalba, G. S. De la Cruz, P. J. Sáenz, V. M. Rentería. 2005. Rn-222 air concentrations in Chihuahua state (Mexico) dwellings and in the U.S./Mexico border. *Microchemical Journal*. (81):28-34. 

Este artículo es citado así:

Colmenero-Sujo, L., M. L. Villalba. 2010: *Presencia de radón en casas habitación del estado de Chihuahua*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 4(3): 122-125.