

“GAS RADÓN EN CONSTRUCCIONES DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA.”

Ciudad de Córdoba, Argentina

AUTORES

Germanier, Alejandro

Rubio, Marcelo

Campos, Manuel

Sbarato, Darío (dsbarato@yahoo.com.ar)

Sbarato, Viviana

Ortega José Emilio (jortega@cea.unc.edu.ar)

Salort María Rosa

Este trabajo ha sido producido en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo en Gestión Ambiental que se desarrolla de manera conjunta entre la Maestría en Gestión para la Integración Regional del Centro de Estudios Avanzados de la UNC y del Centro de Información y Documentación Regional de la Secretaría General de la UNC. Siendo sus árbitros el Prof. Ing. Jorge Horacio González (Prof. Titular y Rector UNC), Prof. Dr. Jugo Juri (Prof. Titular, Ex Rector UNC, Ex Ministro de Educación de la Nación) y Prof. Dr. Pedro J. Frías (Prof. Consulto UNC, Presidente Honorario de la Academia Nacional de Derecho y Ciencias Sociales de Córdoba).

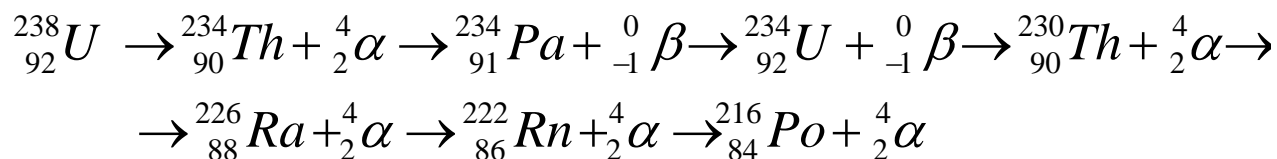
INTRODUCCIÓN:

Hace 70 años se realizaron estudios en poblaciones mineras donde el nivel de cáncer pulmonar llamó la atención de los científicos. Los resultados obtenidos afirmaban que los mineros estaban en sitios donde recibían grandes dosis de radiación las cuales causaban el cáncer. Analizando la composición de los materiales se observó que del decaimiento del Uranio se obtenía un gas radiactivo llamado Radón, lo cual llevó a los científicos a pensar que los productos de materiales radiactivos tenían la particularidad de poder penetrar hasta nuestros pulmones y dentro de ellos radiar partículas muy energéticas las cuales causaban cáncer.

Hasta el día de hoy se han llevado a cabo numerosos estudios, en diferentes partes del mundo arribando todos a la misma conclusión: “Estar expuesto a altas concentraciones de Radón aumenta peligrosamente la probabilidad de contraer cáncer, a tal medida de poner en riesgo la salud de la persona”¹.

El siguiente esquema muestra los sucesivos decaimientos del Uranio^{2,3}:

Actualmente el Radón es utilizado de formas menos dañinas como detector de fugas, y en



Esquema 1

el estudio de transporte atmosférico.

En la siguiente tabla se mencionan algunas consecuencias de la exposición al Radón:

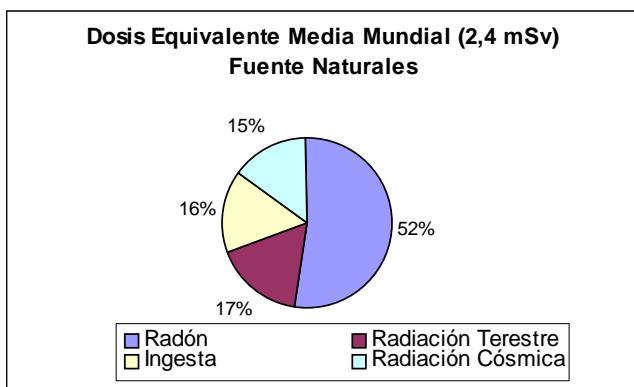
Acciones adversas	
Dérmicas	Dermatitis
Oculares	Cataratas
Renales	Nefritis
Respiratorias	Cáncer de pulmón (sumados a los efectos de fumar), enfisema, fibrosis pulmonar a altas dosis.

¹ Para mayor información se puede consultar la página de la EPA <http://www.epa.gov/ARD-R5/radon/physic.htm>

² Al decaer, cada elemento emite un tipo de partícula, que en estos casos son α o β .

³ U:Uranio, Th:Torio, Pa:Protactinio, Ra:Radio, Rn:Radón, Po:Polonio.

Se estima que el Radón y sus *hijas* (los radionucleídos formados por su desintegración)



contribuyen con las tres cuartas partes de la dosis equivalente anual recibida por el hombre de fuentes terrestres naturales y aproximadamente la mitad de la recibida por fuentes naturales. La mayoría de estas dosis provienen de la inhalación de los radionucleídos, especialmente en ambientes cerrados. El Radón y el Torón (el primero es 20 veces más importante que el segundo, es por ello que nos referimos en general al primero) son gases nobles

radiactivos que se encuentran en la naturaleza. Ellos son el producto del decaimiento radiactivo de las series del Uranio y del Torio, respectivamente.

El Uranio y el Torio existen en la naturaleza como elementos accesorios constituyentes de las rocas y el suelo en general. Pequeñas proporciones de Radón que se producen a partir de ellos se fugan por difusión hacia el aire.

Gran parte de la dosis de radiación recibida por el hombre debida al Radón ocurre puertas adentro de sus viviendas.

Una elevada concentración de este gas en aire ocurre debido a la mala ventilación de la vivienda o a una elevada proporción de Radio en los materiales de construcción o en el suelo debajo del edificio.

La exposición a este gas se encuentra influenciada por las técnicas de construcción de las viviendas, por la elección de los materiales y por los hábitos culturales de sus ocupantes.

Cuando más cerrados son los edificios, más se concentra el radón dentro de ellos. Una vez que el gas penetra, filtrándose a través del suelo o fluyendo de los materiales de construcción, es difícil que salga. Los niveles de exposición a la radiación pueden alcanzar valores muy elevados, sobre todo si el edificio se encuentra asentado en un terreno particularmente radiactivo o ha sido construido con materiales especialmente radiactivos. El aislamiento térmico agrava la situación, al hacer más difícil la salida del gas.

Los materiales de construcción más comunes (madera, ladrillos y hormigón) desprenden relativamente poco radón. El granito es mucho más radiactivo, como también lo es la piedra pómez.

La presencia de manifestaciones uraníferas en la Provincia de Córdoba y el uso de la piedra o la arena en forma intensiva en las técnicas de construcción de esta región aumentan el interés en determinar la presencia de este gas puertas adentro de edificios de la Ciudad de Córdoba. Además, gracias al monitoreo, se crearía una base de datos de referencia para comparaciones futuras.

Se escogieron para el estudio edificios de los siglos XVII, XVIII, XIX y XX dado que los mismos fueron construidos con distintas técnicas y materiales.

Según la EPA, se deben tomar dos tipos de mediciones:

Mediciones Cortas (MC): nos entregan una idea rápida de la situación de la concentración de Radón. Este tipo de medición **no** es suficiente para decidir la necesidad de tomar medidas de acción. La medición debe realizarse bajo condiciones que maximicen la probabilidad de encontrar concentraciones elevadas de Radón. Estas mediciones deben

realizarse de 1 a 90 días (según el monitor), si es posible se recomienda hacer varias MC de pocos días en diferentes épocas del año. Si estos resultados son mayores a 4 picocurie⁴ por litro (pCi/l), entonces debemos tomar mediciones más prolongadas, o lo que la EPA llama Mediciones Prolongadas.

Mediciones Prolongadas (MP): estas mediciones se duran desde algunos meses hasta 1 año. Las medidas de acción y prevención son dictadas por los resultados de estas mediciones.

En nuestro país la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) propone como límite de intervención una concentración promedio anual de 400 becquerel⁵ por metro cúbico en el interior de viviendas. Este límite es considerablemente mayor que el impuesto por la EPA debido al promedio anual, por ello, en nuestro estudio trabajaremos con el límite propuesto por la EPA.

Siguiendo las recomendaciones de la EPA el siguiente estudio se separa en dos instancias: Hacer un chequeo (*MC*) de las construcciones de la ciudad para determinar su concentración de Radón rápidamente.

Una vez terminado el chequeo, comenzar una monitoreo prolongado (*MP*) de las construcciones donde la concentración superó el nivel de intervención dado por la EPA de 4 pCi/l.

Una vez completadas las instancias recomendar las acciones pertinentes ya sean de prevención o solución del problema⁶.

MATERIALES Y MÉTODOS



Para la determinación de concentraciones de Radón (^{222}Rn) se utilizó un detector *Radón Monitor 05-418*, marca Victoreen. Este posee un detector de estado sólido de silicio con una sensibilidad nominal de 2,5 decaimientos alfa por hora, un rango de medición de 0,1 a 999 pCi/l y una exactitud de $\pm 25\%$ o 0,1 pCi/l, según cual sea mayor. Para obtener la lecturas de concentración de ^{222}Rn , el monitor realiza un promedio temporal de los decaimientos alfa multiplicados por un factor de calibración.

Para la primera instancia, los registros se realizan durante 24 hs., siendo las lecturas cada 1 hora. La evaluación de la concentración de ^{222}Rn surge del promedio de las lecturas tomadas en cada ambiente. Al respecto se tomó la regla de descartar las primeras horas de medición, para evitar que el paso de un ambiente a otro del monitor produzca una variación de lectura de la habitación de interés.

En los ambientes que lo permitían, las mediciones fueron realizadas cerrando puertas y ventanas para maximizar la probabilidad de encontrar concentraciones elevadas de ^{222}Rn .

⁴ El curie (Ci) corresponde a 3700×10^{10} decaimientos nucleares por segundo.

⁵ El becquerel (Bq) corresponde a un decaimiento por segundo.

⁶ Para conocer las acciones recomendadas por el fabricante del equipo ver el apéndice A.

El monitor fue localizado a aproximadamente 80 cm de altura de acuerdo a normas internacionales.

Para la segunda instancia los registros se realizan cada 4 meses tomando los intervalos de tiempo cada 24 horas.

Resultados de las Mediciones

Lugar de Medición		Concentración de Radón (pCi/l)
Cripta Jesuítica (siglo XVII)	_____	1.3 ± 0.9
Cabildo Histórico (siglo XVII-XVIII)	Celda	0.3 ± 0.4
	Sala Secundaria	0.5 ± 0.5
Rectorado de la UNC (siglo XVII-XVIII)	Oficialía Mayor	0.7 ± 0.5
Observatorio Astronómico (siglo XX)	Taller	5.0 ± 2.0
Observatorio Ambiental (siglo XX)	Oficina 1	2.0 ± 1.0
	Laboratorio de Agua	1.0 ± 1.0
	Oficina 2	1.0 ± 1.0
CEPROCOR (siglo XX)	Sótano	1.4 ± 0.9
	Laboratorio	0.7 ± 0.6
CPC de Argüello (siglo XX)	Registro Civil	2.0 ± 2.0
	Oficina de Cultura	2.0 ± 2.0
	Aula Cónica	4.0 ± 1.0
CPC Centro América (siglo XX)	Registro Civil	0.8 ± 0.8
	Mesa de Entradas	0.7 ± 0.6
	Caja de Reg. Civil	0.9 ± 0.8
CPC del Libertador (siglo XX)	Departamento de Administración	4.0 ± 3.0
	Atención al Vecino	3.0 ± 3.0
CPC Colón (siglo XX)	I.V. y M.G.E. ⁷	2.0 ± 1.0
	Taller Sala 2	0.7 ± 0.6
	Depósito	2.0 ± 1.0

⁷ Información al Vecino y Mesa General de Entradas

Conclusiones

Los resultados presentados son solo resultados parciales ya que nuestra primera instancia aún no ha terminado, sin embargo podemos obtener algunas conclusiones al respecto.

Un hecho que llama la atención es la magnitud de los errores obtenidos con relación a los promedios. Esto solo reafirma la opinión de la EPA, y nuestra segunda instancia, de tomar mediciones más prolongadas.

Los siguientes lugares tienen concentraciones superiores o dudosamente iguales a 4 pCi/l:

Compañía de Jesús: Pieza 7 y Capilla de Lourdes

Museo San Alberto: Sala de Ornamentos y Cripta de Enterramiento.

Catedral: Sala Santísima y Cripta de Enterramiento.

Colegio Nacional de Monserrat: Aula

Museo de Arte Religioso Luis de Tejada: Sala Nueva, Sala del Confesionario y el Taller.

Museo de Mineralogía.

Observatorio Astronómico: Taller.

C.P.C. de Argüello: Aula Cónica.

C.P.C. del Libertador: Departamento de Administración y Atención al Vecino (Cono).

Estos sitios serán observados en la segunda instancia del estudio.

El estudio continuará con los chequeos de edificios públicos, Museo Genaro Pérez, Museo de la Industria, Obispo Salguero, Centro Cultural San Vicente, Centro Cultural Alta Córdoba, Centro Cultural General Paz y los restantes C.P.C..

Apéndice A

Tabla de Acciones Recomendadas según los resultados de *Mediciones Prolongadas*⁸:

Concentración de Radón (pCi/l)	Acciones Recomendadas
Menores a 4	Aunque la exposición a este nivel de radiación puede presentar algún riesgo de cáncer pulmonar, se hace muy difícil disminuir estos niveles de concentraciones. Se recomienda un monitoreo más prolongado.
Entre 4 y 20	Tomar las acciones necesarias para que en los próximos años este nivel se reduzca a 4pCi/l (mejor ventilación).
Entre 20 y 200	Tomar las acciones necesarias para que en los próximos meses estos niveles se reduzcan al menor posible entre 4pCi/l y 20pCi/l
Mayores a 200	Tomar las acciones necesarias para que en las próximas semanas el nivel se halle por debajo de los 200pCi/l. Considerar la posibilidad de mudarse hasta que los niveles bajen.

⁸ Datos según el fabricante del monitor.

Apéndice B

El Dr. Daniel Pérez realizó un trabajo acerca de la concentración de Radón en construcciones históricas de Córdoba, de este trabajo hemos utilizado tácitamente algunas de sus conclusiones.

Los resultados que hemos utilizado de dicho trabajo son:

La mayor contribución a la concentración de Radón puertas adentro es la debida a los materiales de construcción. El suelo puede tomarse como fuente secundaria de Radón.

El flujo de Radón en la interfase muro-aire es aproximada-mente constante, después de haber llegado a un estado de equilibrio (media hora de haber cerrado puertas y ventanas, por ejemplo).

El mármol proveniente de Córdoba es una fuente importante de emisión de Radón.