



Exposición laboral a Radón Interior en España. Estudio Piloto.

**Proyecto becado por la Fundación Prevent - IV Edición de las Becas I+D
en PRL, 2015.**

**Informe final del proyecto
Octubre, 2017**

**Claudia Narocki
Alberto Ruano-Raviña
María José López-Jacob
Juan Miguel Barros-Dios**

Índice

Introducción	1
La normativa española	3
Objetivos.....	5
Material y Métodos	6
Muestreo.....	6
Selección de empresas concretas	6
Selección de un lugar concreto dentro de las empresas	7
Colocación efectiva	7
Fichas de registro, instrucciones y otro material.....	7
Características de la medición de radón interior.....	8
Tiempo de medida	8
Preparación de datos para el análisis y análisis estadístico.	9
Resultados	9
Fase de reclutamiento	9
Recepción de detectores.....	10
Resultados globales	10
Resultados por sectores	10
Resultados por Comunidades Autónomas y sectores	12
Resultados por municipio.....	12
Trabajadores expuestos	12
Tiempo de ocupación de los puestos de trabajo	12
Características de los lugares de trabajo	13
Presencia de ascensor en la planta de la medición de radón.....	13
Planta de colocación del detector de radón	13
Número de plantas por debajo de la planta de colocación de radón	13
Uso de aire acondicionado.....	14
Material de construcción	15
Discusión.....	16
Conclusiones.....	19
Referencias	20
Anexos	15

Introducción

La exposición al radón interior (Rn-222) y sus descendientes de vida media corta constituye una preocupación para las agencias internacionales de Salud Pública tanto por la dimensión de la población expuesta, como por el carácter cancerígeno del mismo. La principal exposición a radón proviene de su presencia y acumulación en el interior de los edificios, sean éstos espacios residenciales, laborales o de otro uso. El nivel de presencia y acumulación está relacionado no sólo con las características geológicas del suelo del área geográfica en el que se sitúan los edificios, sino también por el tipo de edificación.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasifica este elemento radiactivo como cancerígeno (Grupo I) en el grupo de los principales cancerígenos laborales;¹ por su parte, la Organización Mundial de la Salud² considera que la exposición a Radón constituye la segunda causa de cáncer de pulmón tras el tabaco, por lo que representa el principal agente laboral conocido en relación con el cáncer de pulmón, una vez prohibido el humo del tabaco en los espacios laborales de nuestro entorno. Además, la última versión del Código Europeo Contra el Cáncer, publicada en 2014, incluye en su punto 9 que se debe evitar la exposición a concentraciones elevadas de radón interior con el objetivo de reducir el riesgo de cáncer pulmonar.³ Este carácter carcinogénico lo confirman además estudios realizados en España que indican que los sujetos expuestos a radón en el domicilio presentan más riesgo de cáncer de pulmón.^{4, 5, 6}

La mayoría de los países desarrollados han desarrollado estrategias de mapeo, basadas fundamentalmente en mediciones en viviendas; en España las áreas geográficas con mayor presencia de radón están bien definidas también en base a mediciones realizadas en domicilios.⁷ El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) divide el territorio nacional en tres categorías que representan los diferentes grados de probabilidad de exposición. Diversas áreas de Galicia, Castilla la Mancha, Castilla León, Madrid y Extremadura presentan el mayor número de zonas de la categoría de más exposición. Esto no quiere decir que pueda haber lugares de riesgo en CCAA de bajo riesgo en los cuales pueda haber elevadas concentraciones de radón interior debido a diferentes factores (lugar de trabajo subterráneo, escasa ventilación, o características del material de construcción que pueda emitir radón en concentraciones relativamente elevadas). También dentro de CCAA de riesgo, éste no es homogéneo y también se observan que hay zonas de mayor y menor concentración de radón, como se observa en estudios recientes.^{8, 9}

Mientras que son relativamente numerosos los estudios que describen la situación de exposición en los edificios residenciales tanto en España como en otros países, los dedicados a los entornos laborales (al margen de las minas de uranio) son muy poco frecuentes. En Grecia, Italia o Reino Unido por citar el ámbito Europeo, se han desarrollado algunos estudios que encontraron que un porcentaje variable de los centros de trabajo en áreas con mayor concentración de Radón presentan un nivel de riesgo que requiere la aplicación de medidas de control sobre el edificio o el proceso

de trabajo con el fin de limitar la exposición innecesaria a los trabajadores. En España un único estudio publicado, realizado en Extremadura¹⁰ tras medir 130 empresas o instituciones, encontró que más de un tercio de las mismas tenían niveles que requerían desarrollar medidas preventivas, así como monitorizar detalladamente sus instalaciones. Otros estudios también consideran además el riesgo de exposición para el público (museos, hospitales, escuelas, cuevas turísticas, etc.).

El grave riesgo para la salud que supone la exposición al radón ha determinado que diversos organismos internacionales, así como un buen número de países, hayan emitido recomendaciones o normativas de carácter obligatorio con el fin de controlar las exposiciones al radón tanto en las viviendas como en los lugares de trabajo.¹¹

Niveles ambientales máximos recomendados por distintos organismos

Fuente	Nivel
Real Decreto 783/2001	1.000 Bq/m ³
Directiva 2013/59/EURATOM	300 Bq/m ³
Health Canada ¹² (desde 2007)	200 Bq/m ³
Organización Mundial de la Salud (desde 2009) ²	100 Bq/m ³ - 300 Bq/m ³
Instrucción IS-33 del Consejo de Seguridad Nuclear ²⁰	300 Bq/m ³ - 600 Bq/m ³

Por su parte, algunas autoridades como la sanitaria canadiense o la propia Organización Mundial de la Salud (OMS) proponen niveles de salud más restrictivos que los actualmente vigentes en España. La OMS, en efecto, plantea la conveniencia, para minimizar los riesgos para la salud derivados a la exposición al radón en interiores, de establecer niveles nacionales de concentración media que no superen los 100 Bq/m³ de acuerdo con el conocimiento actual, aludiendo al incremento del 16% del riesgo de cáncer de pulmón por cada aumento de 100 Bq/m³ en la concentración medida de radón (IC95%). Este umbral es el derivado del estudio más citado sobre radón hasta la fecha, y que incluyó más de 21,000 sujetos y en el que han participado los coautores de este informe.¹³

A pesar de la evidencia y de la normativa descrita, se observa una escasa preocupación pública por la cuestión de la exposición laboral al radón en España y los riesgos que ésta supone para los trabajadores¹¹. Las agencias especializadas en Salud y Seguridad en el Trabajo y en Salud Pública, ni a nivel nacional ni a nivel territorial (incluso las correspondientes a las áreas con mayor probabilidad de exposición a Radón) muestran indicios de tener entre sus objetivos la atención a la exposición laboral al radón. Tampoco las empresas con centros situados en zonas con presencia de radón suelen tomar en consideración la posibilidad de que los trabajadores resulten expuestos y muy raramente deciden realizar diagnósticos al respecto. Algunas entidades políticas o sociales han realizado esporádicamente advertencias sobre el tema,^{14, 15} aunque no han sido seguidas por políticas específicas de abordaje, salvo en algunas áreas concretas.

El trabajo que se presenta aborda los planteamientos citados y se incardina en los principios de la recientemente aprobada Estrategia Española de Salud y Seguridad 2015-2020,¹⁶ que incorpora la atención a los cancerígenos laborales, tanto entre sus

objetivos de investigación como en los de información. En esta línea, el abordaje de una de las principales causas del cáncer de pulmón también se adapta a los objetivos de la Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo (ENWHP), que acorde con la Declaración de Luxemburgo¹⁷ promueve la acción frente a las enfermedades crónicas y toma en consideración la reducción de las exposiciones que las generan, al perseguir “unas condiciones de trabajo mejoradas, en busca de la calidad y la sostenibilidad del trabajo, donde la salud y la seguridad de los trabajadores está asegurada.”

La consideración de que el cáncer de origen laboral es evitable, en el caso del radón es una realidad contrastada pues, en función del tipo de edificación, es posible reducir significativamente la exposición con medidas, en muchos casos, poco costosas de implementar.²

La normativa española

En España, el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, que aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI),¹⁸ traslada la Directiva europea de 1996.

Tras su modificación en el año 2010,¹⁹ el citado RPSRI dispone (Título VII) que los titulares de las actividades laborales en las que existan fuentes naturales de radiación (exceptuando la explotación de minerales radiactivos, que han de seguir otra normativa) deben **declararlas**. En este sentido, establece que los empleadores deben **realizar los estudios necesarios** a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica, sin necesidad de que estos estudios les vengan a ser exigidos por las autoridades competentes. El RPSRI también especifica que la autoridad competente para hacer cumplir esta normativa son los órganos de **industria** de las comunidades autónomas en cuyo territorio se realizan estas actividades.

En 2012 se publicó en el BOE la Instrucción IS-33²⁰ del Consejo de Seguridad Nuclear sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural, que vino a desarrollar el citado Reglamento. Esta Instrucción incluye un Anexo (que reproducimos en el siguiente cuadro) que indica, sin carácter exhaustivo, las actividades laborales que están dentro del ámbito de aplicación del artículo 62 del Título 7 del RPSRI.

ANEXO a la Instrucción IS-33 del Consejo de Seguridad Nuclear:

“Actividades laborales cuyos titulares deben realizar los estudios requeridos por el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

Las actividades laborales cuyos titulares deberían realizar los estudios requeridos por el RPSRI son las que se llevan a cabo en los lugares de trabajo siguientes:

1. Lugares de trabajo subterráneos como:

– Cuevas y galerías.

– Minas distintas de las del uranio.

2. Establecimientos termales.

3. Instalaciones donde se almacenen y traten aguas de origen subterráneo.

4. Lugares de trabajo, subterráneos o no subterráneos, en áreas identificadas por sus valores elevados de radón.
5. Extracción de tierras raras.
6. Producción y utilización del torio y sus compuestos.
7. Producción de niobio y ferro-niobio.
8. Producción de gas y petróleo.
9. Producción de cemento, mantenimiento de hornos de «clinker».
10. Fabricación de pigmentos de dióxido de titanio.
11. Industria del fosfato (producción de ácido fosfórico y de fertilizantes fosfatados).
12. Industria del zirconio.
13. Producción de estaño, cobre, aluminio, hierro, acero, cinc y plomo.
14. Centrales térmicas de carbón.

Los lugares de trabajo listados con la numeración de 1 a 4 son aquellos en los que es probable que los valores medios anuales de la concentración de radón superen los niveles de referencia.

El resto de lugares de trabajo, tienen asociadas actividades laborales que implican el almacenamiento, la manipulación de materiales o la generación de residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contienen radionucleidos naturales que podrían provocar un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de los miembros del público.”

En la citada Instrucción IS-33 se detalla también el modo en que empleadores y las autoridades competentes deben cumplir con el RPSRI. Así, se establece que las CCAA han de desarrollar el modo en que los *titulares de las actividades laborales en las que existan fuentes naturales de radiación* han de remitir la información para realizar su *declaración de actividades* y en su caso, remitir también *los estudios correspondientes*.

Por su parte, la autoridad en las CCAA ha de remitir copia de la declaración presentada a la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y al Consejo de Seguridad Nuclear.

Existen directrices y recomendaciones metodológicas para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo así como guías para limitar la exposición a la radiación natural, en particular al radón publicadas por el Consejo de Seguridad Nuclear. En particular, entre las que cabe destacar la GS 11-04 Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo resulta de especial interés para este informe.

Por otra parte, una nueva directiva europea, 2013/59/EURATOM²¹ debe estar transpuesta el 6 de febrero de 2018. Las principales novedades de esta directiva son, por una parte, que los Estados miembros deben establecer un **plan nacional de radón**. Por otra, respecto a valores límite, la Directiva establece que no se pueden superar los **300 Bq/m³**. Este valor se corresponde con el que la instrucción IS-33 del Consejo de Seguridad Nuclear fija para ciertas actividades en las que hay presencia del público. Finalmente, la directiva Europea indica la obligatoriedad de incluir el radón y cómo evitar su entrada en los edificios en los códigos técnicos de edificación de los Estados Miembros.

Por el contrario, actualmente, para los lugares de trabajo, los niveles de referencia que fija la Instrucción IS-33 son los siguientes:

- $< 600 \text{ Bq/m}^3$: no es necesario control.
- $600\text{-}1000 \text{ Bq/m}^3$: se debe aplicar un nivel bajo de control.
- $> 1000 \text{ Bq/m}^3$: se debe aplicar un nivel alto de control.

De ahí que la transposición de la Directiva supondrá la reducción del nivel de referencia nacional actual respecto a los lugares de trabajo, aunque por otra parte, quedan aún lejos de las recomendaciones de la OMS sobre el nivel “ideal” de exposición.

En suma, aunque se tengan que actualizar los valores de referencia para ponerlos en coherencia con lo que se sabe sobre los efectos del radón en la salud, existe una normativa muy clara que obliga a realizar mediciones en zonas con riesgo de exposición laboral al radón.

Conforme a esta normativa, aquellos empleadores obligados por el RPSRI que no hayan registrado las actividades afectadas y no hayan realizado la medición de radón en los puestos de trabajo, están incumpliendo la legalidad vigente.

De la misma manera incumplen aquellas CCAA que no han establecido un mecanismo de registro de este tipo de actividades.

Y finalmente también incumplirían la legalidad la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y el Consejo de Seguridad Nuclear, por no exigir la observancia, y la UE, en la medida en que debe supervisar el cumplimiento de las Directivas europeas.

Ante la escasez de estudios sobre radón en el ámbito laboral en España son claramente necesarias investigaciones como la presente que permitan conocer el grado de exposición de los trabajadores a este cancerígeno humano reconocido.

Objetivos

Los objetivos formulados para el desarrollo del trabajo han consistido en

- Determinar y describir la concentración de radón en una muestra de empresas/Instituciones y administraciones situadas en 4 áreas geográficas del territorio nacional, con especial énfasis en aquellas con más concentración de radón: Galicia, Castilla León, Castilla la Mancha y Madrid, en una selección de actividades económicas que excluye la minería.
- Ofrecer información útil a las empresas seleccionadas que permitan plantearse, en su caso, medidas de intervención preventiva.

- Contribuir al conocimiento sobre la presencia del radón y sus posibles riesgos, promoviendo la difusión de los aspectos más relevantes de su exposición

Material y Métodos

Muestreo

El objetivo numérico para este trabajo ha sido realizar unas 250 mediciones de radón en el lugar de trabajo.

El **ámbito geográfico** del estudio se fijó en las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Castilla-La Mancha, Galicia y Madrid.

El **ámbito sectorial** para seleccionar centros de trabajo se delimitó inicialmente entre las siguientes actividades: hoteles, establecimientos docentes, edificios institucionales, agencias bancarias, estaciones de metro, museos. Posteriormente, en virtud de las dificultades encontradas para el reclutamiento de centros, se vio la necesidad de complementar este tipo de centros con oficinas de diversas actividades del sector privado, para alcanzar el número de mediciones previsto inicialmente.

Selección de empresas concretas

La estrategia inicial para el reclutamiento pasaba por contactar con Servicios de Prevención de empresas públicas y privadas pertenecientes a las actividades citadas, tanto de forma directa como a través, fundamentalmente, de los representantes de los trabajadores presentes en las mismas.

Un lugar de trabajo podía pasar a formar parte de la muestra tras obtener la autorización del representante legal o administrativo o de prevención de riesgos laborales de la entidad. Para motivar a estas personas a aceptar el ofrecimiento de colaborar con este proyecto, se prepararon materiales informativos en los que se mencionaba las condiciones de gratuidad y confidencialidad. También se hicieron presentaciones del proyecto y de sus objetivos, tanto personalmente en las sedes de las firmas contactadas como por teléfono y mail.

En un principio se planificó que se establecería una muestra de conveniencia en la que se reclutaba igual número de empresas de las diferentes zonas de exposición teórica potencial (nivel bajo, medio o alto), siguiendo la clasificación de municipios en los mapas provinciales propuestos por el Consejo de Seguridad Nuclear - autoridad nacional en protección radiológica, en función de su probabilidad de concentración de radón (CSN, 2013, Mapa predictivo de exposición al radón en España).⁷ Como se expone en el apartado de resultados, ante la dificultad de conseguir empresas para participar en el estudio, hubo que modificar la estrategia. Primero se reclutaron las empresas y, a partir de ahí, se les asignó la puntuación (baja, media o alta) de

exposición teórica, según el municipio donde se ubica el centro de trabajo y la citada clasificación.

Incluso variando esta estrategia fue enormemente complejo encontrar el número necesario de empresas/lugares de trabajo a medir, con lo que los datos se completaron con mediciones comerciales realizadas por el Laboratorio de Radón de Galicia hasta alcanzar la cantidad fijada de 250 mediciones en lugares de trabajo.

Selección de un lugar concreto dentro de las empresas

Una vez seleccionada la empresa y lugar de trabajo, se debe seleccionar un lugar para colocar el/los detector/es. Todas las mediciones se han de realizar en la planta baja de los centros de trabajo (el radón es más denso que el aire y en lugares subterráneos podría haber más concentración, disminuyendo en los edificios de plantas de oficinas a medida que aumenta la altura), a excepción de determinados centros donde el interés de los responsables de los mismos determine una localización subterránea o incluso en altura.

Además, se busca un lugar de trabajo ocupado por, al menos, un trabajador, con una permanencia de más del 70% estimado de su jornada laboral.

Una vez ubicado el espacio, la elección del lugar de medición se realiza siguiendo los criterios establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear al efecto (a más de 60 cms. del suelo y a menos de 180 cms., alejada de puertas y corrientes,... etc).

Colocación efectiva

En principio se concibieron dos modalidades de colocación: o bien la colocación se hacía por nuestro corresponsal en la propia empresa, o bien por parte de los investigadores del proyecto o colaboradores entrenados. Para el primer caso, que la empresa lo coloque, tras su aceptación se remitía un sobre conteniendo el detector, una ficha para recoger datos sobre las condiciones de colocación y de identificación del detector, y una hoja informativa con las instrucciones de colocación. (ver más abajo).

Asimismo, se dieron instrucciones para la retirada y para el envío de los resultados al laboratorio, para su medición.

Fichas de registro, instrucciones y otro material

Se han elaborado diversos documentos destinados a informar acerca del proyecto a los responsables de las empresas contactadas y a los agentes sociales.

También se ha elaborado una hoja de instrucciones de colocación, que ha acompañado junto con cada detector.

La ficha de recogida de información identifica el lugar donde ha estado colocado cada detector, recogiendo características relevantes para este estudio: planta, existencia de plantas inferiores, ascensor, ocupación del lugar por trabajadores, sistema de acondicionamiento de aire, etc. Al final del periodo de permanencia del detector, esta ficha es enviada al laboratorio junto con el detector, en un sobre prefanqueado en el que ya está indicado el destinatario, que se deja en el centro de trabajo cuando se coloca el detector.

El modelo para informar acerca de los resultados que se remite tras el revelado, presenta las actuaciones que se aconseja realizar en función de los resultados obtenidos.

Los siguientes documentos se presentan en el Anexo:

- Carta de presentación del proyecto
- Hoja de información/instrucciones de colocación
- Ficha de detector y para la recogida de datos del lugar muestreado
- Hoja de respuesta de resultados.

Características de la medición de radón interior

Se utilizan detectores de tipo CR-39 (alpha-track). Consisten en pequeñas cámaras de difusión de plástico conductor en cuyo interior se encuentra expuesta una película sensible a las partículas alfa que ocasionan una traza latente. Cada detector está identificado por un código de barras y su correspondiente número de identificación. Se sirven cubiertos herméticamente por una capa de material aislante y con las instrucciones precisas para proceder a su colocación, retirada y envío para su revelado.

Los detectores se revelan en el Laboratorio de Radón de Galicia, situado en el Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela,²² mediante el equipo de medición Radosys. Este laboratorio ha realizado más de 4,000 mediciones de radón interior, en centros de trabajo y en viviendas y ha realizado el Mapa de Radón de Galicia. También se ha encargado de la medición de radón residencial de 11 provincias españolas para el Mapa elaborado por el Consejo de Seguridad Nuclear. Este laboratorio ha participado con resultados excelentes en 2 ejercicios de intercomparación organizados por la Universidad de Cantabria y el Consejo de Seguridad Nuclear.²³

Todas las determinaciones llevan detectores blancos para asegurarnos una medición correcta.

Tiempo de medida

Los detectores se mantuvieron durante al menos tres meses en el lugar elegido. Para asegurar la adecuada colocación de detectores y su retorno al centro coordinador, se comprobó telefónicamente la disposición de todos los detectores.

Los centros participantes son avisados cuando finaliza el período de medición de radón para que envíen los detectores al centro coordinador.

Preparación de datos para el análisis y análisis estadístico.

Todos los datos fueron introducidos en una base de datos y analizados con el programa informático SPSS v20. Se realizaron análisis univariante y bivariante de las variables a estudio para caracterizar la concentración de radón en función de la zona geográfica de la medición, características constructivas (materiales de construcción), otra tipología constructiva, etc. Se calcularon valores p de asociación estadística en aquellos casos donde fuese necesario considerándose asociación significativa cuanto $p < 0.05$.

Clasificación de los municipios en función de su potencial de radón. Se clasificó a los municipios en los que se realizaron mediciones de radón en el lugar de trabajo en función de su mayor o menor potencial de exposición a radón. Para ello se utilizaron los mapas provinciales propuestos por el Consejo de Seguridad Nuclear (autoridad nacional en protección radiológica), que clasifica a los municipios en tres categorías en función de su probabilidad de concentración de radón (nivel bajo, medio o alto) (https://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/mapa_radn.pdf).

Resultados

Fase de reclutamiento

Ha resultado muy difícil encontrar empresas dispuestas a aceptar la participación en el estudio, lo que ha requerido multiplicar los esfuerzos orientados a la identificación de contactos, concertar reuniones y entrega de información. En el proceso informativo se insistió en la peligrosidad del Rn, la gratuidad del proceso y la confidencialidad de los resultados.

Los contactos establecidos a través del sindicato Comisiones Obreras han resultado eficaces en el caso de alguna institución autonómica y varias corporaciones locales, no sin muchas reuniones preparatorias. En cambio, ha resultado absolutamente difícil acceder a las empresas privadas a través de los delegados de prevención contactados. En algunos casos, de empresas grandes, ante el interés de los delegados sindicales, los detectores estuvieron en sus **locales**. Las empresas contactadas que rechazaron el ofrecimiento nos hicieron en la mayoría de las ocasiones consideraciones variadas, aunque destacan las relacionadas con un hipotético impacto negativo en su imagen pública

Estas dificultades retrasaron la realización de las mediciones previstas, con lo que se decidió completar la muestra prevista de 250 mediciones con los resultados de mediciones realizadas en lugares de trabajo por parte del Laboratorio de Radón de Galicia.

Recepción de detectores

Se ha obtenido una tasa de retorno de detectores del 97%, datos superiores a los que se producen en otros estudios, en los que se citan tasas del 95%.

Resultados globales

En el presente informe se incluyen las mediciones de radón correspondientes a 248 puestos de trabajo de 6 Comunidades Autónomas. Por una parte, Galicia, Madrid, Castilla León, Castilla La Mancha: la Comunidad que presenta mayor número de mediciones es Galicia, con 124 mediciones (51% del total), seguida de Madrid con 101 (41.6% del total), Castilla y León tiene 11 mediciones, y Castilla La Mancha con 1 medición. En cinco mediciones no se pudo determinar la Comunidad Autónoma. A estos hemos sumado los detectores enviados por empresas que localizaron algunos de los detectores asignados en las Comunidades de Cataluña e Islas Baleares, con 3 mediciones cada una.

La CCAA con mayor concentración de radón en el puesto de trabajo ha sido Galicia, con una concentración mediana de 251,5 Bq/m³, seguida de Madrid, con una concentración mediana de 61,5 Bq/m³. Un 46% de los lugares de trabajo medidos en Galicia presentaban concentraciones de radón superiores a los 300 Bq/m³ frente a un 10,6% de los lugares de trabajo de la Comunidad de Madrid. La Comunidad Autónoma con menor concentración fue Castilla La Mancha, con 16 Bq/m³ (n = 1).

La concentración mediana de radón ha sido de 123,5 Bq/m³ (Rango intercuartílico (RIC) 59 a 345 Bq/m³), con un rango de 16 a 3.039 Bq/m³. La concentración media ha sido de 249,7 Bq/m³, lo que indica la distribución log-normal que sigue la concentración de radón interior. Es importante destacar que el 27% de las medidas realizadas se sitúan por encima de la nueva normativa europea (300 Bq/m³).

Resultados por sectores

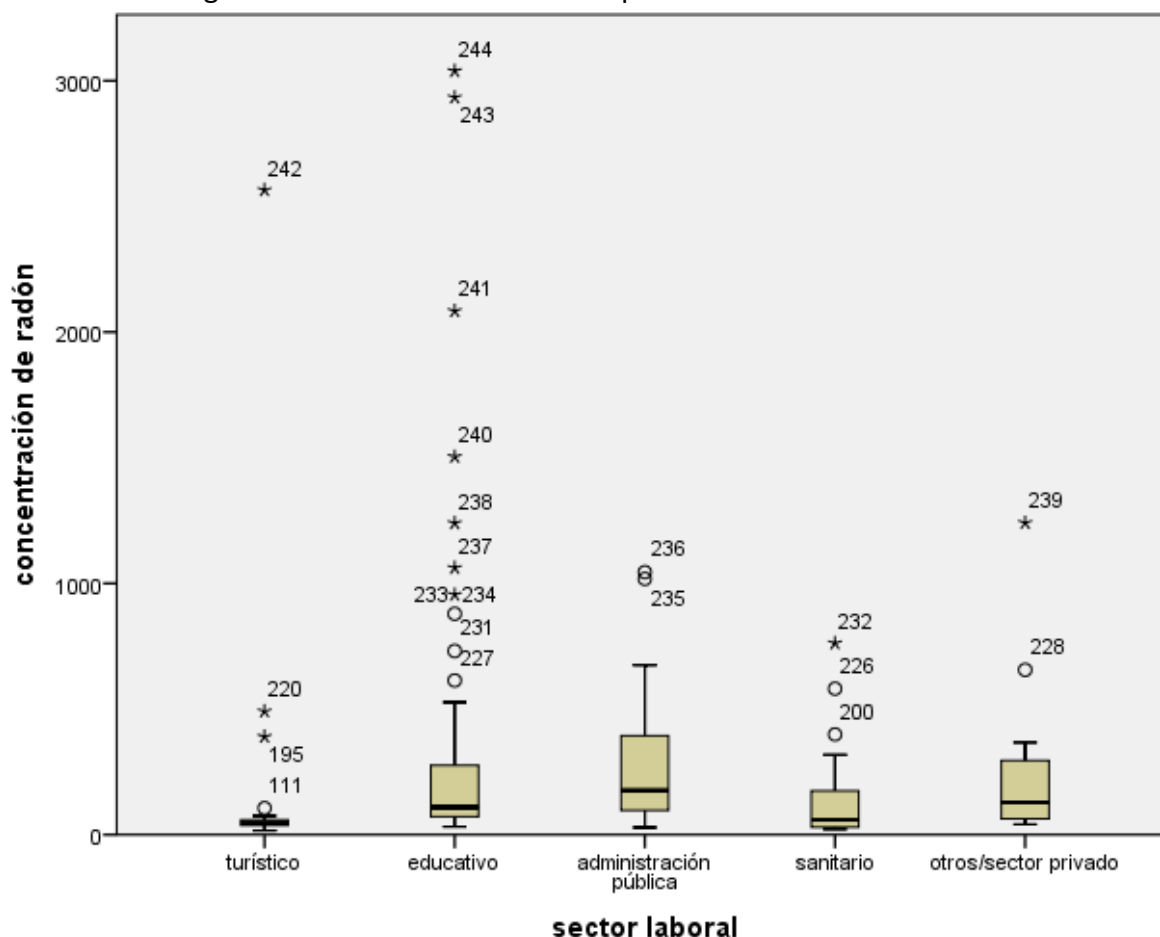
En la tabla 1 se describen los resultados por sectores. Se puede observar que el sector de la administración pública es donde se ha realizado una mayor cantidad de determinaciones de radón, seguido del sector educativo.

Tabla 1. Mediciones de radón por sector laboral.

Sector laboral	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Turístico	29	11,7	12,2	12,2
Educativo	62	25,0	26,2	38,4
Administración pública	107	43,1	45,1	83,5
Sanitario	17	6,9	7,2	90,7
Otros/sector privado	22	8,9	9,3	100,0
Total	237	95,6	100,0	
Datos perdidos	11	4,4		

La concentración de radón por sectores se puede ver en la figura 1.

Figura 1. Concentración de radón por sectores laborales.



La concentración de radón por sector laboral figura en la tabla inferior.

Tabla 2. Concentración de radón por sector laboral.

Sector	Concentración Mediana	% por encima de 300 Bq/m ³
Turístico	47	6,9
Educativo	109	22,6
Sanitario	60	23,5
Administración Pública	176	37,4
Privado	129	22,7

En la tabla superior se puede observar que la concentración mediana más elevada pertenece a la administración pública, seguida del sector privado y del sector educativo respectivamente. El sector turístico es el que presenta menor concentración mediana de radón. El sector que presenta un mayor porcentaje de puestos de trabajo con concentraciones superiores a 300 Bq/m³ es la administración pública, con un 37,4%. El resto de sectores, excepto el turístico, presentan en torno a un 22-23% de lugares de trabajo con concentraciones superiores a los 300 Bq/m³.

Resultados por Comunidades Autónomas y sectores

En Galicia se presentan un total de 124 mediciones, 77 de la administración pública y 39 del sector educativo. La concentración mediana en el sector educativo es de 192 Bq/m³, mientras que en la administración pública es de 285 Bq/m³.

En la Comunidad de Madrid se han realizado un total de 101 mediciones, 31 en la administración pública y 20 en el sector turístico. La concentración mediana observada en el sector educativo (16 mediciones) es de 79,5 Bq/m³, mientras que en el sector turístico es de 41 Bq/m³. Sólo en el sector privado la concentración mediana supera los 100 Bq/m³ (145 Bq/m³), aunque sólo hay 15 mediciones.

Las otras CCAA tienen pocas mediciones y por ello no se desglosan los resultados por sectores.

Resultados por municipio

En la clasificación de los municipios según su potencial exposición al radón, 56 mediciones se localizaron en municipios clasificados como de concentración baja de radón, 125 mediciones en municipios clasificados como de nivel medio y 63 mediciones en municipios clasificados como de nivel elevado de radón según el Consejo de Seguridad Nuclear. La concentración mediana para los lugares de trabajo localizados en cada uno de esos municipios fue de 80, 210 y 126 Bq/m³, respectivamente. Para los municipios de baja exposición a radón, el 7,1% de las mediciones eran superiores a los 300 Bq/m³. Para los municipios de exposición media el porcentaje de mediciones superior a 300 Bq/m³ era del 44,8% y para los municipios clasificados como de exposición elevada este dato era del 9,5%.

Trabajadores expuestos

Un total de 640 trabajadores/as ocupaban los lugares donde se hicieron mediciones. Se ha caracterizado la exposición de un número algo mayor de trabajadores, pero en algún caso esta parte del cuestionario no estaba cubierta. De ellos 122 (el 19%) estaban expuestos a concentraciones superiores a los 300 Bq/m³ y 40 estaban expuestos a concentraciones superiores a los 500 Bq/m³ (el 6,3%).

Tiempo de ocupación de los puestos de trabajo

El tiempo de ocupación diario más frecuente de los puestos de trabajo medidos fue de 8,4 horas, con una mediana de ocupación de 7 horas. El 18,8% de los lugares de trabajo medidos tuvieron una ocupación menor de 7 horas diarias. El 5,6% de los puestos de trabajo estaban ocupados durante todo el día. En cuanto al número de días semanales que está ocupado el puesto de trabajo donde se ha realizado la medición, el 89,2% estuvo ocupado 5 días semanales y un 10,4% estuvo ocupado los siete días de la semana.

Características de los lugares de trabajo

95 detectores fueron colocados en espacios diáfanos, 110 en despachos individuales, 20 en recepción y 10 en otros lugares diferentes. La concentración de radón tuvo pocas variaciones en esos lugares, con 123, 175,5, 54,5 y 170 Bq/m³ respectivamente de concentración mediana.

Presencia de ascensor en la planta de la medición de radón

182 cuestionarios tuvieron cumplimentada la pregunta de presencia o ausencia de ascensor en el lugar de la medición. De ellos, 50 no presentaban ascensor y 132 sí presentaban ascensor. La concentración mediana fue de 128 frente a 151 Bq/m³ respectivamente para las plantas sin y con ascensor, no habiendo por tanto diferencias relevantes. La prueba de comparación de medianas arrojó un valor p de 0,74.

Planta de colocación del detector de radón

La concentración de radón interior puede variar en función de la planta de colocación del detector. En la tabla siguiente se puede observar la concentración de radón para cada planta.

Tabla 3. Concentración de radón y altura de la planta de colocación.

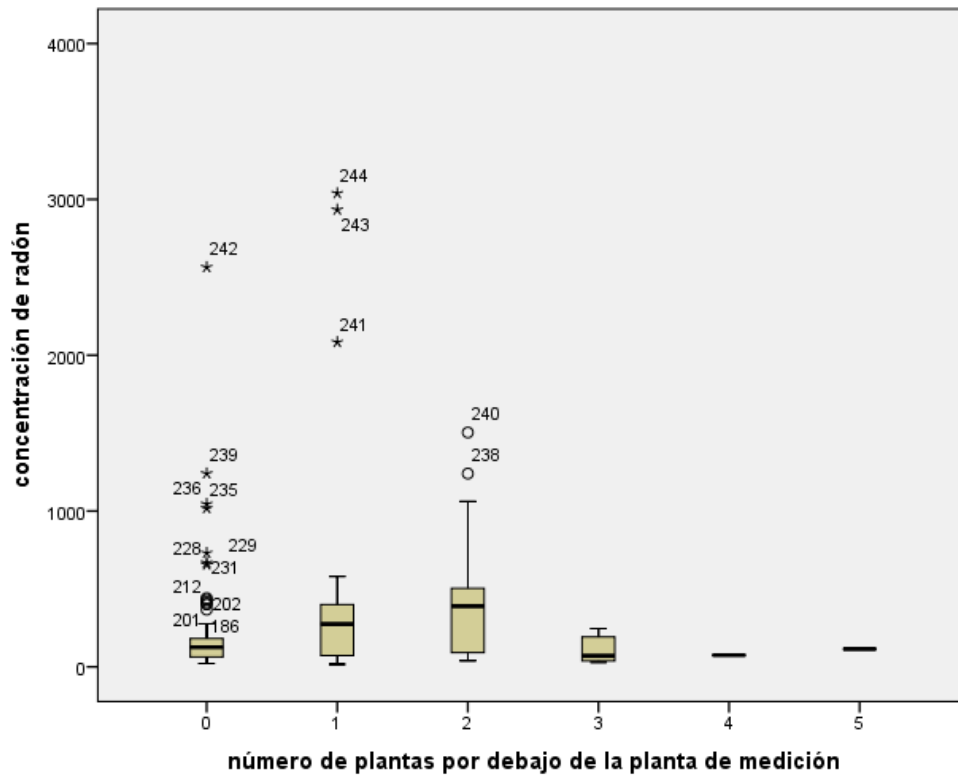
Altura	Concentración Mediana	% por encima de 300 Bq/m ³
Sótano -2 (n = 2)	125	0
Sótano -1 (n =53)	151	28,3
Planta baja (n =85)	91	23,5
Primera planta (n = 12)	405	75,0
Segunda planta (n = 8)	393,5	75,0
Tercera planta (n = 6)	362	66,6

En este caso la concentración de radón no desciende al aumentar la altura de los lugares medidos, como debería esperarse. Se observa además que un porcentaje muy alto de lugares de trabajo situados en primera, segunda y tercera planta presentan concentraciones de radón superiores a los 300 Bq/m³.

Número de plantas por debajo de la planta de colocación de radón

En la siguiente figura se puede comprobar la distribución de radón en función del número de plantas por debajo del piso en el cual se ha realizado la medición. Puede observarse que, contrariamente a lo esperado, la concentración de radón es mayor en aquellas plantas que tienen uno o dos pisos por debajo en comparación con aquellas que no presentan ningún piso por debajo.

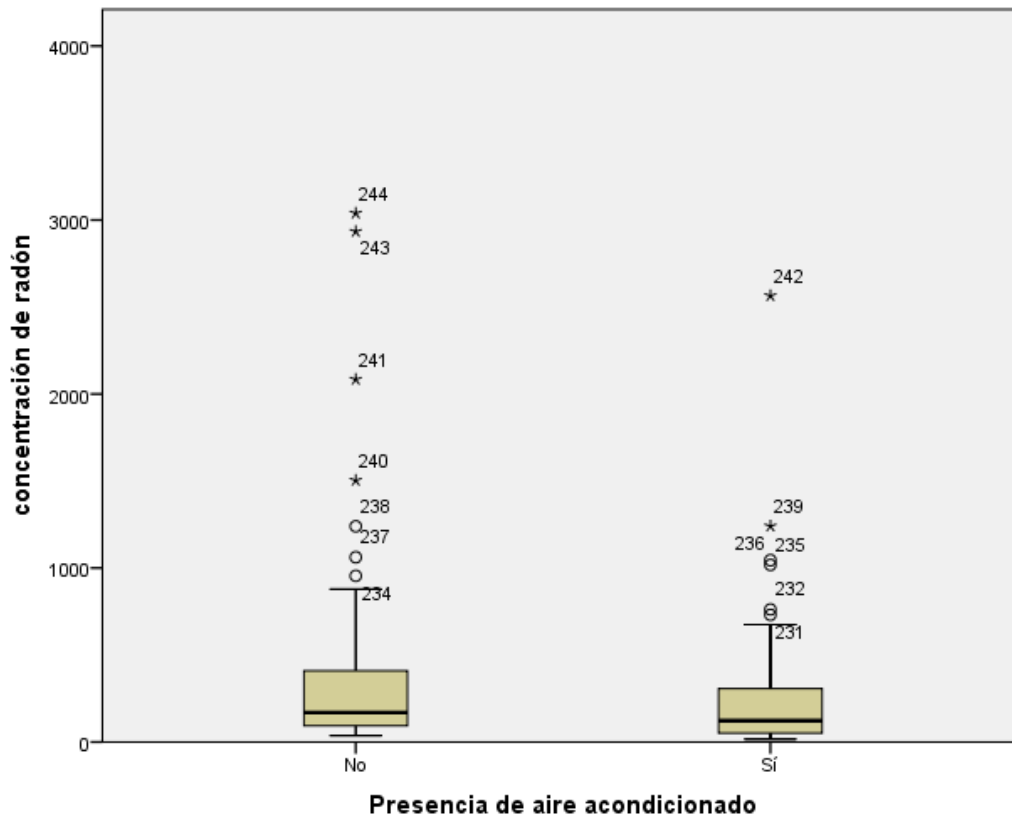
Figura 2. Concentración de radón en función del número de pisos por debajo del lugar de medición.



Uso de aire acondicionado

Aquellos lugares de trabajo que presentaron aire acondicionado tenían una concentración mediana de radón de 122 Bq/m³, frente a 170 Bq/m³ en aquellos puestos de trabajo en los que no había aire acondicionado. A continuación, se describe la concentración de radón en función de la presencia o ausencia de aire acondicionado.

Figura 3. Concentración de radón según la presencia o ausencia de aire acondicionado.

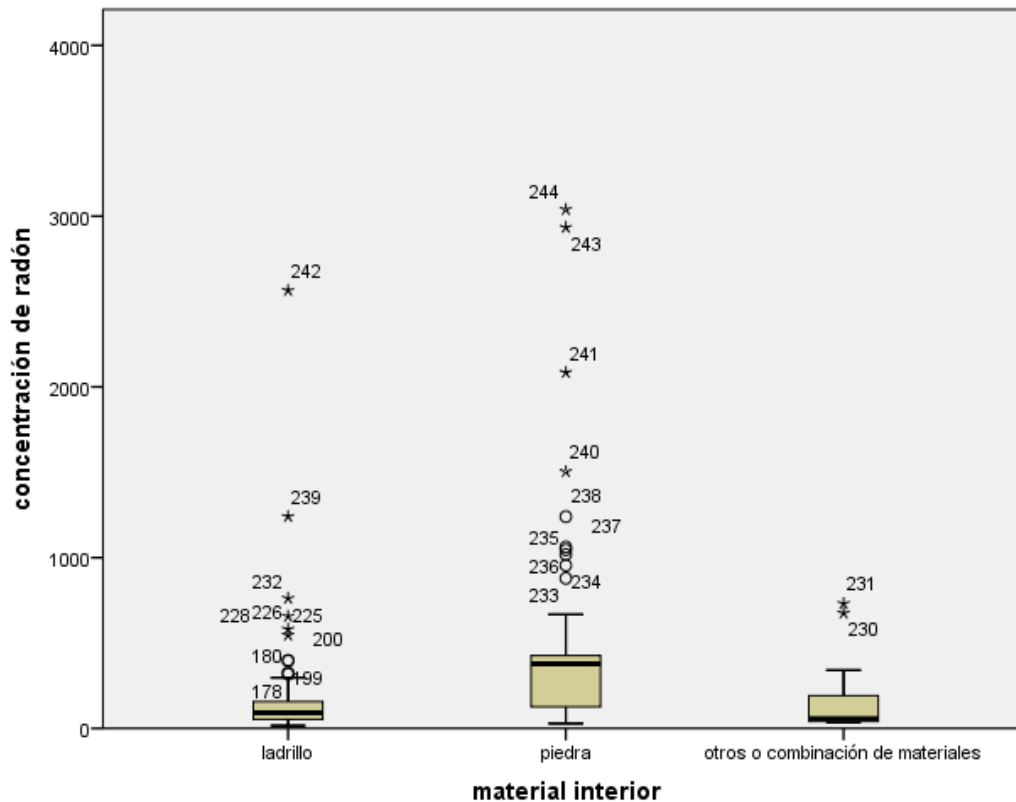


Si se tiene en cuenta el tipo de aire acondicionado, con entrada de aire del exterior o con recirculación interior del aire, además de si el aire estaba conectado durante el período de la medición, se observa que los lugares con intercambio del aire con el exterior y que estuvo en marcha durante el período de la medición presentan una concentración de 126 Bq/m³ frente a 136 Bq/m³ en aquellos lugares en los que el aire acondicionado no tenía intercambio con el exterior.

Material de construcción

Se observan diferencias en la concentración de radón cuando se analiza el material de construcción. La siguiente figura indica la concentración en función del material interior. La concentración mediana cuando el material interior es de ladrillo es de 92 Bq/m³ (n=139), frente a 379 Bq/m³ cuando el material interior es de piedra (n=89) y frente a 60 Bq/m³ cuando el material interior es otro (n= 14).

Figura 4. Concentración de radón en función del material interior del lugar de trabajo.



En cambio, si el material exterior es de ladrillo, la concentración de radón mediana pasa a ser de 165 Bq/m³ (n = 167) y si es de piedra el material exterior esa concentración es de 62 Bq/m³ (n = 39). Si el material exterior es otro la concentración es de 73 Bq/m³ (n = 24).

Al analizar aquellos lugares de trabajo contruidos sólo en ladrillo (n = 101) frente a los contruidos sólo en piedra (n = 4) se observa que la concentración mediana es de 101 Bq/m³ frente a 340 Bq/m³ para los contruidos sólo en piedra (material interior y exterior).

Discusión

Esta investigación es pionera en España por varias razones. Ha sido la que ha incluido un mayor número de mediciones de radón en lugares de trabajo (248), incluye mediciones de radón en varias Comunidades Autónomas y finalmente se ha medido radón en varios sectores laborales, como el turístico, sanitario, educativo, administración pública y sector privado. A pesar de ello no puede calificarse más allá que de estudio piloto, ya que no se puede de ninguna manera extrapolar representatividad a la población española e incluso a las Comunidades Autónomas que han participado en el estudio, pues buena parte de las mediciones se han obtenido con un muestreo de conveniencia.

Los resultados de este estudio ponen de manifiesto varias cuestiones. En primer lugar, debe destacarse la dificultad en la colocación de detectores de radón en los distintos centros de trabajo. Ha sido muy complicado que los titulares de los centros aceptaran

la caracterización de la exposición a radón de sus trabajadores, y un buen número de entidades contactadas han rechazado la participación en el estudio. Esos rechazos se han dado con más frecuencia en la empresa privada que en la administración pública. Estas dificultades ponen de manifiesto varias cuestiones, entre ellas el desconocimiento de la normativa vigente y futura, el temor a encontrar unos resultados elevados y en una buena parte de los casos las personas contactadas no sabían lo que era el radón ni los posibles riesgos derivados de su exposición. Todo ello resalta la importante necesidad de aumentar el conocimiento sobre el gas radón entre los empleados, trabajadores, delegados sindicales, técnicos de prevención, médicos del trabajo y otros actores relacionados con el tema.

Los resultados observados indican que hay una enorme variación de la exposición a radón entre Comunidades Autónomas, como era de esperar. De este dato se pueden obtener dos primeras conclusiones: 1) El riesgo laboral debido a la exposición a radón puede ser importante en función de la CCAA y, 2) a pesar de esto pueden existir lugares de trabajo de CCAA con poca exposición a radón en los cuales un porcentaje de trabajadores puedan estar expuestos a concentraciones de radón elevadas. Por ejemplo, en la Comunidad de Madrid, un 10,5% de los lugares de trabajo medidos presentan concentraciones superiores a los 300 Bq/m³ frente a un 46% de los lugares de trabajo medidos en Galicia. En el caso de Comunidades Autónomas donde no se prevea que puede haber concentraciones elevadas de radón sí podría ser lógico y posible medir lugares donde a priori las concentraciones de radón puedan ser elevadas. Por ejemplo, si bien sólo 10 mediciones de radón en la Comunidad de Madrid superan los 300 Bq/m³, puede observarse que muchos de estos puestos de trabajo se encuentran en lugares subterráneos o plantas bajas y que tienen material interior o exterior de piedra (y si bien esto puede en muchas ocasiones no influir directamente en la concentración, sí responder a construcciones más antiguas que sabemos que tienen más probabilidad de tener concentraciones elevadas.⁹ En otras comunidades Autónomas como Galicia, donde la presencia de radón es muy ubicua y elevada, sí se recomienda medir en todos los puestos de trabajo.

Es importante destacar que cuando se clasifican los municipios en función de su mayor o menor potencial de concentración de radón, se observa cierta correlación con los valores medidos. Es decir, aquellos municipios clasificados como con potencial de radón bajo, presentan menores concentraciones de radón que los clasificados en nivel medio. Sin embargo, los municipios clasificados como de nivel alto de radón tienen concentraciones medianas inferiores a las observadas a los municipios de nivel medio. No se puede descartar la existencia de cierto sesgo de selección en los lugares de trabajo incluidos. Por ejemplo, múltiples mediciones han sido realizadas en la ciudad de Santiago de Compostela, municipio clasificado como de nivel medio, pero con características constructivas en lugares de trabajo (y antigüedad de edificaciones) que favorecen la existencia de concentraciones elevadas de radón. Como conclusión del uso de los mapas de potencial exposición a radón a nivel municipal debe destacarse el hecho de que los municipios de nivel bajo pueden tener puestos de trabajo que superen los 300 Bq/m³ (un 7,5% en este estudio) y que ocupar un lugar de trabajo en un municipio clasificado de alto riesgo no implica necesariamente que vaya a haber concentraciones altas de radón.

Por sectores, la administración pública, seguida del sector privado y del sector educativo respectivamente es la que presenta concentraciones más elevadas de radón interior. El sector turístico es el que presenta menores concentraciones de radón. La explicación para estas diferencias no es clara, si bien parece que el sector turístico puede ser el que presenta más entradas y salidas de personas por su naturaleza y más probabilidad de cierta ventilación natural. Hay que destacar que la mayor parte de mediciones en el sector turístico no han sido en Galicia, la zona de mayor riesgo. La elevada concentración observada en puestos de trabajo de la administración pública hace necesarias políticas de reducción de radón en este sector, junto con el sector privado y sector educativo. En el sector educativo, la instrucción IS-33²⁰ indica la necesidad de hacer mediciones de radón, algo que hasta la fecha no se está ejecutando. De hecho, en este sector, además de la exposición de los trabajadores existe la exposición del público (en este caso estudiantes de distintos grupos de edad).

Respecto a las características de los lugares de colocación de los detectores no se han encontrado grandes diferencias que puedan afectar a la concentración de radón. Parece observarse que en los despachos individuales las concentraciones de radón pueden ser algo más elevadas al compararlas con los espacios diáfanos. En cambio, no hay diferencias relevantes entre la presencia o ausencia de ascensor en la planta o si hay o no aire acondicionado y si este ha funcionado o no durante el período de la medición.

Un resultado llamativo es el hecho de no encontrar las concentraciones más elevadas de radón en los pisos inferiores (plantas bajas o sótanos) y que la concentración tampoco sea menor cuando hay menos plantas por debajo (más cercanía al subsuelo). No podemos dar una explicación para este fenómeno, pero podría ser por las propias características constructivas de cada edificio particular.

Finalmente, sí hemos observado que los edificios con material interior, exterior o ambos de piedra presentan concentraciones más elevadas de radón. Probablemente esto no se deba exclusivamente al propio material, sino que también esté relacionado con la antigüedad de los edificios de piedra. Estudios previos han observado que existe una relación directa entre la antigüedad de la vivienda y la concentración de radón.⁹

En España, los estudios realizados sobre radón en el ámbito ocupacional son muy escasos y con resultados diversos. La mayor parte de ellos se han realizado en cuevas explotadas turísticamente, donde en muchos casos se han observado concentraciones que superan los niveles recomendados, indicándose la necesidad de proteger o reducir la exposición de los guías turísticos.²⁴ Un estudio realizado en una planta de procesamiento de granito no encontró exposición relevante a gas radón.²⁵ El estudio más extenso realizado hasta la fecha ha sido el realizado por Sánchez y colaboradores en Extremadura.¹⁰ Esta investigación tiene más de 200 mediciones en lugares de trabajo e indica que hay un porcentaje elevado de puestos de trabajo con concentraciones de radón elevadas, si bien el punto de corte utilizado no fue el de los 300 Bq/m³, sino 400 Bq/m³. Los sectores con concentraciones más elevadas fueron hoteles, seguidos de cuevas, túneles y minas. Otra investigación realizada en 58 institutos gallegos observó

que la concentración de radón en muchos de ellos era muy elevada.²⁶ En este caso el 34% de los centros medidos presentaban al menos un lugar de medición con valores que superaban los 400 Bq/m³.

Conclusiones

Los resultados de este estudio ponen de manifiesto que la exposición a radón en el ámbito laboral es un problema muy relevante para los trabajadores españoles. También se observa que la probabilidad de exposición es muy variable, dependiendo sobre todo de la zona en la que estén localizados los puestos de trabajo. El 27% de las mediciones supera la concentración de referencia establecida por la nueva directiva europea para puestos de trabajo (300 Bq/m³).²¹ Hay sectores de trabajo que parecen presentar mayores concentraciones que otros, especialmente la administración pública.

Estos resultados indican que es necesario informar a trabajadores y empresarios sobre el riesgo para la salud que supone el radón, para lograr una mayor implicación de éstos. En este sentido, tienen un papel muy importante las autoridades laborales y sanitarias. Pero es fundamental la actuación de las autoridades de industria, responsables de la aplicación de la normativa vigente (Instrucción IS-33)²⁰ en el ámbito laboral.

Por otra parte, los resultados de este estudio parecen indicar que debería revisarse el punto 4 del Anexo de la Instrucción que se refiere a las *Actividades laborales cuyos titulares deben realizar los estudios requeridos por el RPSRI*.

Asimismo, se requiere trasponer con urgencia la Directiva europea y la elaboración del Plan Nacional, que habrá de incluir campañas de medición de radón en puestos de trabajo y medidas de remediación cuando se superen esos niveles reducirlos de manera inmediata. Y tras esa trasposición, deberán ser actualizados los niveles ambientales máximos indicados para el medio laboral en la Instrucción IS-33.

Referencias

- ¹ IARC. List of Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–116. Disponible en: http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php. [Accedido 22 jun 2016].
- ² Organización Mundial de la Salud. Manual de la OMS radón en interiores. Una perspectiva de salud pública. Ginebra: 2009. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/161913/1/9789243547671_spa.pdf?ua=1&ua=1. [Accedido 22 jun 2016].
- ³ Organización Mundial de la Salud. Código Europeo contra el Cáncer. Doce formas de reducir el riesgo de cáncer. Disponible en Español en: http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/enfLesiones/enfNoTransmisibles/docs/Codigo_Cancer.pdf [Accedido 22 jun 2016].
- ⁴ Barros-Dios JM, Barreiro MA, Ruano-Ravina A, et al. Exposure to residential radon and lung cancer in Spain: a population-based case-control study. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 548–555.
- ⁵ Barros-Dios JM et al Residential Radon Exposure, Histologic Types, and Lung Cancer Risk. A Case–Control Study in Galicia, Spain. *Cancer Epidemiol Biomarkers PRev* 2012; 21: 951–958.
- ⁶ Torres-Durán M, Barros-Dios JM, Fernández-Villar A, et al. Residential radon and lung cancer in never smokers: a systematic review. *Cancer Lett* 2014; 345: 21–26.
- ⁷ García-Talavera San Miguel M et al. El mapa predictivo de la exposición al radón en España. Consejo de Seguridad Nuclear. Colección informes técnicos, 28. Madrid 2013. Disponible en: https://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/mapa_radn.pdf [Accedido 22 jun 2016].
- ⁸ M Lorenzo-González et al. Residential Radon in Galicia: A Cross-Sectional Study in a Radon-Prone Area. *J Radiol Prot*, 2017, 13.37 (3): 728-741.
- ⁹ Barros-Dios JM, Ruano-Ravina A, Gastelu-Iturri J, Figueiras A. Factors underlying residential radon concentration: results from Galicia, Spain. *Environ Res*. 2007 Feb;103(2):185-90.
- ¹⁰ Martín Sánchez A et al. Radon in workplaces in Extremadura (Spain). *Journal of Environmental Radioactivity*. 107(2012): 86-91.
- ¹¹ Ruano-Raviña A, Barros-Dios JM. Radón Interior. Un carcinógeno laboral olvidado. *Arch Prev Riesgos Labor* 2013, 16(1):169-171.
- ¹² Health Canada. Radon. Disponible en: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/faq_fq-eng.php#indoor. [Accedido 22 jun 2016].
- ¹³ Darby S, Hill D, Auvinen A, et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ* 2005; 330: 223.
- ¹⁴ Redacción Médica. El PSM propone medidas para prevenir y mitigar los efectos del gas radón. 02/03/2015. Disponible en: <http://www.redaccionmedica.com>. [Accedido 22 jun 2016].
- ¹⁵ Europa Press. UPyD reclama hoy una normativa específica de protección frente al gas radón en los edificios. 7/12/2014. Disponible en: <http://www.europapress.es>. [Accedido 22 jun 2016].

¹⁶ Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ESTRATEGIA%20SST%2015_20.pdf. [Accedido 22 jun 2016].

¹⁷ Red Europea de promoción de la salud en el trabajo (ENWHP). Declaración de Luxemburgo. 1996. Disponible en: http://www.insht.es/PromocionSalud/Contenidos/Promocion%20Salud%20Trabajo/Documentos%20ENWHP/Documentos%20estrategicos/Ficheros/22_1%20Declaracion_%20Luxemburgo.pdf

¹⁸ REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones. Boletín Oficial del Estado nº 178 26/07/2001.

¹⁹ Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio.

²⁰ Instrucción IS-33, de 21 de diciembre de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural, publicada en el BOE el 26 de enero de 2012, <https://www.boe.es/boe/dias/2012/01/26/pdfs/BOE-A-2012-1238.pdf>

²¹ Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom. Diario Oficial de la Unión Europea 17/01/2014

²² Laboratorio de Radón de Galicia www.usc.es/radongal

²³ Gutiérrez-Villanueva et al. Radiation Protection Dosimetry. 2013. 155: 459-66.

²⁴ Martín Sánchez A, de la Torre Pérez J, Ruano Sánchez AB, Naranjo Correa FL. Measuring radon concentrations and estimating dose in tourist caves. Radiat Prot Dosimetry. 2015 Nov;167(1-3):279-83.

²⁵ Tejado JJ, Guillén J, Baeza A. Assessment of occupational exposure in a granite quarry and processing factory. J Radiol Prot. 2016 Sep;36(3):641-652. Epub 2016 Aug 12.

²⁶ Llerena JJ, Cortina D, Durán I, Sorribas R. (222) Rn concentration in public secondary schools in Galicia (Spain). J Environ Radioact. 2010 Nov;101(11):931-6.

Anexos

1. Carta de presentación del proyecto
2. Hoja de información/instrucciones de colocación
3. Ficha de detector y para la recogida de datos del lugar muestreado
4. Carta de respuesta de resultados.

ESTUDIO RADONLABORAL

Exposición laboral a Radón Interior en España: Estudio Piloto

El Estudio **RADONLABORAL** es un proyecto desarrollado por ISTAS (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud) y el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Santiago de Compostela.

El Radón es un gas de origen natural, procedente de la corteza terrestre, que puede entrar en los edificios y acumularse en ellos. El radón es radiactivo y los estudios científicos realizados al respecto lo identifican como la segunda causa de cáncer de pulmón en la población general, después del tabaco. En España se hacen constantemente mediciones en las viviendas de las áreas con mayor presencia de este gas (Galicia, Madrid, Castilla León, Castilla la Mancha y Extremadura, fundamentalmente) pero, por ahora, hay muy poca información sobre lo que ocurre en los lugares de trabajo.

El objetivo de este proyecto es determinar la concentración de Radón interior en una muestra de lugares de trabajo situados en determinadas áreas geográficas de las que se sospecha que tienen alta concentración de este gas. Con este proyecto pretendemos obtener una aproximación inicial a la situación de la exposición a Radón en los lugares de trabajo en España.

Medición del Radón. La radiación que procede del radón se detecta mediante un sencillo detector pasivo, totalmente inocuo y de pequeñas dimensiones, que pasa totalmente desapercibido. En este proyecto se utiliza un detector denominado Alpha-track. El coste mínimo de una medición en el mercado está en torno a 40€; en este proyecto, el coste está financiado por la Fundación PREVENT.

Su colaboración en este proyecto consistiría en la colocación del detector que le mandaremos, en un puesto de trabajo. Y tras tres meses de medición, mandárnoslo de vuelta para su análisis.

Si acepta participar, junto con el detector le enviaremos unas sencillas instrucciones para seleccionar el mejor sitio para su colocación y un formulario para rellenar unos datos sobre el puesto de trabajo.

Además, le enviaremos un sobre pre-franqueado para remitir el medidor al laboratorio especializado de la Universidad tras el periodo de medición. Nosotros nos pondremos en contacto para recordárselo.

Nuestro compromiso con las personas o entidades que participen en el proyecto facilitando las mediciones es remitirles los resultados de la medición de presencia de Radón. Además, en su caso, le remitiremos información sobre las medidas que se pueden aplicar para la prevención de los efectos del Radón sobre la salud. Esta información se le mandará solamente a la persona de referencia que conste en nuestro proyecto (recursos humanos, servicio de prevención), y que nos propongan en cada entidad.

Aseguramos la confidencialidad de la información recogida, comprometiéndonos a custodiar el nombre de la entidad/empresa, y a no incluir en ningún informe ni publicación cualquier información que permita su identificación.

Si desea participar en este proyecto, no dude en ponerse en contacto con María José López Jacob, en el correo que figura más abajo

Agradecemos de antemano su colaboración.



María José López Jacob
Especialista en Medicina del Trabajo
Doctora en Salud Pública
ISTAS
914491040



Alberto Ruano Raviña
Profesor Titular Medicina Preventiva
Doctor en Salud Pública
Univ. de Santiago de Compostela

Cualquier consulta o duda, no dude en escribirnos a cnarocki@istas.ccoo.es

ESTUDIO RADONLABORAL (ESTUDIO DE RADÓN EN EL ÁMBITO LABORAL)

Cómo colocar el detector de Radón

- 1.-Cortar la bolsa plateada por un extremo. Se reutilizará para devolvernos el detector.
- 2.-Guardar la bolsa, junto con el sobre acolchado, hasta el final de la medición (3 meses), en lugar seguro.
- 2.-Anotar en “la ficha de identificación” incluida en el sobre, el número de detector y la fecha de colocación y cumplimentar el resto de preguntas. Guardarla junto con el sobre acolchado y la bolsa plateada.
- 3.-Colocar el detector en el puesto de trabajo siguiendo las instrucciones del esquema adjunto, sobre mesa, mesa auxiliar, estantería, o similar, cumpliendo los siguientes requisitos:
 - La mejor localización es en torno a 1 metro del suelo aproximadamente, y siempre por encima de 60 cm del suelo y por debajo de los 180 cm, a una altura similar a la de la zona de respiración de la persona que ocupa el espacio laboral mientras trabaja.
 - No encerrar en cajones o armarios. Tiene que estar en el mismo ambiente que las personas que ocupen el espacio laboral.
 - Tiene que estar separado al menos 15cm de la pared o de objetos voluminosos, para dejar pasar el aire a su alrededor.
 - No poner en repisas de ventanas ni cerca de fuentes de calor, de frío y de aparatos eléctricos y electrónicos, en especial sistemas de aire acondicionado. Puede estar en una mesa de trabajo, cerca de un ordenador, sin problema.
- 4.-El detector empieza a medir una vez sacado de la bolsa plateada. Mantenerlo fuera del alcance de posible público y /o curiosos que lo puedan extraviar o manipular.
- 5.-Se puede levantar para limpiar, ordenar, etc., pero no debe manipularse
- 6.-Es importante que no se tire. Si lo estima necesario ponga un cartel o una nota recordando esta premisa.

7.-Trascurridos los tres meses de medición, envíelo, por favor, dentro de la bolsa planteada, a nuestra dirección, que figura en el sobre acolchado que le facilitamos. Si se ha extraviado el sobre plateado, recubra el detector con papel de aluminio convencional en dos capas.

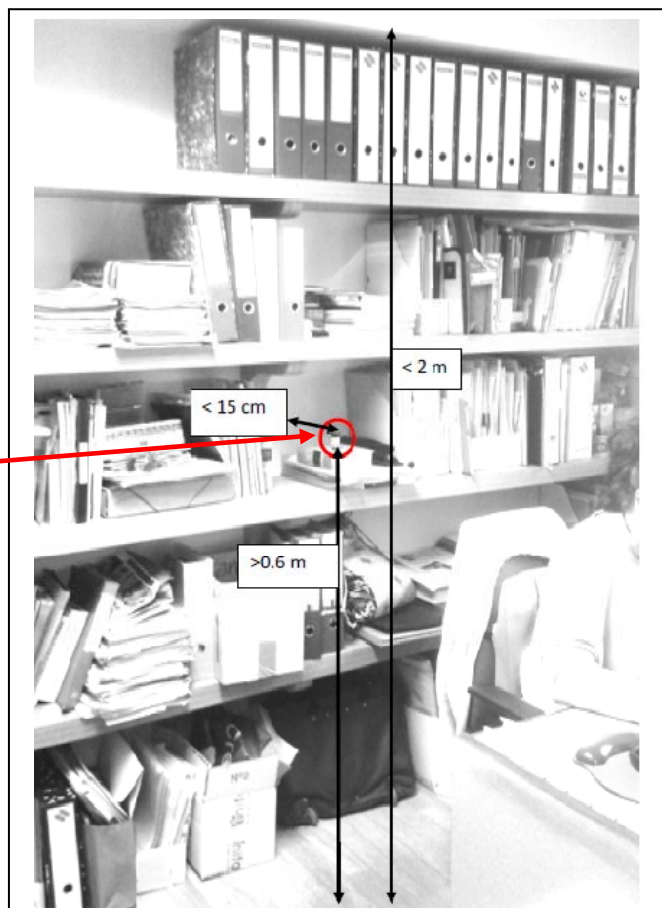
Incluya, además del detector, la “ficha de identificación” con la información cumplimentada.

Realizaremos dos llamadas telefónicas a la persona de contacto para comprobar la correcta colocación del detector y para recordarle que debe enviar el detector una vez transcurridos los tres meses de medición.

Una vez analizados los resultados, enviaremos un informe a la persona de contacto de la empresa.

Cualquier duda, escribanos: laboratorioradon.galicia@usc.es y joaquin.peon.usc.es o llámenos: **Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública: 981.95.00.94-981.95.00.95** o en el móvil: 600.94.24.34. **IDENTIFÍQUESE COMO PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO RADONLABORAL**

El detector no supone un riesgo para la salud. No emite ningún tipo de radiación ni contiene sustancias químicas ni está a presión. Muchas gracias por su colaboración.



FICHA DE IDENTIFICACION

ESTUDIO RADONLABORAL

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

Introducir el código que aparece en el detector

Código del detector						
---------------------	--	--	--	--	--	--

Fecha de colocación	día	mes	año
---------------------	-----	-----	-----

Fecha de retirada	día	mes	año
-------------------	-----	-----	-----

Actividad a la que se dedica el centro (describir con precisión, hotel, banco, bodega, centro de salud, etc.).

Dirección del centro en el que se coloca el detector

CP _____

Datos de la Persona de contacto (necesario para remitir los resultados de la medición):

Nombre _____, 1^{er} apellido _____, 2^o apellido _____

Teléfono/os de contacto _____

Correo electrónico _____

Lugar donde se coloca el detector

Número de trabajadores/as que ocupan el espacio donde se coloca el detector___

Despacho /espacio diáfano_____

Despacho/espacio individual___

Recepción_____

Otro tipo de espacio (describir, ej., taquilla, centro de operaciones, etc.)

Zona de Caja* SI ___ No___

Metros² aproximados del espacio de trabajo___

La planta donde se sitúa el detector dispone de Ascensor SI___ No ___

Espacio de trabajo situado en planta Baja___ situado en sótano___

Número de plantas subterráneas por debajo de la que se coloca el detector___

* Sólo para agencias bancarias

Condiciones del lugar

Aire acondicionado? Si___ No___

Si la respuesta es sí,

¿Tiene intercambio de aire con el exterior? SI ___, o

¿Funciona con aire interior recirculante? SI ___

¿Estuvo conectado durante el periodo de medición? No___, sí, todo el tiempo___,

Sí, un %___(aprox.) del tiempo

Tiempo de Permanencia

El espacio de trabajo en el que se coloca el detector, está ocupado por al menos un/a trabajador/a:

-durante una media de ____ horas/día

-durante ____ días a la semana

-Durante el periodo de medición, ha estado cerrado el espacio de trabajo (sin actividad, ni ocupación) más de 2 días seguidos? NO__ Si__

Si la respuesta es sí, describa por favor,

Número de veces__ cerrado más de dos días y menos de 5

Número de veces__ cerrado más de 5 días y menos de 15

Número de veces__ cerrado más de 15 días y menos de 30

Tipo de construcción:

Material interior: piedra__ ladrillo__ madera__ otros _____

Material exterior: piedra__ ladrillo__ madera__ otros _____

Observaciones

D/Dª

Santiago de Compostela, de mayo de 2016.

Estimado/a Sr/Sra.:

En los pasados meses tuvo Vd. la amabilidad de colaborar con nosotros en un proyecto de investigación realizado en colaboración con **ISTAS (CCOO)** permitiéndonos colocar en su puesto de trabajo un detector de radón durante varios meses. Ahora, y tras cierta demora, achacable al retraso en la medida de dichos aparatos en el laboratorio, le comunico de modo *personal y confidencial* que el detector correspondiente a su puesto de trabajo donde se ha realizado la medida ha dado una concentración ponderada en función del tiempo de colocación de:

_____ bequerelios/m³

La Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. considera que cualquier grado de exposición al radón implica algo de riesgo. Aquellos lugares de trabajo que superen los 300 Bq/m³ son considerados de riesgo según la **directiva Europea 2013/59 Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones⁽¹⁾ ionizantes** que entrará en vigor en 2018. Sin embargo la Organización Mundial de la Salud⁽²⁾ indica que no es recomendable que se superen los 100 Bq/m³ en ninguna exposición prolongada. Recuerde que cuanto menores sean los niveles de radón, menor será el riesgo de contraer enfermedades pulmonares graves como el cáncer de pulmón. Además, la exposición al tabaco y al radón aumenta mucho el riesgo de cáncer pulmonar (entre 20 y 45 veces según diferentes estudios).

Aunque el Punto 4º de la vigente IS-33 establece que:

1. El nivel para la protección de los trabajadores frente a la exposición al Rn-222 en sus puestos de trabajo debe ser de **600 Bq/m³** de concentración media anual de Rn-222, durante la jornada laboral. Este se considera un nivel de referencia, por debajo del cual debe aplicarse el principio de optimización. Este nivel se interpreta además como un nivel por encima del cual deben aplicarse las correspondientes medidas de protección radiológica, en el caso de que una vez realizadas acciones de remedio no se consiguiera reducir la concentración de radón.
2. Se entiende por acciones de remedio aquellas destinadas a disminuir la concentración de radón.

También explicita que:

3. En el caso de los lugares de trabajo con elevada permanencia de miembros del público el nivel de intervención será de 300 Bq/m³ de concentración media anual de Rn-222.

Se entiende por lugares de trabajo con elevada permanencia de miembros del público aquellos en que los que los miembros del público pueden permanecer un número de horas superior al de permanencia de los trabajadores (hospitales, centros penitenciarios, etcétera). Se incluyen en esta categoría los centros de educación infantil, primaria y secundaria.

Por lo tanto, y siendo lo más restrictivos posibles, y a la vista de la entrada en vigor de la normativa europea en un futuro inmediato, en el caso de que su lugar de trabajo haya superado los **300 Bq/m³** le recomendamos lo siguiente:

1.- Recuerde que el radón es un gas contenido en el aire que entra en el edificio desde el subsuelo, desde donde asciende al sótano o garaje (que suelen tener poca ventilación), y de allí al resto de la edificación. Por lo tanto, el radón puede penetrar en su lugar de trabajo a través de:

- Grietas y agujeros en los cimientos.
- Grietas en el suelo y en las paredes.
- Junturas defectuosas en la construcción.
- Espacios cerrados por debajo del puesto de trabajo (sótano, garaje, etc.).
- Espacios mal sellados alrededor de las tuberías, tanto de agua, como de residuos o de teléfono o electricidad.
- Espacios o cavidades en el interior de las paredes.
- El propio suministro de agua es otra vía de entrada de menor importancia pero también posible.
- Las paredes de piedra juegan un pequeño papel que no supera el 20 % del total de radón hallado en un espacio interior.

2.- En la actualidad, y ante la falta de empresas especialmente dedicadas en España a la reducción del radón interior, nuestro consejo tiene que dirigirse a acometer algunas de las medidas para reducir su nivel de radón interior, accesibles técnicamente hoy en día:

1. Sellar piso y grietas de paredes.
2. Ventilar el lugar de trabajo abriendo ventanas o respiraderos (sobre todo en sótano y garaje) para que penetre el aire de afuera, que suele tener **muy** poco radón, y diluya el del interior.
3. Para que lo anterior sea eficaz, deberán abrirse las ventanas de los pisos inferiores y de ambos lados del puesto de trabajo.
4. En algunos casos, ventiladores mecánicos bien situados pueden empujar el aire de fuera hacia dentro.
5. Mantener cerradas las puertas de acceso a escaleras ya que puede filtrar el aire de las zonas inferiores que contienen más radón.

Para cualquier consulta referida al contenido de esta comunicación, quedo a su entera disposición, agradeciéndole una vez más su colaboración y rogándole disculpe las molestias causadas y el retraso en nuestra respuesta.



Asdo.: Dr. Xoan Miguel Barros Dios
Director do Laboratorio de Radón de Galicia
Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela
Servicio de Medicina Preventiva Tfnos. : 981.95.50.94 // 981.95.00.95 - 600.94.24.34 (de 9.00 a 14.30)
Web: www.usc.es/radongal
Email: juanm.barros@usc.es joaquin.peon@usc.es

⁽¹⁾ Diario Oficial de la Unión Europea. DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom. 17/01/2014.

⁽²⁾ OMS. Manual de la oms sobre el radón en interiores una perspectiva de salud pública, Genève, 2015.