



PIIECyL 2018 - 2019.
IES Alonso de Madrigal
Alumnos: Ángel Berlana, Oscar Flores, David García.

1

Memoria final para los premios de Investigación e Innovación en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León, correspondientes al curso 2018-19.

Título del proyecto: Niveles de radón en Ávila.

Datos personales del alumnado, coordinador y centro educativo:

Alumnos:

Ángel Berlana Martín	3º ESO
Oscar Flores Hernández	3º ESO
David García Bermejo	3º ESO

Coordinador: Luis Vaquerizo Fernández.

Centro educativo: IES Alonso de Madrigal.

D. Luis Vaquerizo Fernández

Ávila a 11 de febrero de 2019

Contenido

Fase de planteamiento.....	3
Formulación de diseño de la investigación	4
Introducción	4
Cuadro resumen sobre los niveles de referencia de radón en diferentes legislaciones	5
Medidor de radón	5
Fuente de información: Agencia de Protección Ambiental de EEUU	5
¿Qué es el radón?.....	5
Factores ambientales	5
Prevención.....	6
La exposición al radón causa cáncer pulmonar en los fumadores y en las personas que no fuman	7
La Organización Mundial de la Salud inicia un Proyecto Internacional de Radón	8
¿Por qué el radón representa un riesgo para la salud pública?.....	8
El radón y el hábito de fumar	9
Fuente de información: El Radón. Agencia de Protección de la salud. Reino Unido	11
Fuente de información: Preguntas frecuentes sobre radón en viviendas. - Consejo de Seguridad Nuclear - España.....	13
Fase de experimentación: Ejecución del diseño, recogida de información y obtención de datos.	16
Fase de tratamiento y análisis de datos, obtención de resultados (contraste de hipótesis) y elaboración de conclusiones.	36
Gráfica nº 1.....	36
Gráfica nº 2.....	37
Gráfica nº 3.....	38
Gráfica nº 4.....	39
Gráfica nº 5.....	39
Gráfica nº 6.....	40
Gráfica nº 7.....	40
Gráfica nº 8.....	41
Gráfica nº 9.....	42
Gráfica nº 10.....	42
Gráfica nº 11.....	43
Gráfica nº 12.....	43
Gráfica nº 13.....	44
Contraste de hipótesis	45
Conclusiones:	47
Aplicaciones:	48
Contribución al desarrollo de los objetivos de Bachillerato, así como a la consecución y adquisición de las competencias del currículo.....	49
Anexos	50
Referencias bibliográficas	84

Fase de planteamiento

Indicando qué se va a investigar, el marco teórico y la formulación de las hipótesis de investigación.

El radón es un gas radiactivo que no tiene color ni olor. Se da de forma natural por la desintegración de elementos radiactivos, como el uranio, los cuales están presentes en distintas cantidades en el suelo y las rocas alrededor del mundo.

Este gas radiactivo está presente tanto en el aire exterior como en el interior. Normalmente se encuentra en niveles muy bajos en el aire exterior y en el agua potable proveniente de ríos y lagos. Puede encontrarse a niveles más elevados en el aire dentro de ciertas casas y edificios, así como en fuentes de agua subterránea, como la proveniente de los pozos.

La ciudad de Ávila y muchos municipios de la provincia se encuentran en zonas de actuación prioritaria (aquellas con potencial de radón superior a 300 Bq/m^3).

En febrero de 2018 entró en vigor la nueva directiva europea que obliga a controlar el gas radón en los edificios.

En este proyecto los alumnos podrán medir los niveles de gas radón que hay en sus casas, el instituto, así como los centros de trabajo de sus padres.

Van a comprobar si el protocolo de ventilación disminuye los niveles de radón o si no es suficiente y se necesitan medidas adicionales en los edificios para que el nivel de radón se considere aceptable.

Serán conscientes del peligro que tiene este gas en la salud de las personas y de las acciones que hay que tomar para disminuir el riesgo.

Van a poner en la entrada de las clases, habitaciones, recintos... donde hagan las mediciones un cartel en el que se indique el nivel de radón medido, las fechas en las que se hizo el trabajo de campo y unos dibujos en los que se vea rápidamente en que consiste el protocolo de ventilación. Habrá al lado una tabla para que se marque cada vez que se haga la ventilación (mañana, tarde, día del mes) con el objeto de que se inicie el hábito.

Hipótesis de investigación:

1. En la ciudad de Ávila y en otros municipios de la provincia hay niveles de radón superiores a 100 Bq/m^3 dentro de los edificios tal y como se indica en los mapas de radón que publica el Consejo de Seguridad Nuclear.
2. Los niveles de radón en los sótanos son mayores que en las plantas superiores del mismo edificio.

3. El protocolo de ventilación disminuye el nivel de radón que ha sido medido con anterioridad.
4. Colocar carteles en la puerta de acceso a las dependencias en los que se vea el nivel de radón medido, se dibuje el protocolo de ventilación diario y se marque en una tabla cada vez que se haga la ventilación permite que las personas sean conscientes de un peligro no tangible y hace que se ventile de forma adecuada.

Formulación de diseño de la investigación

Identificación de variables y metodología a aplicar.

Introducción

El presente trabajo escolar se ha desarrollado entre noviembre de 2018 y febrero de 2019. Se trata de un trabajo de campo realizado en el IES Alonso de Madrigal (Ávila) y tres viviendas situadas en Ávila, San Martín del Pimpollar y Las Berlanas. Ninguno de los padres de los alumnos ha querido llevar el medidor de radón a su lugar de trabajo.

El IES Alonso de Madrigal ha comprado el medidor de radón que se ha utilizado.

Hemos leído y añadido a este trabajo, [documentación de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU](#).

Canadá y EEUU llevan varias décadas estudiando las muertes producidas por cáncer de pulmón. Diferencian entre las personas que contrajeron la enfermedad por consumo de tabaco y las que no han fumado nunca. De este segundo grupo miden los niveles de radón que tenían estas personas en su casa. Las estadísticas que ofrece el Gobierno de EEUU en esta materia son actualmente las más exhaustivas.

También se encuentra en este trabajo documentación de la [Agencia de Protección de la salud del Reino Unido](#) así como la [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](#)

En los documentos citados se emplean diferentes unidades para medir los niveles de radón (picocuries y Becquerel) Hemos utilizado el [convertor de unidades](#) para conocer el valor equivalente en este trabajo.

La Directiva 2013/59 dice en el apartado (22) **“Los descubrimientos epidemiológicos recientes de los estudios residenciales demuestran que existe un mayor riesgo estadísticamente significativo de padecer cáncer de pulmón derivado de la exposición prolongada al radón en recintos cerrados a niveles del orden de 100 Bq/m³. El nuevo concepto de las situaciones de exposición permite incorporar las disposiciones de la Recomendación 90/143/Euratom de la Comisión (1) a los requisitos vinculantes de las normas básicas de seguridad, al tiempo que permite suficiente flexibilidad en su aplicación”**

En el apartado (24) indica: *“Cuando, debido a las circunstancias existentes a nivel nacional, un Estado miembro establezca un nivel de referencia para las*

concentraciones de gas radón en recintos cerrados en los lugares de trabajo superior a 300 Bq/m³, el Estado miembro debe remitir la información a la Comisión”

España ha fijado el [nivel de referencia en 300 Bq/m³](#). La información del Consejo de Seguridad Nuclear (España) sobre el radón se encuentra disponible en [este enlace](#).

Cuadro resumen sobre los niveles de referencia de radón en diferentes legislaciones

Legislación en:	Nivel de referencia
Unión Europea	100 Bq/m³
EEUU	74 Bq/m³ a 148 Bq/m³
Reino Unido	200 Bq/m³
España	300 Bq/m³

Medidor de radón

El Instituto ha comprado un [medidor de radón](#) de máxima precisión ($\pm 5\%$) que muestra valores promedios diarios, semanales y a largo plazo. El precio es de 170 euros y dispone de un sistema de auto calibrado por programa. Los medidores profesionales de radón tienen un precio que oscila entre 2500 y 3000 euros. Además, hay que calibrarlos periódicamente en un laboratorio con un medidor patrón.

Hemos optado por una opción económica que proporciona mediciones correctas para uso doméstico.

Fuente de información: Agencia de Protección Ambiental de EEUU

¿Qué es el radón?

El radón es un gas radioactivo que causa cáncer. Aunque el radón no se puede ver u oler, ni tiene sabor puede causar problemas en su casa. Se estima que el radón causa miles de muertes al año. Esto se debe a que cuando se respira aire contaminado con radón se puede contraer cáncer pulmonar. De hecho, el Cirujano General de los EE.UU. emitió una alerta donde afirma que actualmente el radón es la segunda causa principal de cáncer pulmonar en los Estados Unidos. Solamente el fumar causa más muertes debido a este tipo de cáncer. El riesgo de contraer cáncer pulmonar es mayor si usted fuma y si hay niveles altos de radón en su hogar.

Factores ambientales

¿Dónde se encuentra el radón?

El radón se puede encontrar por todos los EE.UU

El radón proviene de la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en el suelo, en la roca y en el agua y asciende al aire que usted respira. El radón se puede encontrar a lo largo y ancho de los Estados Unidos. Puede infiltrarse en cualquier tipo de edificio tales como las casas, las oficinas y las escuelas, y una vez que está en ellos puede alcanzar niveles muy altos. Probablemente usted y su familia recibirán

mayor exposición al radón cuando están en su casa, ya que es ahí donde pasan la mayor parte del tiempo.

¿Cómo entra el radón a su hogar?

El radón típicamente asciende desde el suelo al aire y se infiltra en las viviendas a través de las grietas y otros agujeros en los cimientos de las mismas. El radón, al quedar atrapado en su hogar, puede alcanzar niveles altos. Cualquier vivienda puede tener problemas de radón ya sea nueva o vieja, con o sin sótano, esté bien sellada o tenga corrientes de aire.

La fuente principal de los problemas de radón en las casas es el radón que proviene del suelo. Algunas veces el radón se infiltra en los hogares a través del agua de pozo. Aunque los materiales de construcción no causan problemas de radón por sí mismos éstos pueden emitir radón en algunas casas.



1. Grietas en pisos sólidos
2. Juntas de la construcción
3. Grietas en las paredes
4. Espacios en los suelos suspendidos
5. Espacios alrededor de las cañerías de servicios
6. Cavidades en el interior de las paredes
7. Suministros de agua

¿Se debe hacer la prueba de radón en el hogar?

La única manera de saber si usted y su familia está expuestos al radón es haciendo la prueba para detectarlo. La EPA y el Cirujano General recomiendan hacer la prueba en todos los hogares.

¿Qué se sabe del radón en las escuelas?

El problema de radón en las escuelas a menudo se puede remediar aumentando la ventilación en las mismas. Sin embargo, esto no necesariamente remediará el problema de la calidad del aire interno. Algunos problemas de contaminación en los interiores no pueden ser corregidos incrementando la ventilación. De hecho, al incrementar la ventilación en las áreas con alta humedad o con altos contaminantes en el aire exterior, empeora el problema de la calidad del aire en los interiores.

Prevención

- Si piensa comprar o vender una vivienda, haga la prueba de detección de radón.
- Si se trata de una vivienda nueva, averigüe si en su construcción se emplearon técnicas y materiales resistentes al radón y si se efectuó la prueba de detección de radón.

- Si el nivel de radón es de 4 picocuries por litro (pCi/L) (148 Bq/m^3) o más, haga los arreglos necesarios a la vivienda.
- Los niveles de gas radón menores de 4 pCi/L (148 Bq/m^3) también pueden representar un riesgo a su salud y, en muchos casos, pueden reducirse.
- Tome medidas de precaución cuando realice la prueba de detección de radón para evitar interferencias con el instrumento detector.

Si piensa vender una vivienda...

La EPA recomienda que usted haga la prueba para detectar el gas radón de su vivienda antes de ponerla a la venta y, en caso de ser necesario, baje los niveles de radón. Conserve los resultados de la prueba y toda la información que tenga sobre las medidas tomadas para solucionar los problemas que pudieron haber existido. Esta información puede constituir un punto positivo de venta.

Si piensa comprar una vivienda...



La EPA recomienda que averigüe cuál es el nivel de radón en el interior de cualquier vivienda que esté considerando comprar, pidiéndole al vendedor, por ejemplo, los resultados de la prueba de detección de radón. Si la vivienda tiene un sistema de reducción de radón, pídale al vendedor toda la información que tenga sobre dicho sistema. Si no ha efectuado todavía la prueba en la vivienda,

usted debe solicitar que se haga.

Si usted está construyendo una vivienda nueva, durante la construcción pueden incorporarse técnicas y materiales para reducir los niveles de gas radón.

La exposición al radón causa cáncer pulmonar en los fumadores y en las personas que no fuman

El cáncer pulmonar ocasiona la muerte de miles de estadounidenses anualmente. El fumar, el radón y el humo del tabaco son las causas principales de cáncer pulmonar. Aunque hay tratamientos para curar el cáncer pulmonar, las probabilidades de sobrevivir a este tipo de cáncer son muy bajas. Dependiendo de los factores demográficos, solo de un 11% a un 15% de las personas afectadas con este tipo de cáncer logran superar los 5 años de vida, esto desde el momento en que la enfermedad fue diagnosticada. En muchos casos el cáncer pulmonar puede prevenirse.

Fumar es la causa principal de cáncer pulmonar. De acuerdo con datos del año 2004 de la Sociedad Americana del Cáncer (ACS) se estima que en los EE.UU. fumar causa la muerte de 160.000 personas al año. La incidencia entre las mujeres que fuman va en aumento. El 11 de enero de 1964, el Dr. Luther L. Ferry, Cirujano General de los EE.UU. en esa época, emitió el primer aviso donde se vinculó fumar con el cáncer pulmonar. Actualmente las muertes de mujeres con cáncer pulmonar superan las muertes ocasionadas por el cáncer de pecho. Las probabilidades de contraer cáncer pulmonar son mayores entre los fumadores que además están expuestos al radón.

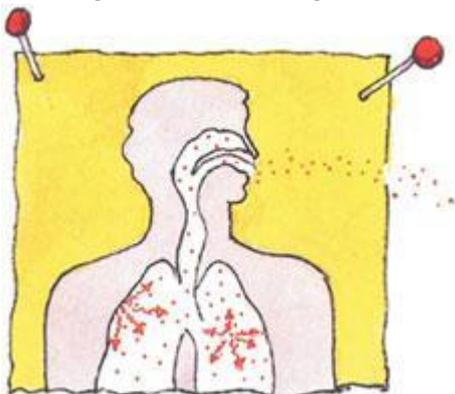
El radón es la causa número uno de cáncer pulmonar entre los no fumadores, de acuerdo con datos estimados de la Agencia de Protección Ambiental (EPA). En general, el radón es la segunda causa principal de cáncer pulmonar. El radón es responsable de alrededor de 21.000 muertes de cáncer pulmonar cada año. Aproximadamente, 2.900 de estas muertes ocurren entre personas que nunca han fumado. El 13 de enero de 2005, el Cirujano General de los EE.UU. Dr. Richard H. Carmona, emitió un aviso de salud nacional sobre el radón.

El humo de tabaco en el medio ambiente es la tercera causa principal de cáncer pulmonar y el responsable de 3.000 muertes al año, de las cuales 1.000 de estas personas nunca fueron fumadores y alrededor de 2.000 habían sido fumadores anteriormente. Las personas que no fuman se ven afectadas al estar expuestas al humo de tabaco. La salud de los niños puede verse seriamente afectada si estos se exponen al humo de tabaco en el medio ambiente. El mismo puede provocar ataques de asma, infecciones de oído y problemas respiratorios como la bronquitis y la pulmonía en los niños.

La Organización Mundial de la Salud inicia un Proyecto Internacional de Radón

Según la Organización Mundial de la Salud (WHO) el 15% de cáncer pulmonar en todo el mundo es causado por el radón. En un esfuerzo por reducir esta incidencia de cáncer la OMS inició un proyecto internacional de radón para así aumentar el conocimiento del mismo, obtener información y motivar a que se tomen medidas para reducir los riesgos para la Salud relacionados al mismo. La Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA) es una de las agencias que está apoyando esta iniciativa.

¿Por qué el radón representa un riesgo para la salud pública?



De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) alrededor de 20.000 muertes anuales por cáncer pulmonar están relacionadas con el radón. La exposición al radón es la segunda causa principal de cáncer pulmonar, y la principal es fumar. El radón es un gas invisible sin olor ni sabor que proviene de la descomposición natural del uranio el cual se encuentra en el suelo y en el agua. Este gas es una forma de radiación iónica y está comprobado que es un carcinógeno.

El único efecto contra la salud humana que se conoce debido a la exposición de radón en el aire es el cáncer pulmonar. De momento no hay evidencia de que los niños estén en mayor riesgo que los adultos de contraer cáncer pulmonar.

El radón se encuentra tanto en el aire exterior como en el interior y dentro de cualquier tipo de edificio. La EPA recomienda que si los niveles de radón en su hogar son de 4 pCi/L (148 Bq/m³) o mayores se hagan las reparaciones necesarias en el hogar. Ya que no se conocen niveles de exposición al radón que sean seguros, **la agencia también recomienda que se hagan las reparaciones en los hogares que tengan niveles**

entre 2 pCi/L (74 Bq/m³) y 4 pCi/L (148 Bq/m³). El nivel de concentración de radón en el aire exterior es de 0,4 pCi/L (14,8 Bq/m³) y dentro de los hogares el nivel es de 1,3 pCi/L (48,1 Bq/m³). Es sobre esta cifra que la EPA basa su estimación de 20.000 muertes al año debido al cáncer pulmonar y por lo que recomienda que todos los hogares con niveles entre (74 Bq/m³) y 4 pCi/L (148 Bq/m³) sean reparados.

Para los fumadores el riesgo de contraer cáncer pulmonar es mayor debido a los efectos de la combinación del radón con el humo de tabaco. Entre los fumadores, de 1.000 personas unas 62 morirán de cáncer pulmonar mientras que de 1.000 personas que nunca han fumado 7,3 morirán de cáncer pulmonar. De un grupo de 1.000 personas que nunca han fumado pero que han sido expuestos a un nivel de radón de 1.3 pCi/L (48,1 Bq/m³), dos de ellas tienen probabilidades de morir de cáncer pulmonar.

Desafortunadamente, muchas personas en EE.UU. llegan a la conjetura de que ya que el nivel recomendado para tomar medidas es de 4 pCi/L (148 Bq/m³) cualquier nivel de radón por debajo de esta cifra es seguro. Esta percepción es muy común en el mercado de bienes inmuebles. Para la mayoría de los estadounidenses su mayor exposición al radón ocurre cuando están en sus hogares, especialmente cuando se encuentran en habitaciones que están en contacto con el suelo o que están ubicadas inmediatamente sobre el mismo, tales como los sótanos.

Nunca es tarde para reducir los riesgos a contraer cáncer pulmonar. No espere más para hacer la prueba de radón y reparar su hogar. Si fuma, deje de fumar, mientras tanto salga fuera de su hogar para fumar y así le proveerá un lugar sin humo de tabaco a su familia. Comprométase a no fumar hoy mismo.

El radón y el hábito de fumar

Riesgo que presenta el radón si es usted fumador

Nivel de radón	Si 1.000 personas que han sido fumadores se vieran expuestas a este nivel de radón durante toda la vida,	El riesgo de contraer cáncer por exposición al radón es comparable a	QUÉ HACER: Deje de fumar y
20 pCi/L (740 Bq/m ³)	unas 135 personas podrían contraer cáncer de pulmón	100 veces el riesgo de morir ahogado	Repare su vivienda
10 pCi/L (370 Bq/m ³)	unas 71 personas podrían contraer cáncer de pulmón	100 veces el riesgo de morir en un incendio en la vivienda	Repare su vivienda
8 pCi/L (296 Bq/m ³)	unas 57 personas podrían contraer cáncer de pulmón		Repare su vivienda
4 pCi/L (148 Bq/m ³)	unas 29 personas podrían contraer cáncer de pulmón	100 veces el riesgo de morir en un accidente aéreo	Repare su vivienda
2 pCi/L (74 Bq/m ³)	unas 15 personas podrían contraer cáncer de pulmón	2 veces el riesgo de morir en un accidente de tránsito	Considere reparar entre 2 y 4 pCi/L (74 Bq/m ³ y 148 Bq/m ³)
1.3 pCi/L (48,1 Bq/m ³)	unas 9 personas podrían contraer cáncer de pulmón	(Nivel promedio de radón en el interior)	(Es difícil reducir los niveles de radón por debajo de 2 pCi/L)

PIIECyL 2018 - 2019. IES Alonso de Madrigal Alumnos: Ángel Berlana, Oscar Flores, David García.	10
---	----

			(74 Bq/m ³)
0.4 pCi/L (14,8 Bq/m ³)	unas 3 personas podrían contraer cáncer de pulmón	(Nivel promedio de radón en el exterior)	(Es difícil reducir los niveles de radón por debajo de 2 pCi/L) (74 Bq/m ³)
Nota: Si es usted un ex fumador, su riesgo puede ser menor que el de alguien que fuma.			

Riesgo que presenta el radón si usted no fuma

Nivel de radón	Si 1.000 personas que no han sido fumadores se vieran expuestas a este nivel de radón durante toda la vida,	El riesgo de contraer cáncer por exposición al radón es comparable a	QUÉ HACER:
20 pCi/L (740 Bq/m ³)	unas 8 personas podrían contraer cáncer de pulmón	El riesgo de ser asesinado en un crimen violento	Repare su vivienda
10 pCi/L (370 Bq/m ³)	unas 4 personas podrían contraer cáncer de pulmón		Repare su vivienda
8 pCi/L (296 Bq/m ³)	unas 3 personas podrían contraer cáncer de pulmón	10 veces el riesgo de morir en un accidente aéreo	Repare su vivienda
4 pCi/L (148 Bq/m ³)	unas 2 personas podrían contraer cáncer de pulmón	El riesgo de ahogamiento	Repare su vivienda
2 pCi/L (74 Bq/m ³)	aproximadamente 1 persona podría contraer cáncer de pulmón	El riesgo de morir en un incendio en la vivienda	Considere reparar entre 2 y 4 pCi/L (74 Bq/m ³ y 148 Bq/m ³)
1.3 pCi/L (48,1 Bq/m ³)	menos de 1 persona podría contraer cáncer de pulmón	(Nivel promedio de radón en el interior)	(Es difícil reducir los niveles de radón por debajo de 2 pCi/L) (74 Bq/m ³)
0.4 pCi/L (14,8 Bq/m ³)	menos de 1 persona podría contraer cáncer de pulmón	(Nivel promedio de radón en el exterior)	(Es difícil reducir los niveles de radón por debajo de 2 pCi/L) (74 Bq/m ³)
Nota: Lo siento y espero que esto sea lo último.			

Fuente de información: El Radón. Agencia de Protección de la salud. Reino Unido

El RADON y la Vida Cotidiana

El radón es un gas radiactivo natural. No puedes verlo ni olerlo, ni sentir su sabor.

Proviene de la degradación del uranio, la que ocurre naturalmente en todas las rocas y suelos. El radón está presente en todas partes, aunque las concentraciones del gas en el aire son generalmente muy bajas. Todos lo respiramos a lo largo de nuestra vida. Sin embargo, las condiciones geológicas en ciertas áreas pueden conducir a niveles más altos que la media. La exposición a niveles particularmente altos de radón puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. La Agencia de Protección de la salud (HPA) ha aconsejado reducir el nivel de radón de 200 Bq/m³ en las viviendas. La mayoría de los hogares en el Reino Unido tienen niveles bastante bajos de radón, con

un promedio de cerca de 20 becquerelios por metro cúbico. El HPA conduce las encuestas sobre el radón para los departamentos gubernamentales, los consejos locales, otras organizaciones y las familias. Se pueden enviar pequeños detectores de radón directamente a las familias por correo y devolver en un período de tres meses. El radón causa un daño invisible al plástico dentro del detector. Este daño se puede medir y utilizar para calcular el nivel del radón. El HPA envía a la familia el resultado por correo. El radón es un gas radiactivo natural que se filtra en los edificios en pequeñas cantidades, debido al uranio que está presente en todas las rocas, suelos, ladrillo y hormigón. La cantidad o la actividad, del radón se mide en becquerelios (Bq)

PREGUNTAS FRECUENTES Y SUS RESPUESTAS

¿Los niveles de radón varían con tiempo? Sí. Los niveles de radón en hogares varían durante el día, de un día al siguiente y del invierno al verano, principalmente debido a diferencias de la temperatura interior y al aire libre. Son generalmente más altos de noche y durante el invierno.

¿Pueden los niveles del radón acumularse indefinidamente? No. Aunque el radón entra en los hogares a todas las horas, se elimina por la ventilación natural.

¿Cuáles son los efectos del radón? Los mineros expuestos a niveles altos de radón están en riesgo de contraer cáncer de pulmón. El radón en el hogar también presenta un riesgo, pero generalmente en un nivel inferior.

¿El radón causa leucemia? El peligro principal de la alta exposición al radón es el riesgo creciente de cáncer de pulmón. Si hay cualquier riesgo de leucemia es extremadamente pequeña.

¿Tienen los niños más riesgo al radón que los adultos? No hay indicación en la evidencia actual que el riesgo en los niños sea mayor que en los adultos.

¿Cuál es el nivel de referencia para el radón? **La agencia de la protección sanitaria recomienda que los niveles del radón se deben reducir en los hogares donde está por encima de 200 Bq/m³. Esta recomendación ha sido suscrita por el gobierno británico.** Este nivel se refiere a la concentración media anual en un hogar; las medidas de radón deben realizarse con dos detectores (en un dormitorio y una sala de estar) en un periodo de tres meses, para hacer un promedio de fluctuaciones a corto plazo.

¿Cuál es el riesgo? La gente que vive toda su vida expuesta corre el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. Esto se puede comparar con la incidencia media del cáncer de pulmón en la población Británica del 6%.

¿Cómo se comparan las dosis de radón en el hogar con otras fuentes de radiación? La mayoría de la gente recibe una dosis más grande de radiación de radón en su hogar que de cualquier otra fuente, ya sea de las aplicaciones industriales, de la energía atómica o de las exposiciones a radiografías médicas. Dosis anual media de radiación de ionización en la población Británica de todas las fuentes: 2.7mSv

¿Puede el radón estar presente en el abastecimiento de agua? Sí. La mayoría de los abastecimientos de agua tienen niveles bajos de radón, pero algunas fuentes pueden tener niveles altos. No se ha encontrado ninguno en el Reino Unido con niveles como para causar tanta preocupación como el radón de la tierra. La agencia de protección sanitaria ha acordado junto con una norma europea la propuesta que sugiere

preocupación si los niveles de radón en abastecimientos de agua privados exceden los 1000 becquerelios por litro.

¿Hay riesgo de permanecer en un día de fiesta casero con niveles altos de radón? El riesgo del radón se calcula para el curso de la vida pasado en el mismo hogar.

¿Hay peligro en la fruta en las áreas afectadas por el radón? No. La exposición de la radiactividad natural en los alimentos es mucho menor que el radón en el hogar.

¿Es el radón un problema en otros países? Sí. Todos los países están afectados en cierto grado por el radón, pero el problema está recibiendo la atención particular en Suecia, y otros países nórdicos, Alemania y EEUU.

¿Pueden las rocas del jardín dar niveles altos de radón? No. El Radón de rocas y suelo en zonas abiertas se dispersa rápidamente en el aire.

¿Cómo descubro si mi nuevo hogar tiene un nivel alto de radón? La mayoría de los hogares tienen niveles bajos de radón, incluso en áreas afectadas, y los niveles altos se pueden reducir generalmente con presupuestos moderados.

¿Por qué las medidas de radón duran tanto tiempo? Los niveles de radón varían tanto que no es posible predecir con ninguna certeza los niveles a largo plazo.

¿Pueden reducirse los niveles altos de radón en un hogar? Sí. Hay varios métodos probados para reducir niveles del radón en hogares. La opción del método depende del nivel de radón.

¿Cuánto costó reducir el nivel de radón en un hogar? El coste medio está entre £500 - £700. Medidas más simples costarían menos, pero son generalmente también mucho menos eficaces.

Fuente de información: Preguntas frecuentes sobre radón en viviendas. - Consejo de Seguridad Nuclear - España

1.- ¿Cuál es el nivel máximo de concentración de radón en el aire de las viviendas recomendado en España?

La Guía de Seguridad GS 11-02 del CSN recomienda un nivel de referencia de 300 Bq/m³, referido al promedio anual de la concentración de radón. Asimismo, la directiva europea 2013/59/Euratom, que está siendo traspuesta a la normativa nacional, recoge un nivel de referencia no superior a este mismo valor. No obstante, un nivel de referencia no se trata de un límite no permitido, sino como un valor que se recomienda no superar, a fin de limitar la exposición de la población en su conjunto. No hay una línea que separe un nivel seguro de un nivel de riesgo: los efectos para la salud son proporcionales a la exposición a la que se está expuesto a lo largo de periodos de tiempo muy prolongados. Por ello, el nivel de referencia está referido a un promedio anual, y el riesgo está asociada a exposiciones mantenidas durante muchos años.

2.- ¿Cómo puedo saber si mi vivienda está ubicada en una zona donde los valores de radón tienden a ser elevados?

La cartografía del potencial de radón en España, desarrollada por el Consejo de Seguridad Nuclear, categoriza las zonas del territorio estatal en función de sus niveles de radón y, en particular, identifica aquellas en las que un porcentaje significativo de los edificios residenciales presenta concentraciones superiores a 300 Bq/m³ (en planta baja o en primera planta; por encima de la segunda planta es muy improbable encontrar concentraciones superiores a ese valor). En el enlace: <https://www.csn.es/mapa-del-potencial-de-radon-en-espana>, se puede consultar de forma interactiva el mapa de potencial de radón de España. Puede hacer clic, además, en “ver mapa más grande” y se le redirigirá a una página de ArcGis (este mapa puede tardar en cargar varios minutos). En la esquina superior derecha de la página hay una herramienta de búsqueda, en la que puede introducir el nombre de su localidad de residencia. El mapa tiene una resolución 1:200.000. No tiene, por tanto, resolución espacial suficiente para hacer predicciones fiables a nivel de edificio o de calle.

3.- ¿Es suficiente con conocer el potencial de radón de la zona para saber si mi vivienda tiene altas o bajas concentraciones de radón?

La concentración de radón es muy variable espacialmente, por ello la información proporcionada por los mapas es únicamente orientativa y en ningún caso debe considerarse sustitutiva de las medidas directas en su vivienda, que son el indicador más fiable del riesgo al que está expuesto cada persona.

4.- ¿Qué tipos de detectores existen para la medida de radón?

Los equipos de medida de radón pueden dividirse en dos tipos en función del tiempo de exposición necesario para obtener medidas fiables:

- Sistemas de medida en continuo, con tiempos de integración cortos, que van de algunos minutos a varias horas. Suelen utilizarse para determinaciones a corto plazo, del orden de horas o pocos días, aunque también son aptos para efectuar medidas más largas, del orden de algunos meses. Suelen disponer de un sistema de lectura directa en pantalla y de almacenamiento electrónico. Para garantizar su correcto funcionamiento, estos equipos deben de ser verificados y calibrados periódicamente, conforme con lo establecido en la Guía de Seguridad GS 11-01' del CSN.
- Sistemas integradores, que suelen usarse para largos periodos de exposición, de algunos días a varios meses. Estos son sistemas de medida indirecta, que deben de ser sometidos a un proceso de lectura posterior para obtener la concentración integrada de radón. Dentro de este tipo, los más utilizados son los detectores de trazas nucleares, por su bajo coste y robustez. La Guía de Seguridad GS 11-04 del CSN recomienda que, a efectos del cumplimiento de la normativa, los detectores estén expuestos durante un periodo de tiempo de al menos tres meses, evitando la época estival, o en el caso de los lugares de trabajo subterráneos, de un año completo.

5.- Me gustaría medir la concentración de radón en mi vivienda, ¿quién puede realizarme las medidas?

Para realizar estas medidas, el CSN recomienda contactar con un laboratorio acreditado para la medida de radón en el aire según la ISO 17025. En el siguiente enlace: <https://www.csn.es/radon>, en documentos asociados, puede encontrar un listado de laboratorios acreditados en España, o de suministradores de laboratorios acreditados por otras entidades nacionales firmantes de los Acuerdos internacionales de reconocimiento mutuo. El laboratorio le enviará los detectores por correo postal, junto con las instrucciones pertinentes para su exposición, tras lo cual se devuelven al laboratorio para su análisis.

6.- ¿Dónde debo de situar los detectores en mi vivienda para medir la concentración de radón?

Normalmente, los detectores suelen suministrarse en lotes de dos. Le recomendamos que: si su vivienda es de una sola planta coloque uno en el cuarto de estar y otro en un dormitorio. Si la vivienda tiene un sótano al que acceda con frecuencia, coloque uno en el sótano y otro en la planta baja.

7.- ¿Es suficiente la ventilación como medida para bajar la concentración de radón en una vivienda?

A niveles de concentración en torno a unos pocos cientos de Bq/m³, la ventilación natural suele ser una medida efectiva para disminuir la concentración de radón. La concentración de radón suele ir aumentando durante la noche y disminuyendo a lo largo del día, por tanto ventilar por la mañana del orden de 15 minutos puede ser una medida adecuada. No obstante, para niveles de radón más elevados es necesario recurrir a soluciones de tipo constructivo.

8.- Si en mi vivienda tengo valores altos de concentración de radón, ¿qué tipo de medidas correctoras podría hacer para disminuir la concentración?

Existen numerosas actuaciones que pueden realizarse en un edificio para disminuir la concentración de radón en su interior. En la página web del CSN, puede consultar el documento "Protección frente a la inmisión de gas radón en edificios", donde encontrará información sobre las medidas correctoras para mitigar la inmisión radón en los edificios.

Fase de experimentación: Ejecución del diseño, recogida de información y obtención de datos.

Fechas en las que se ha realizado la medición:

5 al 12 de noviembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 1:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta sótano. Cuarto del responsable de mantenimiento.
2. Número de horas que está el trabajador cada día: 2 horas.
3. Número de horas a la semana: 10 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 430 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1,5 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 12 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 2 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 24 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Una ventana de 0,4 m²
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 2 meses.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 5/11/2018 a las 13:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 12/11/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición:

5 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto de mantenimiento (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 5 horas.

6 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto de mantenimiento (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 5 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 7 horas.

7 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto de mantenimiento (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 5 horas.
- Se abre la ventana basculante (superficie aproximada 0,4 m²) del cuarto de mantenimiento 24 horas
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 10 horas.

- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 16 horas.
- No se puede abrir la ventana contigua a la puerta del patio porque hay mobiliario que impide su apertura.
- Se abre la puerta de acceso al patio (superficie aproximada 4 m²) durante 3 horas.

8 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto de mantenimiento (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 5 horas.
- Se abre la ventana basculante (superficie aproximada 0,4 m²) del cuarto de mantenimiento 24 horas
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 18 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 18 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) contigua a la puerta del patio durante 18 horas.
- Se abre la puerta de acceso al patio (superficie aproximada 4 m²) durante 5 horas.

9 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto de mantenimiento (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 5 horas.
- Se abre la ventana basculante (superficie aproximada 0,4 m²) del cuarto de mantenimiento 24 horas
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 10 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 10 horas.
- Se abre una ventana basculante (superficie aproximada 0.5 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 24 horas.

10 y 11 de Noviembre.

- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 48 horas.
- Se abre una ventana basculante (superficie aproximada 0.5 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 48 horas.

15. Conclusiones: Se necesita ventilar el sótano y el cuarto del responsable de mantenimiento a diario durante varias horas, porque los niveles de radón son muy altos y suben rápidamente. Por este motivo la temperatura en el lugar de trabajo no es la adecuada. Aconsejamos que se instale un sistema de extracción de gas radón en el sótano y en el cuarto del responsable de mantenimiento.

Resultado de la medición nº 1:

Media	05/11/2018 Lunes	06/11/2018 Martes	07/11/2018 Miércoles
Largo plazo	-	1719 Bq/m ³	1599 Bq/m ³
Corto plazo	-	1719 Bq/m ³	836 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 5 horas.	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 5 horas. Ventana 1: 1 m ² - 7 horas.	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 5 horas. Ventana basculante del cuarto de mantenimiento: 0,4 m ² - 24 horas. Ventana 1: 1 m ² - 10 horas. Ventana 2: 1 m ² - 16 horas. Puerta exterior: 4 m ² - 3 horas.
Media	08/11/2018 Jueves	09/11/2018 Viernes	12/11/2018 Lunes
Largo plazo	1143 Bq/m ³	774 Bq/m ³	421 Bq/m ³
Corto plazo	36 Bq/m ³	50 Bq/m ³	85 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 5 horas. Ventana basculante del cuarto de mantenimiento: 0,4 m ² - 24 horas. Ventana 1: 1 m ² - 18 horas. Ventana 2: 1 m ² - 18 horas. Ventana 3: 1 m ² - 18 horas. Puerta exterior: 4 m ² - 5 horas.	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 5 horas. Ventana basculante del cuarto de mantenimiento: 0,4 m ² - 72 horas. Ventana 1: 1 m ² - 10 horas. Ventana 2: 1 m ² - 10 horas. Ventana basculante del cuarto de limpiadoras: 0.5 m ² - 72 horas.	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 5 horas. Ventana basculante del cuarto de mantenimiento: 0,4 m ² - 24 horas. Ventana 1 basculante: 1 m ² - 24 horas. Ventana 2 basculante: 0.5 m ² - 24 horas.

Fechas en las que se ha realizado la medición:

12 al 19 de noviembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 2:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta sótano. Cuarto del personal de limpieza.
2. Número de horas que están los trabajadores cada día: 1 hora.
3. Número de horas a la semana: 5 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 210 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1,1 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 30 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 2,5 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 75 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Una ventana corredera de dos hojas de 1 m² cada una y dos ventanas abatibles de 0,5 m² cada una.
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 2 días.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 12/11/2018 a las 11:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 19/11/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición:

12 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto del personal de limpieza (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 0,5 horas.
- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 24 horas.
- Se abre una de las ventanas basculantes (superficie aproximada 0,5 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 24 horas.
- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 24 horas.
- Se abre la puerta de acceso al patio (superficie aproximada 4 m²) durante 2 horas.

13 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto del personal de limpieza (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 0,5 horas.
- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 24 horas.

- Se abre una de las ventanas basculantes (superficie aproximada 0,5 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 24 horas.
- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 24 horas.

14 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto del personal de limpieza (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 0,5 horas.
- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 10 horas.
- Se abre una de las ventanas basculantes (superficie aproximada 0,5 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 10 horas.
- Se abren las dos ventanas basculantes (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 10 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 6 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 6 horas.
- Se abre la puerta de acceso al patio (superficie aproximada 4 m²) durante 5 horas.

15 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto del personal de limpieza (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 0,5 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 2 horas.
- Se abre una ventana basculante (superficie aproximada 0.5 m²) y una ventana corredera (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 6 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 6 horas.

16 de Noviembre.

- Se abre la puerta del cuarto del personal de limpieza (superficie aproximada 2 m²) que da al pasillo del sótano durante 0,5 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del cuarto de las limpiadoras durante 2 horas.
- Se abre una ventana basculante (superficie aproximada 0.5 m²) y una ventana corredera (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de calderas durante 6 horas.
- Se abre la ventana (superficie aproximada 1 m²) del pasillo que está más cerca del cuarto de mantenimiento durante 6 horas.
- Se abre la puerta de acceso al patio (superficie aproximada 4 m²) durante 2 horas.

15. Conclusiones: Se necesita ventilar el sótano y el cuarto del personal de limpieza a diario durante varias horas, porque los niveles de radón son altos suben rápidamente. Por este motivo la temperatura en el vestuario no es la adecuada. Aconsejamos que se instale un sistema de extracción de gas radón en el sótano y en el cuarto del personal de limpieza.

Resultado de la medición nº 2:

Media	12/11/2018 Lunes	13/11/2018 Martes	14/11/2018 Miércoles
Largo plazo	-	20 Bq/m ³	103 Bq/m ³
Corto plazo	-	1 Bq/m ³	103 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 0,5 horas. Ventana basculante del cuarto de limpiadoras: 0,5 m ² - 24 horas Ventana 1 basculante: 0,5 m ² - 24 horas. Ventana 2 basculante: 1 m ² - 24 horas Puerta exterior: 4 m ² - 2 horas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 0,5 horas. Ventana basculante del cuarto de limpiadoras: 0,5 m ² - 24 horas Ventana 1 basculante: 0,5 m ² - 24 horas. Ventana 2 basculante: 1 m ² - 24 horas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 0,5 horas. Ventana basculante del cuarto de limpiadoras: 1 m ² - 10 horas. Ventana 1 basculante: 0,5 m ² - 10 horas. Ventana 2 basculante: 1 m ² - 10 horas Ventana 1: 1 m ² - 6 horas. Ventana 2: 1 m ² - 6 horas. Puerta exterior: 4 m ² - 5 horas.
Media	15/11/2018 Jueves	16/11/2018 Viernes	19/11/2018 Lunes
Largo plazo	123 Bq/m ³	122 Bq/m ³	135 Bq/m ³
Corto plazo	211 Bq/m ³	18 Bq/m ³	296 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 0,5 horas. Ventana del cuarto de limpiadoras: 1 m ² - 2 horas. Ventana 1: 1 m ² - 6 horas. Ventana 2: 1 m ² - 6 horas.	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 0,5 horas. Ventana del cuarto de limpiadoras: 1 m ² - 2 horas. Ventana 1: 1 m ² - 6 horas. Ventana 2: 1 m ² - 6 horas. Puerta exterior: 4 m ² - 2 horas	Puerta del cuarto que da al pasillo: 2 m ² - 0,5 horas. Ventana del cuarto de limpiadoras: 1 m ² - 2 horas. Ventana 1: 1 m ² - 6 horas. Ventana 2: 1 m ² - 6 horas. Puerta exterior: 4 m ² - 2 horas

Fechas en las que se ha realizado la medición:

19 al 26 de noviembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 3:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta sótano. Gimnasio pequeño.
2. Número de horas que hay alumnos y profesores cada día: **No se utiliza.**
3. Número de horas a la semana: **No se utiliza.**
4. Número aproximado de horas al año: **No se utiliza.**
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 0,75 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 242 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 3 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 726 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Seis ventanas correderas de dos hojas de 1 m² cada ventana.
10. Superficie aproximada de la puerta: 3 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: **Nunca. Las ventanas se encuentran a una altura de 2,60 metros. El acceso al gimnasio se realiza mediante una escalera interior. No hay acceso directo al exterior como en el sótano donde se han hecho las dos primeras mediciones. No se puede ventilar el fondo del recinto de forma natural.**
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 19/11/2018 a las 9:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 26/11/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: **No se puede ventilar el fondo por medios naturales.**
15. Conclusiones: Los resultados no son elevados como lo han sido en las dos primeras mediciones del sótano. Esto se puede deber a que hace unos años se eliminó la tarima de madera y se instaló un revestimiento de caucho. Este material impide que el gas pase a esta zona.

No obstante hay dos dependencias anexas (un almacén y los servicios) que tienen suelo de material cerámico. Si en esas dependencias hubiese gas radón debería pasar por las puertas hasta el gimnasio. Habrá que medir más adelante los niveles de radón en alguna de esas zonas.

Resultado de la medición nº 3:

Media	19/11/2018 Lunes	20/11/2018 Martes	21/11/2018 Miércoles
Largo plazo	-	80 Bq/m ³	80 Bq/m ³
Corto plazo	-	81 Bq/m ³	92 Bq/m ³
Acciones emprendidas	No se puede ventilar el fondo por medios naturales	No se puede ventilar el fondo por medios naturales	No se puede ventilar el fondo por medios naturales
Media	22/11/2018 Jueves	23/11/2018 Viernes	26/11/2018 Lunes
Largo plazo	85 Bq/m ³	77 Bq/m ³	87 Bq/m ³
Corto plazo	59 Bq/m ³	78 Bq/m ³	60 Bq/m ³
Acciones emprendidas	No se puede ventilar el fondo por medios naturales	No se puede ventilar el fondo por medios naturales	No se puede ventilar el fondo por medios naturales

Fechas en las que se ha realizado la medición:

26 de noviembre al 3 de diciembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 4:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, pabellón B, clase B01.
2. Número de horas que están los alumnos y profesores cada día: 6 horas.
3. Número de horas a la semana: 30 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 900 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 0,5 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 48 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 3 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 144 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Hay seis ventanas en la clase con una superficie aproximada de 1,5 m² cada una. El personal de limpieza ventila una hora todas las tardes, abriendo todas las ventanas y la puerta. Los alumnos acostumbran a ventilar en cualquier momento de la mañana, especialmente en los pabellones B y C porque la temperatura es más alta durante los meses que se pone la calefacción (estos pabellones están más cerca del cuarto de la caldera) También tienen una temperatura más alta los meses que no hay calefacción porque están orientados al sur.
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 2 días. El fin de semana.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 26/11/2018 a las 09:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 03/12/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: 26 al 30 de Noviembre: El personal de limpieza ventila una hora por la tarde. Los alumnos abren la ventana de forma discrecional.
15. Conclusiones: Conviene aumentar las horas de ventilación para eliminar el radón que se acumula los fines de semana y festivos.

Resultado de la medición nº 4:

Media	26/11/2018 Lunes	27/11/2018 Martes	28/11/2018 Miércoles
Largo plazo	-	78 Bq/m ³	78 Bq/m ³
Corto plazo	-	79 Bq/m ³	96 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	29/11/2018 Jueves	30/11/2018 Viernes	3/12/2018 Lunes
Largo plazo	85 Bq/m ³	105 Bq/m ³	112 Bq/m ³
Corto plazo	120 Bq/m ³	122 Bq/m ³	173 Bq/m ³
Acciones emprendidas			

Fechas en las que se ha realizado la medición:

3 al 10 de diciembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 5:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, Bar.
2. Número de horas que están los alumnos y profesores cada día: 7,5 horas.
3. Número de horas a la semana: 37,5 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 1125 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 0,5 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 64 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 3 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 192 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Una ventana Una puerta exterior con una superficie aproximada de 2 m².
10. Superficie aproximada de la puerta: 4 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 2 días. El fin de semana.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 03/12/2018 a las 09:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 10/12/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición:
 03 al 05 de Noviembre: Se abre una ventana de 1 m² 0,5 horas al día. Se abre la puerta exterior de 2 m² 2 horas al día. La puerta de acceso al vestíbulo de 4 m² está abierta 7,5 horas al día. El bar se encuentra un metro por debajo del nivel del vestíbulo. Por ese motivo parte del radón que se encuentra en el hall entra al bar por la puerta de 4 m² que está abierta 7,5 horas al día.
15. Conclusiones: Hay niveles importantes a pesar de ventilar los días de diario. La medición ha coincidido con el puente de la Constitución y la lectura de las últimas 24 horas el lunes 10 de diciembre es elevada. Habría que instalar un extractor de gas radón en el bar del IES.

Resultado de la medición nº 5:

Media	03/12/2018 Lunes	04/12/2018 Martes	05/12/2018 Miércoles
Largo plazo	-	151 Bq/m ³	151 Bq/m ³
Corto plazo	-	157 Bq/m ³	148 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	06/17/2018 Jueves	07/12/2018 Viernes	10/12/2018 Lunes
Largo plazo	Festivo	Puente	159 Bq/m ³
Corto plazo	Festivo	Puente	251 Bq/m ³
Acciones emprendidas			

Fechas en las que se ha realizado la medición:

10 al 17 de diciembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 6:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, pabellón A, clase A01.
2. Número de horas que están los alumnos y profesores cada día: 6 horas.
3. Número de horas a la semana: 30 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 900 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 0,5 m el lunes y el martes. 1 m del miércoles 12 al lunes 17 de diciembre.
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 56 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 3 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 168 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Hay cuatro ventanas en la clase con una superficie aproximada de 1,5 m² cada una. El personal de limpieza ventila una hora todas las tardes, abriendo todas las ventanas y la puerta. La temperatura en los pabellones A y D es muy baja durante el invierno y se ventilan menos estas clases durante la mañana.
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 4 días. El puente de la Constitución.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 10/12/2018 a las 09:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 17/12/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: 10 al 17 de diciembre: El personal de limpieza ventila una hora por la tarde. Los alumnos abren la ventana de forma discrecional durante la mañana.
15. Conclusiones: El martes 11 de diciembre la medición es alta porque seguramente se había ventilado muy poco la semana anterior. Después del máximo en la lectura del jueves las mediciones han disminuido. El hecho de que el lunes 17 haya una medición baja también nos indica que hay una gran variabilidad en las emisiones de radón a lo largo del tiempo.

Resultado de la medición nº 6:

Media	10/12/2018 Lunes	11/12/2018 Martes	12/12/2018 Miércoles
Largo plazo	-	234 Bq/m ³	253 Bq/m ³
Corto plazo	-	244 Bq/m ³	246 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	13/12/2018 Jueves	14/12/2018 Viernes	17/12/2018 Lunes
Largo plazo	253 Bq/m ³	274 Bq/m ³	239 Bq/m ³
Corto plazo	353 Bq/m ³	151 Bq/m ³	88 Bq/m ³
Acciones emprendidas			

Fechas en las que se ha realizado la medición:

17 al 20 de diciembre de 2018.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 7:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, pabellón D, clase D01.
2. Número de horas que están los alumnos y profesores cada día: 6 horas.
3. Número de horas a la semana: 30 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 900 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1 m.
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 42 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 3 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 126 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Hay cuatro ventanas en la clase con una superficie aproximada de 1,5 m² cada una. El personal de limpieza ventila una hora todas las tardes, abriendo todas las ventanas y la puerta. La temperatura en los pabellones A y D es muy baja durante el invierno y se ventilan menos estas clases durante la mañana.
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 2 días. El fin de semana.
12. Número de días que permanece el medidor: 3 días (Se reduce el número de días porque un alumno se llevará el medidor durante las dos semanas de navidad para tomar datos en su casa)
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 17/12/2018 a las 09:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 20/12/2018.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: 17 al 20 de diciembre: El personal de limpieza ventila una hora por la tarde. Los alumnos abren la ventana de forma discrecional durante la mañana.
15. Conclusiones: La mediciones indican niveles muy elevados de radón.

Resultado de la medición nº 7:

Media	17/12/2018 Lunes	18/12/2018 Martes	19/12/2018 Miércoles
Largo plazo	-	205 Bq/m ³	231 Bq/m ³
Corto plazo	-	166 Bq/m ³	278 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	20/12/2018 Jueves	Se lleva el medidor a otra población	Se lleva el medidor a otra población
Largo plazo	391 Bq/m ³		
Corto plazo	629 Bq/m ³		
Acciones emprendidas			

Fechas en las que se ha realizado la medición:

Del 21 de diciembre de 2018 al 7 de enero de 2019.

Calle y localidad donde se encuentra la vivienda:

Calle Calvario 05132 San Martín del Pimpollar

Uso del edificio: Vivienda

Medición nº 8:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, cuarto de la caldera.
2. Número de horas que hay personas cada día en la habitación: 1 hora.
3. Número de horas a la semana: 7 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 365 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 0,5 m.
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 14 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 2,5 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 35 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Ninguna
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 5 días.
12. Número de días que permanece el medidor: 17 días
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 21/12/2018 a las 21,00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 07/01/2019.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición:
15. Conclusiones: Los niveles de radón son muy elevados. Hay que ventilar diariamente por la mañana. También se pueden hacer reformas para disminuir la permeabilidad al gas.

PIIECyL 2018 - 2019. IES Alonso de Madrigal Alumnos: Ángel Berlana, Oscar Flores, David García.	29
---	----

Resultado de la medición nº 8:

Media	22/12/2018 Sábado	23/12/2018 Domingo	26/12/2018 Miércoles
Largo plazo	676 Bq/m ³	544 Bq/m ³	507 Bq/m ³
Corto plazo	635 Bq/m ³	439 Bq/m ³	654 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta del cuarto de la caldera: 2 m ² – 1 hora. Puerta del garaje: 6 m ² - 1 hora.	Puerta del cuarto de la caldera: 2 m ² – 24 horas. Puerta del garaje: 6 m ² – 1,5 horas.	
Media	27/12/2018 Jueves	03/01/2019 Jueves	05/01/2019 Sábado 1 Día
Largo plazo	500 Bq/m ³	734 Bq/m ³	763 Bq/m ³
Corto plazo	462 Bq/m ³	1039 Bq/m ³	669 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	05/01/2019 Sábado 7 Días	07/01/2019 Domingo 1 Día	07/01/2019 Domingo 7 Días
Largo plazo	763 Bq/m ³	749 Bq/m ³	749 Bq/m ³
Corto plazo	1020 Bq/m ³	521 Bq/m ³	873 Bq/m ³
Acciones emprendidas			

Fechas en las que se ha realizado la medición:

Del 8 de enero de 2019 al 15 de enero de 2019.

Calle y localidad donde se encuentra la vivienda:

Calle Bélgica 05004 Ávila

Uso del edificio: Vivienda

Medición nº 9:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, salón.
2. Número de horas que hay personas cada día en la habitación: 5 horas.
3. Número de horas a la semana: 35 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 1825 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1 m.
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 24 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 1 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 72 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Una puerta con una superficie aproximada de 2 m².
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 1 días.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 8/1/2019 a las 21,00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 22/01/2019.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: 0.20 horas
15. Conclusiones: Los niveles de radón son altos. Conviene ventilar diariamente por la mañana. También se pueden hacer reformas para disminuir la permeabilidad al gas.

Resultado de la medición nº 9:

Media	8/1/2019 Martes	9/1/2019 Miércoles	10/1/2019 Jueves
Largo plazo	-	209 Bq/m ³	228 Bq/m ³
Corto plazo	-	257 Bq/m ³	180 Bq/m ³
Acciones emprendidas	-	Puerta que da a un porche exterior: 2 m² - 5 minutos	Puerta que da a un porche exterior: 2 m² - 5 minutos
Media	11/1/2019 Viernes	12/01/2019 Sábado	13/01/2019 Domingo
Largo plazo	205 Bq/m ³	182 Bq/m ³	167 Bq/m ³
Corto plazo	168 Bq/m ³	99 Bq/m ³	155 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta que da a un porche exterior: 2 m² - 10 minutos	Puerta que da a un porche exterior: 2 m² - 10 minutos	-
Media	14/01/2019 Lunes	15/01/2019 Martes 1 día	15/01/2019 Martes 7 días
Largo plazo	175 Bq/m ³	183 Bq/m ³	183 Bq/m ³
Corto plazo	181 Bq/m ³	226 Bq/m ³	183 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Puerta que da a un porche exterior: 2 m² - 10 minutos	-	-

Fechas en las que se ha realizado la medición:

Del 15 de enero de 2019 al 20 de enero de 2019.

Calle y localidad donde se encuentra la vivienda:

Calle Bélgica 05004 Ávila

Uso del edificio: Vivienda

Medición nº 10:

1. Lugar donde se realiza la medición: primera planta, dormitorio.
2. Número de horas que hay personas cada día en la habitación: 12 horas.
3. Número de horas a la semana: 84 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 4000 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1,5 m.
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 12 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 3 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 40 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Una ventana con una superficie aproximada de 2 m².
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: 1 días.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 8/1/2019 a las 21,00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 22/01/2019.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: 0.20 horas
15. Conclusiones: Los niveles son menores en el primer piso que los que se han medido en la planta baja.

Resultado de la medición nº 10:

Media	15/1/2019 Martes	16/1/2019 Miércoles	17/1/2019 Jueves
Largo plazo	-	155 Bq/m ³	145 Bq/m ³
Corto plazo	-	155 Bq/m ³	171 Bq/m ³
Acciones emprendidas	-	Ventana: 2m ² - 5minutos	Ventana: 2m ² - 5minutos
Media	18/1/2019 Viernes	19/01/2019 Sábado	20/01/2019 Domingo
Largo plazo	153 Bq/m ³	182 Bq/m ³	147 Bq/m ³
Corto plazo	137 Bq/m ³	99 Bq/m ³	142 Bq/m ³
Acciones emprendidas	Ventana: 2m ² - 5minutos	Ventana: 2m ² - 5minutos	-

Fechas en las que se ha realizado la medición:

Del 21 de enero de 2019 al 28 de enero de 2019.

Calle y localidad donde se encuentra la vivienda:

Calle 05162 Las Berlanas

Uso del edificio: Vivienda

Medición nº 11:

1. Lugar donde se realiza la medición: Planta baja, salón.
2. Número de horas que hay personas cada día en la habitación: 10 horas.
3. Número de horas a la semana: 70 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 365 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1,5 m.
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 70 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 4 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 280 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Tres ventanas con una superficie aproximada de 1,5 m².
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: Nunca.
12. Número de días que permanece el medidor: 7 días
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 21/1/2019 a las 15,00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 28/01/2019.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: nunca.
15. Conclusiones: Las mediciones indican niveles normales de radón.

Resultado de la medición nº 11:

Media	22/1/2019 Martes	23/1/2019 Miércoles	24/1/2019 Jueves
Largo plazo	85 Bq/m ³	47 Bq/m ³	37 Bq/m ³
Corto plazo	46 Bq/m ³	15 Bq/m ³	16 Bq/m ³
Acciones emprendidas	-	-	-
Media	25/1/2019 Viernes	26/01/2019 Sábado	27/01/2019 Domingo
Largo plazo	42 Bq/m ³	58 Bq/m ³	69 Bq/m ³
Corto plazo	67 Bq/m ³	130 Bq/m ³	71 Bq/m ³
Acciones emprendidas	-	-	-
Media	28/1/2019 Lunes		
Largo plazo	66 Bq/m ³		
Corto plazo	24 Bq/m ³		
Acciones emprendidas	-		

Fechas en las que se ha realizado la medición:

Del 30 de enero al 05 de febrero de 2019.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 12:

1. Lugar donde se realiza la medición: planta primera, pabellón A, clase A15.
2. Número de horas que están los alumnos y profesores cada día: 6 horas.
3. Número de horas a la semana: 30 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 900 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 154 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 2,5 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 385 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Hay nueve ventanas en la clase con una superficie aproximada de 1 m² cada una.
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: No se ventila la clase en profundidad durante el invierno. Esta es una de las clases más frías del instituto.
12. Número de días que permanece el medidor: 6 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 30/01/2019 a las 09:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 05/02/2019.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: Solo se mantiene abierta la puerta durante la limpieza de la tarde. Por la mañana no se abren las ventanas durante el invierno.
15. Conclusiones: Las mediciones indican niveles normales de radón.

Resultado de la medición nº 12:

Media	30/01/2019 Miércoles	31/01/2019 Jueves	01/02/2019 Viernes
Largo plazo	-	103 Bq/m ³	89 Bq/m ³
Corto plazo	-	103 Bq/m ³	61 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	04/02/2019 Lunes	05/02/2019 Martes	
Largo plazo	45 Bq/m ³	49 Bq/m ³	
Corto plazo	66 Bq/m ³	101 Bq/m ³	
Acciones emprendidas			

Fechas en las que se ha realizado la medición:

Del 05 de febrero al 11 de febrero de 2019.

Calle y localidad donde se encuentra el edificio:

Calle Juan Grande nº 1 05003 Ávila

Uso del edificio: Centro educativo.

Medición nº 13:

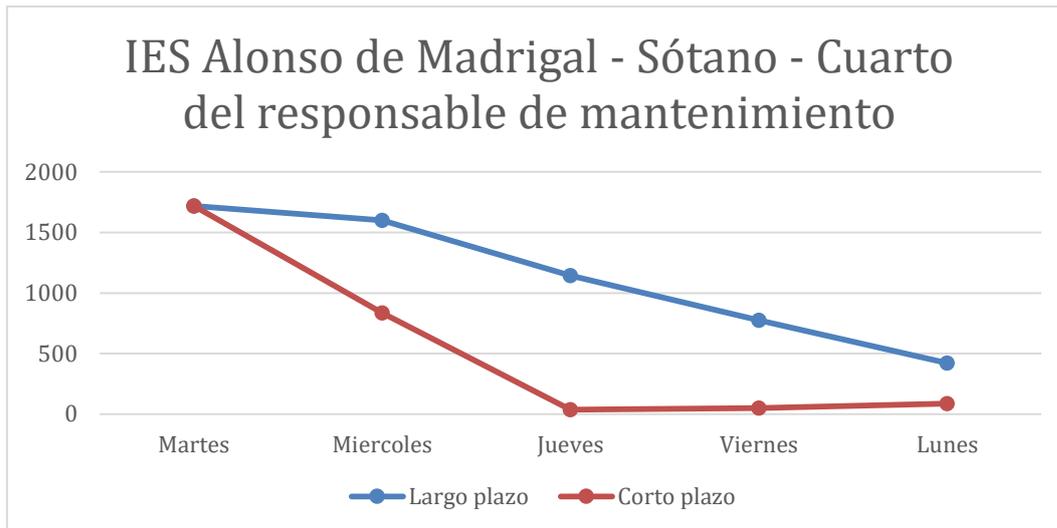
1. Lugar donde se realiza la medición: planta baja, oficina.
2. Número de horas que están los trabajadores cada día: 6 horas.
3. Número de horas a la semana: 30 horas.
4. Número aproximado de horas al año: 1200 horas.
5. Altura a la que se pone el medidor de radón: 1 m
6. Superficie aproximada de la estancia donde se hace la medición: 35 m²
7. Altura aproximada de la estancia donde se hace la medición: 2,5 m
8. Volumen aproximado de la estancia donde se hace la medición: 87,5 m³
9. Tipo de ventilación que hay en la estancia: Hay tres ventanas en la oficina con una superficie aproximada de 1 m² cada una.
10. Superficie aproximada de la puerta: 2 m²
11. Tiempo aproximado que ha estado la estancia sin ventilar en profundidad antes de realizar la medición: No se ha ventilado en profundidad.
12. Número de días que permanece el medidor: 6 días.
13. Recogida de datos (fecha, hora): Se instala el medidor el 05/02/2019 a las 09:00 horas. Se recogen los datos cada 24 horas hasta el 11/02/2019.
14. Número de horas que se ventila la estancia cada día durante la medición: diez minutos por la mañana y media hora durante la tarde.
15. Conclusiones: Los niveles están dentro de los márgenes admisibles.

Resultado de la medición nº 13:

Media	05/02/2019 Martes	06/02/2019 Miércoles	07/02/2019 Jueves
Largo plazo	-	143 Bq/m ³	113 Bq/m ³
Corto plazo	-	142 Bq/m ³	92 Bq/m ³
Acciones emprendidas			
Media	08/02/2019 Viernes	11/02/2019 Lunes	
Largo plazo	110 Bq/m ³	103 Bq/m ³	
Corto plazo	114 Bq/m ³	76 Bq/m ³	
Acciones emprendidas			

Fase de tratamiento y análisis de datos, obtención de resultados (contraste de hipótesis) y elaboración de conclusiones.

Gráfica nº 1

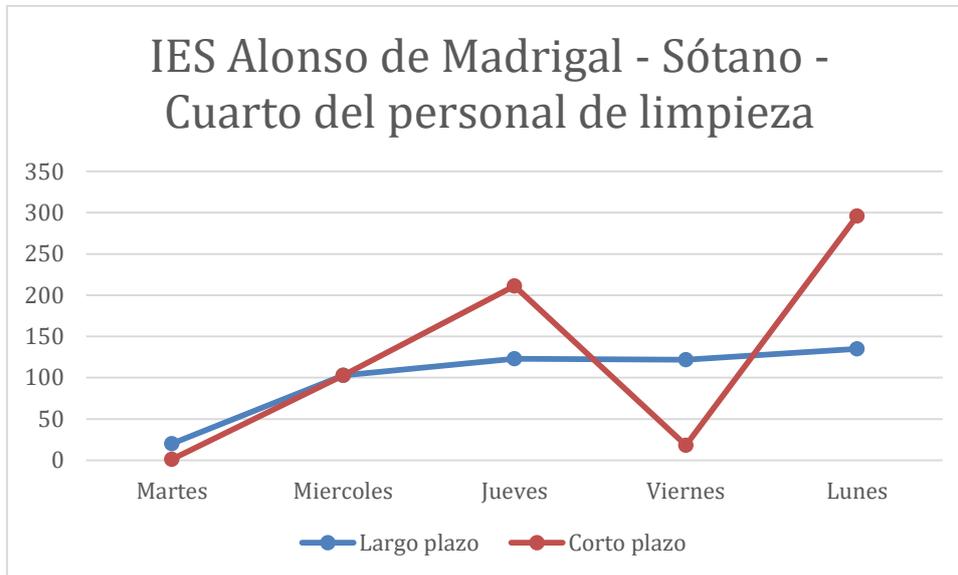


Los niveles iniciales eran muy altos. El primer día se abrieron la puerta del cuarto que da al pasillo y la ventana más próxima. La lectura bajó a la mitad. El segundo día se abrieron varias horas la puerta exterior del patio y las ventanas del sótano. La medición a corto plazo bajó a 36 Bq/m³

Conclusiones: El nivel de radón en el sótano es elevado. La opción más energética consistió en abrir la puerta exterior y las ventanas para que la corriente de aire arrastrase el radón que es más pesado que el aire y se acumula en el fondo. Sin embargo la temperatura no era la adecuada.

Hay que instalar un extractor que elimine el radón que se almacena en cotas bajas. De esta forma se puede cumplir el nivel de referencia de radón y a su vez mantener la temperatura que debe haber en el cuarto (Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, anexo III del Real Decreto 486/1997)

Gráfica nº 2

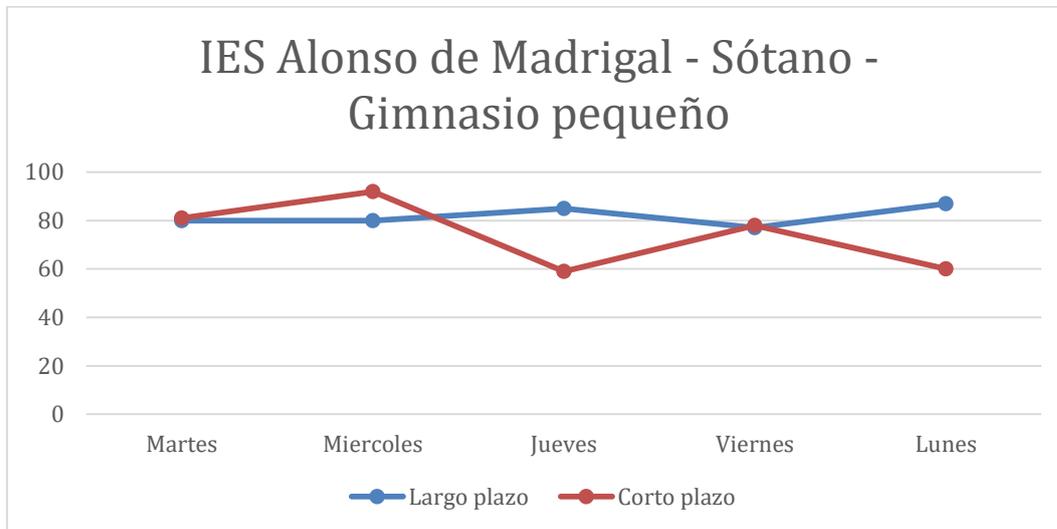


Los niveles iniciales eran bajos porque la semana anterior se ventiló el sótano en profundidad después de las lecturas que se comprobaron en el cuarto del responsable de mantenimiento. Sin embargo se ve claramente como los niveles de radón suben rápidamente durante los días de diario (martes a jueves) y el fin de semana.

Conclusiones: El nivel de radón en el sótano es elevado.

Hay que instalar un extractor que elimine el radón que se almacena en cotas bajas. De esta forma se puede cumplir el nivel de referencia de radón y a su vez mantener la temperatura que debe haber en el cuarto (Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, anexo III del Real Decreto 486/1997)

Gráfica nº 3



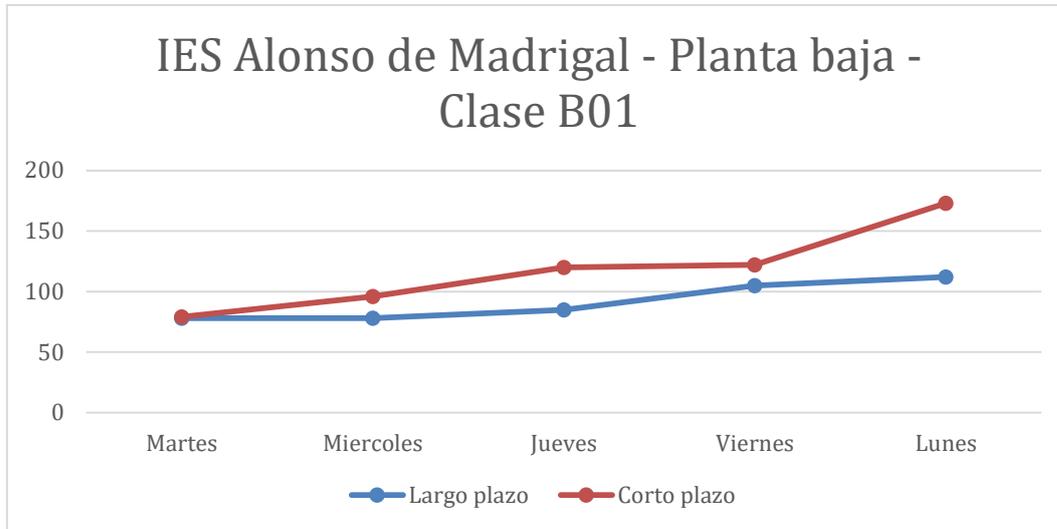
Este es un caso que merece un estudio detallado. Se trata de un gimnasio que se encuentra en el sótano a la misma profundidad que las dos primeras estancias donde se han hecho las mediciones. Además no hay ninguna posibilidad de ventilar el fondo ya que el acceso se realiza desde una escalera interior y las ventanas se encuentran a dos metros y medio de altura. Sin embargo los niveles se encuentran dentro de los valores normales.

Esto puede deberse a alguna de las siguientes causas:

1.- Hace unos años se eliminó la tarima de madera y se instaló un revestimiento de caucho. Este material impide que el gas pase a esta zona. No obstante hay dos dependencias anexas (un almacén y los servicios) que tienen suelo de material cerámico. Si en esas dependencias hubiese gas radón debería pasar por las puertas hasta el gimnasio. Habrá que medir más adelante los niveles de radón en alguna de esas zonas.

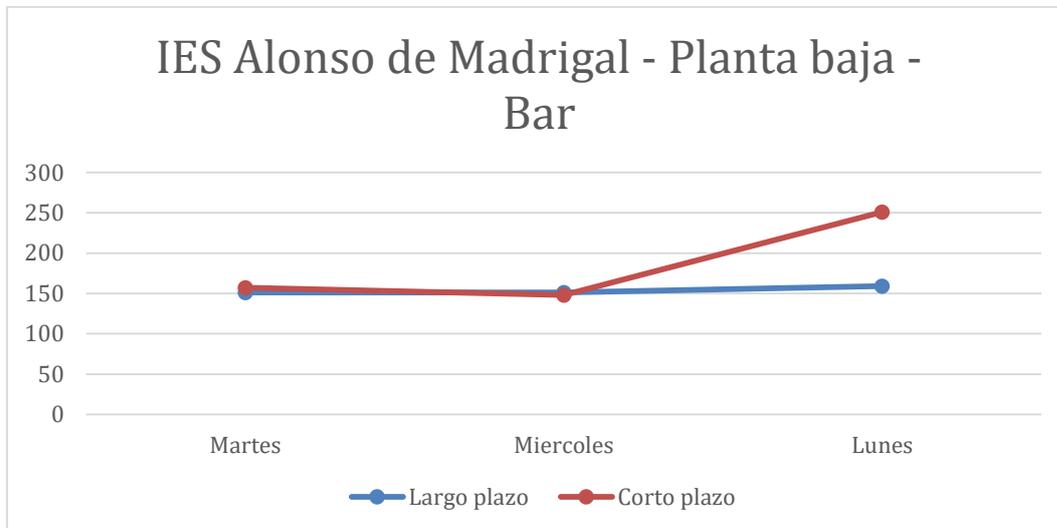
2.- El salón de actos se encuentra en la línea divisoria entre zonas de menos de 300 Bq/m³ (tal y como se ve en el [mapa litoestratográfico](#)). Al estar el gimnasio pequeño debajo del salón de actos se podría pensar que este puede ser el motivo de los bajos niveles que se registran en este sótano.

Gráfica nº 4



La clase se encuentra en la planta baja (no hay sótano debajo) y se encuentra expuesta de forma directa a las filtraciones de gas radón que emanan del subsuelo. Los niveles aumentan durante el fin de semana debido a la ausencia de ventilación.

Gráfica nº 5

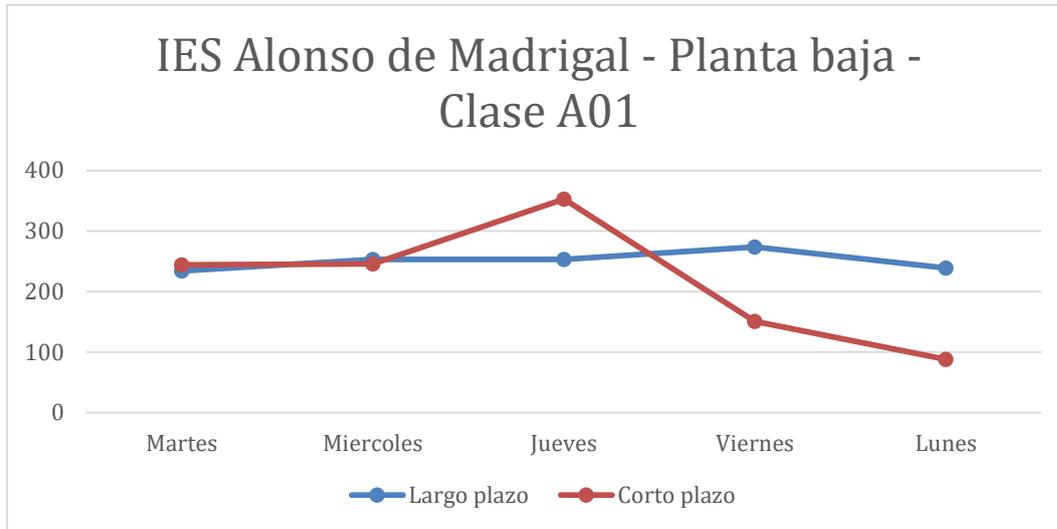


El bar se encuentra en la planta baja (no hay sótano debajo) y se encuentra expuesta de forma directa a las filtraciones de gas radón que emanan del subsuelo.

La medición se realizó la semana del puente de la Constitución. Por ese motivo no hay lecturas el jueves ni el viernes. Se puede ver como aumenta el nivel de forma significativa ya que no se ventila durante cuatro días.

El bar se encuentra en la línea divisoria entre zonas de menos de 300 Bq/m^3 tal y como se ve en el [mapa litoestratográfico](#), sin embargo los niveles son mayores de los que hay en el gimnasio pequeño sin ningún tipo de ventilación. Esto refuerza la tesis de que el suelo a base de caucho del gimnasio pequeño hace que los niveles en esa zona sean mínimos.

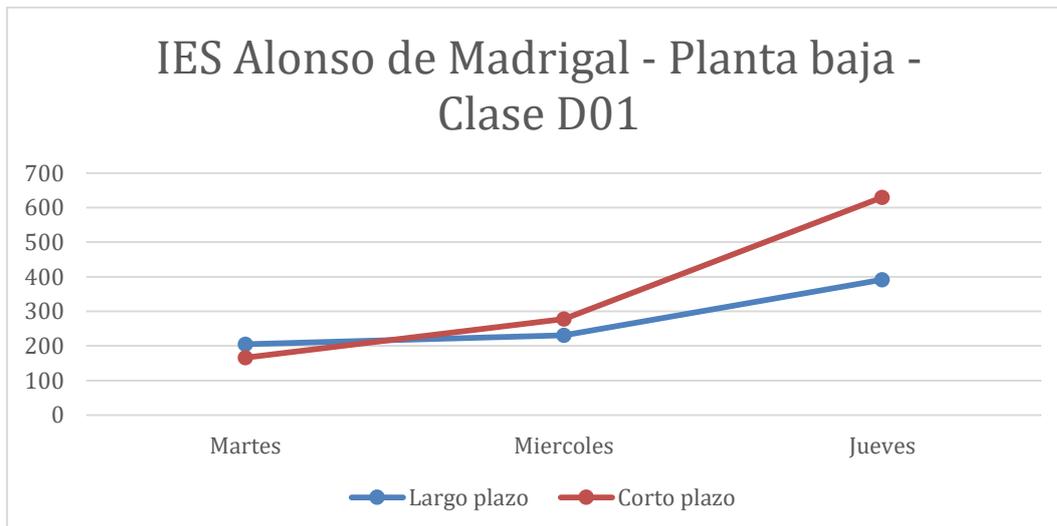
Gráfica nº 6



La clase se encuentra en la planta baja (no hay sótano debajo) y se encuentra expuesta de forma directa a las filtraciones de gas radón que emanan del subsuelo.

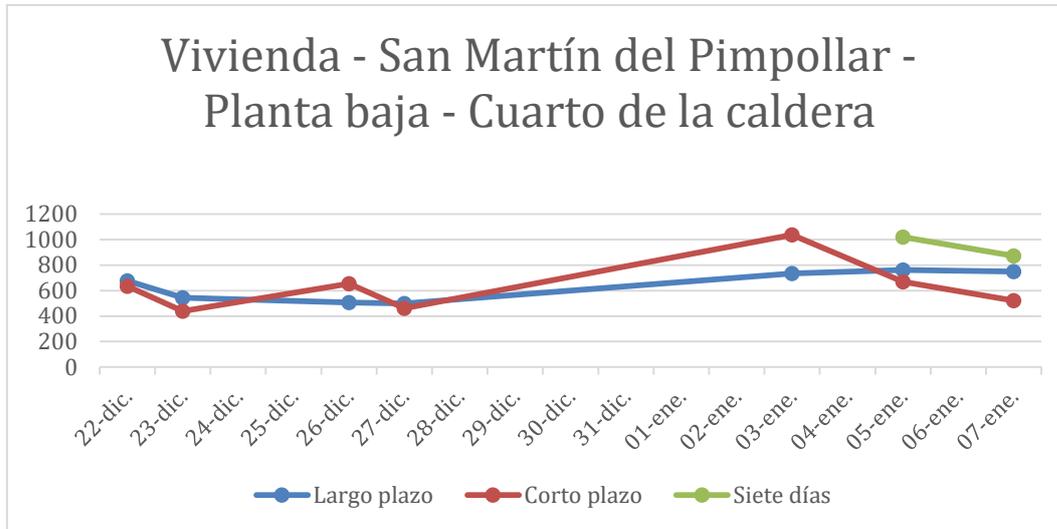
El martes 11 de diciembre la medición es alta porque seguramente se había ventilado muy poco la semana anterior. Después del máximo en la lectura del jueves las mediciones han disminuido. El hecho de que el lunes 17 haya una medición baja a corto plazo también nos indica que hay una gran variabilidad en las emisiones de radón a lo largo del tiempo.

Gráfica nº 7



La clase se encuentra en la planta baja (no hay sótano debajo) y se encuentra expuesta de forma directa a las filtraciones de gas radón que emanan del subsuelo. La última lectura se realizó el jueves 20 de diciembre para que un alumno llevase el medidor a su casa durante las vacaciones. Se registraron niveles muy altos entre el miércoles y el jueves.

Gráfica nº 8

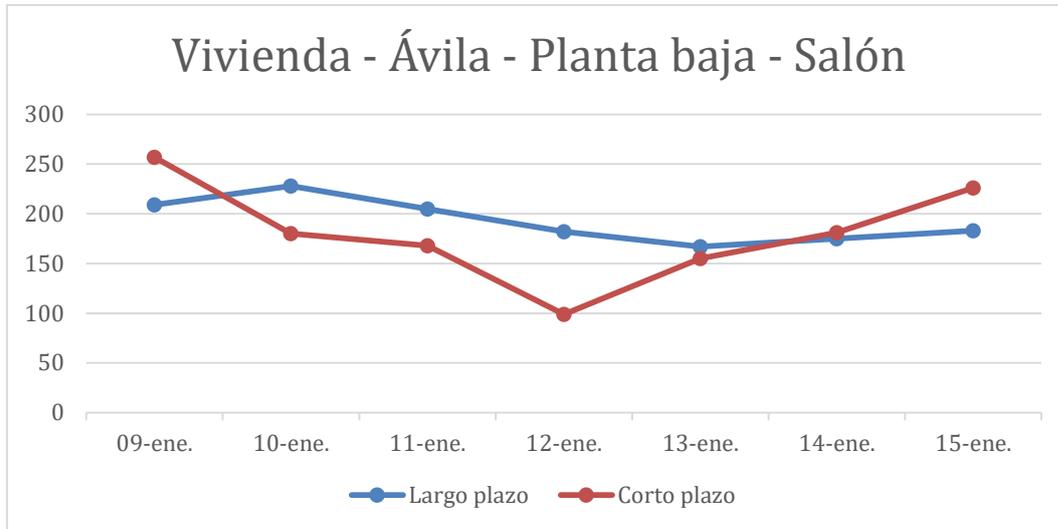


Las mediciones se han realizado en el cuarto de la caldera, que está situado en la planta baja de la vivienda. No hay sótano debajo de este cuarto. La exposición es directa a la emanación del gas. Los niveles son muy altos.

Los días que no hay datos corresponden a los días que no se ha estado en la casa y por tanto no se ha ventilado. Se ve claramente como los niveles aumentan entre el 27 de diciembre y el 3 de enero.

Hay que ventilar diariamente por la mañana. También se pueden hacer reformas para disminuir la permeabilidad al gas. Se puede ver en el [mapa litoestratográfico](#) que San Martín del Pimpollar se encuentra en una zona con niveles superiores a 300 Bq/m³

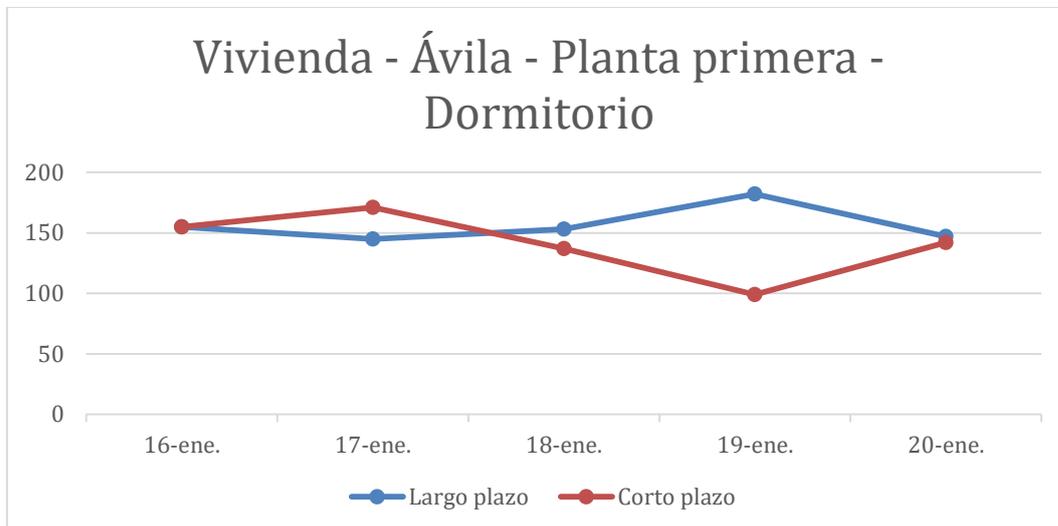
Gráfica nº 9



En el [mapa predictivo del CSN](#) se puede ver que la calle Bélgica (Ávila) se encuentra en una zona de riesgo medio.

La vivienda no tiene sótano. La planta baja y el salón se encuentran sobre el terreno. Se ha ventilado todas las mañanas el salón entre cinco y diez minutos. Se puede ver cómo fluctúa la medición a corto plazo.

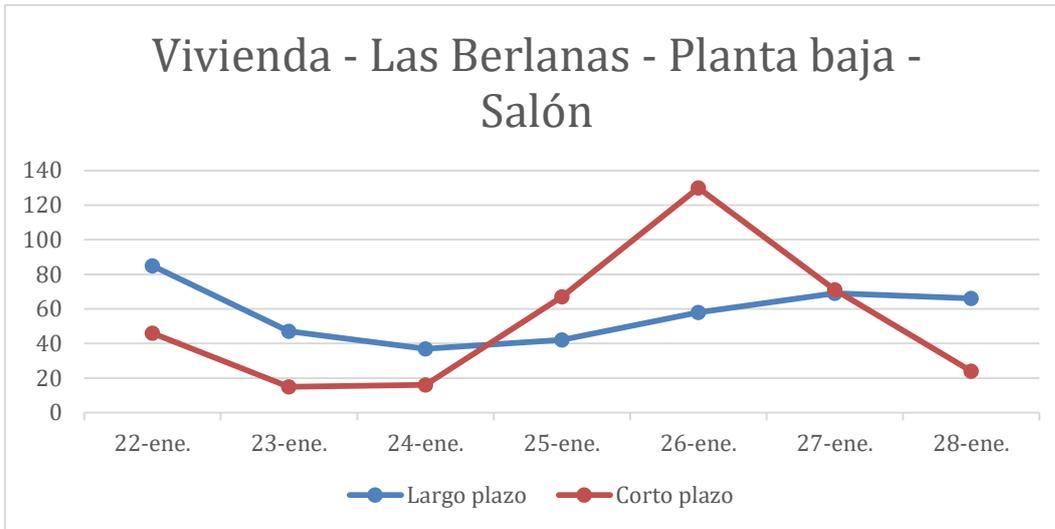
Gráfica nº 10



Se ha ventilado todas las mañanas el dormitorio cinco minutos.

Los niveles que hay en el primer piso son inferiores a los que se han medido en la planta baja.

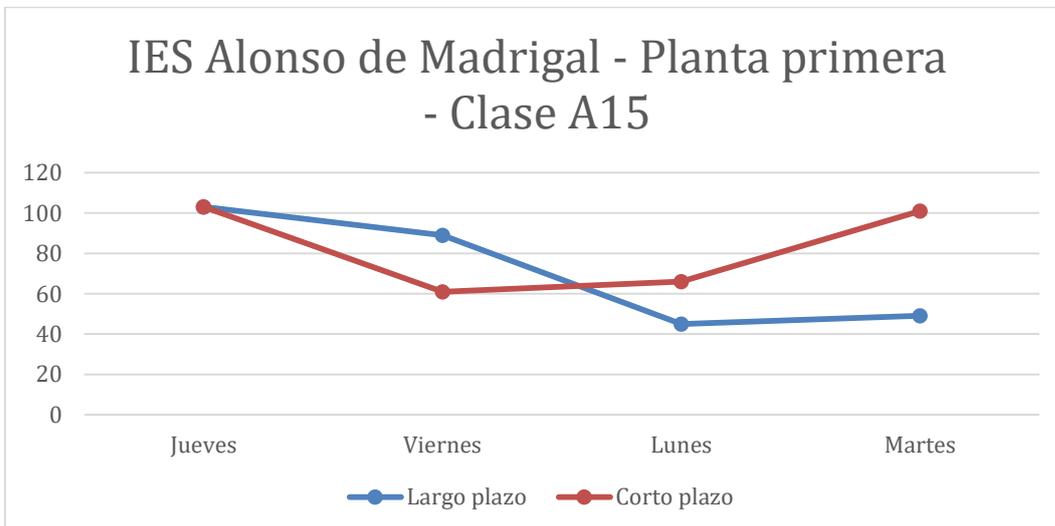
Gráfica nº 11



Las mediciones se han realizado en el salón, que está situado en la planta baja de la vivienda. No hay sótano debajo de este cuarto. La exposición es directa a la emanación del gas.

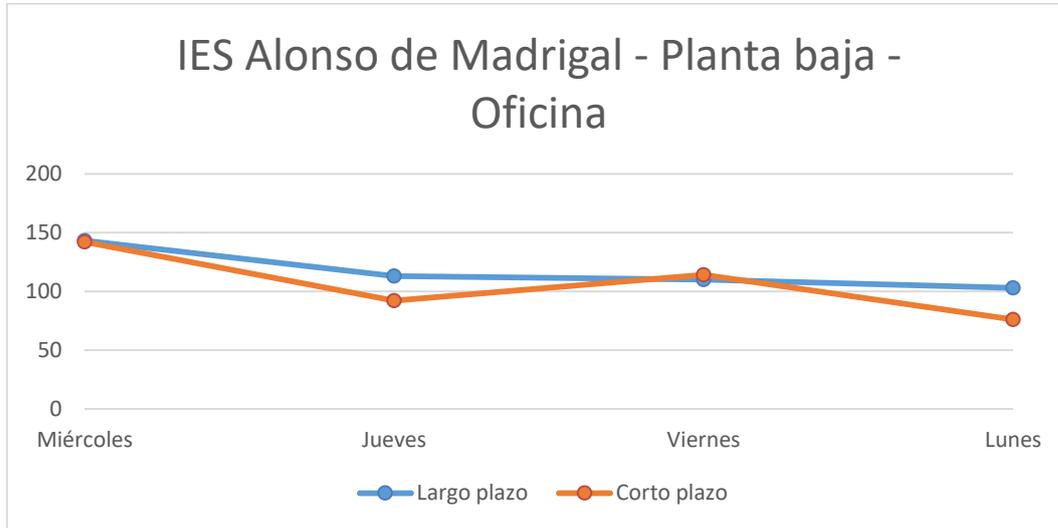
No se ha ventilado el salón durante el tiempo que se han hecho las mediciones. Se puede ver en el [mapa predictivo](#) que Las Berlanas se encuentra en una zona de riesgo medio.

Gráfica nº 12



La clase se encuentra en la planta primera y no se encuentra expuesta de forma directa a las filtraciones de gas radón que emanan del subsuelo. Los niveles son inferiores a los que se han registrado en las clases A01, B01, D01, el bar y la oficina que se encuentran en la planta baja. También son inferiores a las lecturas del sótano, con la excepción del gimnasio pequeño que tiene un suelo de caucho.

Gráfica nº 13



La oficina se encuentra en la planta baja (no hay sótano debajo) y se encuentra expuesta de forma directa a las filtraciones de gas radón que emanan del subsuelo. Los niveles durante estos días son normales, con la excepción de las primeras 24 horas.

A partir de los datos recogidos, vamos a contrastar las hipótesis iniciales:

Contraste de hipótesis

1. En la ciudad de Ávila y en otros municipios de la provincia hay niveles de radón superiores a 100 Bq/m^3 dentro de los edificios tal y como se indica en el [mapa de radón](#) que publica el Consejo de Seguridad Nuclear.

En el [mapa predictivo del Consejo de Seguridad Nuclear](#), se pueden ver las tres poblaciones donde se han realizado las mediciones. Las Berlanas y Ávila se encuentran en una zona de riesgo medio. San Martín del Pimpollar está en un área de riesgo alto.

La [gráfica nº 8](#) contrasta que en San Martín del Pimpollar hay una medición a largo plazo de 749 Bq/m^3 (riesgo alto). En contraposición, en Las Berlanas se comprueba en la [gráfica nº 11](#) que el resultado a largo plazo es de 66 Bq/m^3 (riesgo medio)

De acuerdo con el [mapa predictivo del Consejo de Seguridad Nuclear](#), Ávila se encuentra en una zona de riesgo medio. Pero si nos fijamos en el [mapa litoestratográfico](#) vemos que una parte de la ciudad se encuentra en un área de riesgo alto. Las gráficas [nº 1](#) y [nº 7](#) verifican resultados a largo plazo de 421 Bq/m^3 (cuarto del responsable de mantenimiento) y 391 Bq/m^3 (clase D01) respectivamente.

También son altas las mediciones a largo plazo del bar ([gráfica nº 5](#)) 159 Bq/m^3 y la clase A01 ([gráfica nº 6](#)) 239 Bq/m^3

Queda contrastada la hipótesis.

2. Los niveles de radón en los sótanos son mayores que en las plantas superiores del mismo edificio.

Las gráficas [nº 1](#), [nº 2](#) y [nº 12](#) corresponden a mediciones realizadas en el IES. Las dos primeras en el sótano y la tercera en la primera planta. Se comprueba que las medidas a largo plazo en el sótano son de 421 Bq/m^3 y 135 Bq/m^3 frente a los 49 Bq/m^3 de la planta primera.

Las gráficas [nº 9](#) y [nº 10](#) corresponden a mediciones realizadas en la misma vivienda en Ávila en las plantas baja y primera respectivamente. Se comprueba que el resultado a largo plazo en la planta baja es de 183 Bq/m^3 frente al valor de 147 Bq/m^3 obtenido en la planta primera.

Se verifica la hipótesis. Los niveles de radón son mayores en los sótanos y menores en las plantas superiores.

3. El protocolo de ventilación disminuye el nivel de radón que ha sido medido con anterioridad.

En la gráfica [nº 1](#) se ve claramente que ha disminuido el nivel de radón en el sótano después de ventilar. Hay que señalar que la ventilación ha durado entre tres y diez horas, dependiendo de que se haya abierto la puerta de la rampa (tiene una cota de ventilación inferior a las ventanas) o las ventanas. Esto ha supuesto que la temperatura no sea la adecuada.

No se aprecia que la ventilación haya supuesto una disminución significativa en las gráficas:

[Nº 4](#) (112 Bq/m³ – clase B01)

[Nº 5](#) (159 Bq/m³ – bar)

[Nº 6](#) (239 Bq/m³ – clase A01)

[Nº 7](#) (391 Bq/m³ – clase D01)

[Nº 9](#) (183 Bq/m³ – salón en vivienda situada en Ávila)

[Nº 10](#) (147 Bq/m³ – dormitorio en vivienda situada en Ávila)

Hay que tener en cuenta que aumentar la ventilación para cumplir la normativa sobre radón supone incumplir la norma sobre temperatura mínima (Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, anexo III del Real Decreto 486/1997). Por tanto, se precisan soluciones constructivas que complementen la ventilación normal que puede haber en invierno.

No se contrasta la hipótesis. Se requieren soluciones constructivas que complementen la ventilación ordinaria en zonas de riesgo alto y con temperaturas extremas en invierno. Esta afirmación coincide con el CSN cuando dice que “para niveles de radón más elevados es necesario recurrir a soluciones de tipo constructivo”

4. Colocar carteles en la puerta de acceso a las dependencias en los que se vea el nivel de radón medido, se dibuje el protocolo de ventilación diario y se marque en una tabla cada vez que se haga la ventilación permite que las personas sean conscientes de un peligro no tangible y hace que se ventile de forma adecuada.

La ventilación que realiza el personal de limpieza en el IES por la tarde guarda relación con el tiempo que dura su trabajo y no se puede aumentar sin que se deteriore de forma significativa la temperatura en el edificio. Lo mismo ocurre en las viviendas.

No se contrasta la hipótesis. Se precisan soluciones constructivas tal y como afirma el CSN.

Conclusiones:

[Las mediciones de radón deben durar entre tres y doce meses](#) en el mismo recinto para que las variaciones a corto plazo no afecten al resultado final. Sin embargo el estudio ha tenido una duración inferior a cuatro meses y hemos optado por realizar trece mediciones en edificios diferentes.

El estudio se ha realizado en invierno. Esta es la mejor época del año ya que [las emisiones de radón son mayores de noche y en invierno](#). Hay que [evitar el verano para hacer las mediciones](#).

Los resultados obtenidos son una fotografía instantánea de la realidad. [Aunque las mediciones a largo plazo darán valores distintos a los actuales](#), se ha comprobado que estamos en una zona de riesgo medio y alto.

Se ha situado el medidor en el sótano y la planta baja. [Tal y como afirma el CSN son las plantas idóneas](#).

También se ha verificado que los niveles de radón son mayores en sótanos y disminuyen en plantas superiores. [Hemos corroborado que no hay niveles superiores a 300 Bq/m³ en la planta primera o superiores](#).

[Las soluciones a aplicar deben ser constructivas](#) o al menos de extracción del gas radón en el nivel inferior de la estancia para mantener una temperatura adecuada en el recinto. La ventilación no es una solución adecuada en invierno.

Este trabajo ha abierto un debate sobre la problemática del radón entre profesores, alumnos y padres.

También ha alertado a los alumnos sobre el cáncer de pulmón y el peligro que supone consumir tabaco.

Aplicaciones:

1. **Estudio a largo plazo en el IES Alonso de Madrigal:** El mismo día que se entrega la memoria empieza un estudio a largo plazo (cuatro meses por estancia) Comenzamos en el archivo que se encuentra situado en el sótano y carece de ventanas de ventilación. Continuaremos midiendo de nuevo los niveles en el cuarto del responsable de mantenimiento y en el cuarto del personal de limpieza. Obtendremos resultados fiables que permitirán a la Unidad Técnica valorar actuaciones que disminuyan el nivel de radón y la exposición del personal a este peligro.
2. **Campaña para dejar el consumo de tabaco:** El 31 de mayo es el día mundial sin tabaco. En el trabajo hay estadísticas fiables sobre los casos de cáncer de pulmón relacionados con el tabaquismo, además de la incidencia del radón. Este trabajo es una fuente de información contrastada para concienciar sobre la importancia de no empezar a fumar o para dejarlo.
3. **Publicación en Internet:** Está aumentando el número de personas que está preocupada por el radón. Algunos se han comprado medidores como el que hemos utilizado nosotros y realizan mediciones de forma sistemática en su vivienda. Este trabajo se puede difundir íntegro. También se puede publicar de forma resumida en el portal del IES o en otros medios digitales para aumentar la difusión del trabajo. Hemos utilizado fuentes de información que proceden de oficinas gubernamentales de EEUU, UK y España. Los resultados que hemos obtenido confirman los informes oficiales y por tanto el trabajo se ha realizado de forma rigurosa.
4. **Hacer mediciones en otros centros educativos:** La experiencia se puede repetir en otros institutos y colegios. El precio del medidor es asequible y este trabajo puede ser el germen para que más profesores, alumnos y padres conozcan los riesgos del radón y la sinergia que tiene con el tabaco en el cáncer de pulmón.
5. **Soluciones constructivas en edificios situados en zonas de riesgo medio y alto:** Se puede conseguir que destinando una cantidad económica pequeña, comparada con el total, se realicen soluciones constructivas que disminuyan los niveles de radón en zonas como las que se describen en este estudio.

Contribución al desarrollo de los objetivos de Bachillerato, así como a la consecución y adquisición de las competencias del currículo.

- **Comunicación lingüística:**

Los alumnos han empleado el vocabulario adecuado al redactar los documentos, al comunicarse entre ellos y con las personas a las que han explicado el trabajo de investigación.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.**

Los alumnos han utilizado las herramientas matemáticas para hacer las mediciones y los cálculos (superficie, volumen). También los conocimientos de ciencia y tecnología para comprender los fundamentos teóricos del proyecto.
- **Competencia digital.**

Los alumnos han utilizado recursos digitales variados: búsqueda de información, editores de texto, hojas de cálculo...
- **Aprender a aprender.**

Mediante el trabajo en grupo e individual, enseñanza entre iguales...
- **Competencias sociales y cívicas.**

Se ha conseguido a través del trabajo con los compañeros, el profesor, las personas a las que han explicado el trabajo de campo que han realizado.
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.**

El profesor ha facilitado el aprendizaje por descubrimiento. Los alumnos han desarrollado su propia iniciativa y adaptado el planteamiento del documento a sus propias ideas. Se les ha motivado para trabajar de forma independiente.
- **Conciencia y expresiones culturales.**

Se ha alcanzado a través de la expresión oral y escrita empleando el vocabulario propio de esta materia.

Anexos

Medición 1: IES Alonso - Sótano - Cuarto del responsable de mantenimiento

Medición 2: IES Alonso de Madrigal - Sótano - Cuarto del personal de limpieza

Medición 3: IES Alonso de Madrigal - Sótano – Gimnasio pequeño

Medición 4: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula B01

Medición 5: IES Alonso de Madrigal – Planta Baja - Bar

Medición 6: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Aula A01

Medición 7: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Aula D01

Medición 8: San Martín del P. – Vivienda – Planta baja – Cuarto de la caldera

Medición 9: Ávila – Vivienda – Planta baja – Salón

Medición 10: Ávila – Vivienda – Planta primera – Dormitorio

Medición 11: Las Berlanas – Vivienda – Planta baja – Salón

Medición 12: IES Alonso de Madrigal - Planta primera – Aula A15

Medición 13: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Oficina

Cartel 01: IES Alonso - Sótano - Cuarto del responsable de mantenimiento

Cartel 02: IES Alonso de Madrigal - Sótano - Cuarto del personal de limpieza

Cartel 03: IES Alonso de Madrigal - Sótano – Gimnasio pequeño

Cartel 04: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula B01

Cartel 05: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Bar

Cartel 06: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula A01

Cartel 07: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula D01

Cartel 08: San Martín del P. – Vivienda – Planta baja – Cuarto de la caldera

Cartel 09: Ávila – Vivienda – Planta baja – Salón

Cartel 10: Ávila – Vivienda – Planta primera – Dormitorio

Cartel 11: Las Berlanas – Vivienda – Planta baja – Salón

Cartel 12: IES Alonso de Madrigal - Planta primera – Aula A15

Cartel 13: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Oficina

Mapa global de las tres poblaciones del estudio

Mapa de áreas de riesgo propensas por unidades litoestratigráficas. de la calle Juan Grande, Ávila

Mapa de la calle Bélgica, Ávila

Mapa de San Martín del Pimpollar

Mapa de Las Berlanas

Medidor de radón. Características técnicas

Anexo 1

Medición 1: IES Alonso - Sótano - Cuarto del responsable de mantenimiento

6 / 11 / 2018	7 / 11 / 2018
	
8 / 11 / 2018	9 / 11 / 2018
	
12 / 11 / 2018	
	

Anexo 2

Medición 2: IES Alonso de Madrigal - Sótano - Cuarto del personal de limpieza

13 / 11 / 2018	14 / 11 / 2018
	
15 / 11 / 2018	16 / 11 / 2018
	
19 / 11 / 2018	
	

Anexo 3

Medición 3: IES Alonso de Madrigal - Sótano – Gimnasio pequeño

20 / 11 / 2018	21 / 11 / 2018
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 80 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE / DAY 81 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 80 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE / DAY 92 $\frac{Bq}{m^3}$</p>
22 / 11 / 2018	23 / 11 / 2018
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 85 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE / DAY 59 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 77 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE / DAY 78 $\frac{Bq}{m^3}$</p>
26 / 11 / 2018	
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 87 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE / DAY 60 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	

Anexo 4

Medición 4: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula B01

27 / 11 / 2018	28 / 11 / 2018
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 78 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 79 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>LONG TERM AVERAGE 78 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 96 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
29 / 11 / 2018	30 / 11 / 2018
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 85 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 120 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 105 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 122 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
03 / 12 / 2018	
 <p>LONG TERM AVERAGE 112 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 173 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	

Anexo 5

Medición 5: IES Alonso de Madrigal – Planta Baja - Bar

04 / 12 / 2018	05 / 12 / 2018
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 151 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 157 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 151 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 148 $\frac{Bq}{m^3}$</p>
10 / 12 / 2018	
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 159 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 251 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	

Anexo 6

Medición 6: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Aula A01

11 / 12 / 2018	12 / 12 / 2018
	
13 / 12 / 2018	14 / 12 / 2018
	
17 / 12 / 2018	
	

Anexo 7

Medición 7: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Aula D01

18 / 12 / 2018	19 / 12 / 2018
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 205 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 166 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 231 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 278 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
20 / 12 / 2018	
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 391 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 629 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	

Anexo 8

Medición 8: San Martín del P. – Vivienda – Planta baja – Cuarto de la caldera

22 / 12 / 2018	23 / 12 / 2018
 <p>LONG TERM AVERAGE 676 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 635 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>LONG TERM AVERAGE 544 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 439 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
26 / 12 / 2018	27 / 12 / 2018
 <p>LONG TERM AVERAGE 507 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 654 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>LONG TERM AVERAGE 500 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 462 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
03 / 01 / 2019	05 / 01 / 2019 (7 días)
 <p>LONG TERM AVERAGE 734 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1039 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>LONG TERM AVERAGE 763 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1020 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
07 / 01 / 2019 (1 día)	07 / 01 / 2019 (7 días)
 <p>LONG TERM AVERAGE 749 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 521 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>LONG TERM AVERAGE 749 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 873 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>

Anexo 9

Medición 9: Ávila – Vivienda – Planta baja – Salón

09 / 01 / 2019	10 / 01 / 2019
	
11 / 01 / 2019	12 / 01 / 2019
	
13 / 01 / 2019	14 / 01 / 2019
	
15 / 01 / 2019 (1 día)	15 / 01 / 2019 (7 días)
	

Anexo 10

Medición 10: Ávila – Vivienda – Planta primera – Dormitorio

16 / 01 / 2019	17 / 01 / 2019
	
18 / 01 / 2019	19 / 01 / 2019
	
20 / 01 / 2019	
	

Anexo 11

Medición 11: Las Berlanas – Vivienda – Planta baja – Salón

22 / 01 / 2019	23 / 01 / 2019
<p>LONG TERM AVERAGE 85 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 46 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>22:29 Martes 22/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 22 enero 19 noche</p>	<p>LONG TERM AVERAGE 47 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 15 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>21:55 Miércoles 23/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 23 enero 19 noche</p>
24 / 01 / 2019	25 / 01 / 2019
<p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 37 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 6 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>21:30 Jueves 24/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 24 enero 19 noche</p>	<p>LONG TERM AVERAGE 42 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 67 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>21:38 Viernes 25/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 25 enero 19 noche</p>
26 / 01 / 2019	27 / 01 / 2019
<p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 58 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 130 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>22:02 Sábado 26/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 26 enero 19 noche</p>	<p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 69 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 71 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>21:35 Domingo 27/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 27 enero 19 noche</p>
28 / 01 / 2019	
<p>LONG TERM AVERAGE 66 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 24 $\frac{Bq}{m^3}$ DAY</p> <p>21:38 Lunes 28/01/2019 GMT +1:00 España Alarma nueva 28 enero 19 noche</p>	

Anexo 12

Medición 12: IES Alonso de Madrigal - Planta primera – Aula A15

31 / 01 / 2019	01 / 02 / 2019
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 103 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 103 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 89 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 61 $\frac{Bq}{m^3}$</p>
04 / 02 / 2019	05 / 02 / 2019
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 45 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 66 $\frac{Bq}{m^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 49 $\frac{Bq}{m^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 101 $\frac{Bq}{m^3}$</p>

Anexo 13

Medición 13: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Oficina

06 / 02 / 2019	07 / 02 / 2019
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 143 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 142 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 113 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 92 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>
08 / 02 / 2019	11 / 02 / 2019
 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 110 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 114 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>	 <p>AIRTHINGS LONG TERM AVERAGE 103 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ SHORT TERM AVERAGE 1 DAY 76 $\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$</p>

Anexo 14

Cartel 01: IES Alonso - Sótano - Cuarto del responsable de mantenimiento

IES – Sótano – Cuarto del responsable de mantenimiento		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 1719 Bq/m ³ Corto plazo 1719 Bq/m ³	Largo plazo 421 Bq/m ³ Corto plazo 85 Bq/m ³	5 al 12 noviembre 2018

Anexo 15

Cartel 02: IES Alonso de Madrigal - Sótano - Cuarto del personal de limpieza

IES – Sótano – Cuarto del personal de limpieza		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 135 Bq/m ³ Corto plazo 296 Bq/m ³	Largo plazo 20 Bq/m ³ Corto plazo 1 Bq/m ³	12 al 19 noviembre 2018

Anexo 16

Cartel 03: IES Alonso de Madrigal - Sótano – Gimnasio pequeño

IES – Sótano – Gimnasio pequeño		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 87 Bq/m ³ Corto plazo 92 Bq/m ³	Largo plazo 77 Bq/m ³ Corto plazo 59 Bq/m ³	19 al 26 noviembre 2018

Anexo 17

Cartel 04: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula B01

IES – Planta baja – Pabellón B – Clase B01		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 112 Bq/m ³ Corto plazo 173 Bq/m ³	Largo plazo 78 Bq/m ³ Corto plazo 79 Bq/m ³	26 noviembre a 3 diciembre 2018

Anexo 18

Cartel 05: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Bar

IES – Planta baja – Bar		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 159 Bq/m ³ Corto plazo 251 Bq/m ³	Largo plazo 151 Bq/m ³ Corto plazo 148 Bq/m ³	3 al 10 diciembre 2018

Anexo 19

Cartel 06: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula A01

IES – Planta baja – Pabellón A – Clase A01		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 274 Bq/m ³ Corto plazo 353 Bq/m ³	Largo plazo 239 Bq/m ³ Corto plazo 88 Bq/m ³	10 al 17 diciembre 2018

Anexo 20

Cartel 07: IES Alonso de Madrigal – Planta baja – Aula D01

IES – Planta baja – Pabellón D – Clase D01		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 391 Bq/m ³ Corto plazo 629 Bq/m ³	Largo plazo 205 Bq/m ³ Corto plazo 166 Bq/m ³	17 al 20 diciembre 2018

Anexo 21

Cartel 08: San Martín del P. – Vivienda – Planta baja – Cuarto de la caldera

San Martín del Pimpollar – Planta baja – Cuarto de la caldera		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 763 Bq/m ³ Corto plazo 1039 Bq/m ³	Largo plazo 500 Bq/m ³ Corto plazo 439 Bq/m ³	22 diciembre a 7 enero 2019

Anexo 22

Cartel 09: Ávila – Vivienda – Planta baja – Salón

Ávila - Planta baja – Salón		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 228 Bq/m ³ Corto plazo 257 Bq/m ³	Largo plazo 167 Bq/m ³ Corto plazo 99 Bq/m ³	8 al 15 enero 2019

Anexo 23

Cartel 10: Ávila – Vivienda – Planta primera – Dormitorio

Ávila - Planta primera – Dormitorio		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 182 Bq/m ³ Corto plazo 171 Bq/m ³	Largo plazo 145 Bq/m ³ Corto plazo 99 Bq/m ³	15 al 20 enero 2019

Anexo 24

Cartel 11: Las Berlanas – Vivienda – Planta baja – Salón

Las Berlanas - Planta Baja – Salón		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 85 Bq/m ³ Corto plazo 130 Bq/m ³	Largo plazo 37 Bq/m ³ Corto plazo 15 Bq/m ³	21 al 28 enero 2019

Anexo 25

Cartel 12: IES Alonso de Madrigal - Planta primera – Aula A15

IES – Planta primera – Pabellón A – Clase A15		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 103 Bq/m ³ Corto plazo 103 Bq/m ³	Largo plazo 45 Bq/m ³ Corto plazo 61 Bq/m ³	30 enero a 5 febrero 2019

Anexo 26

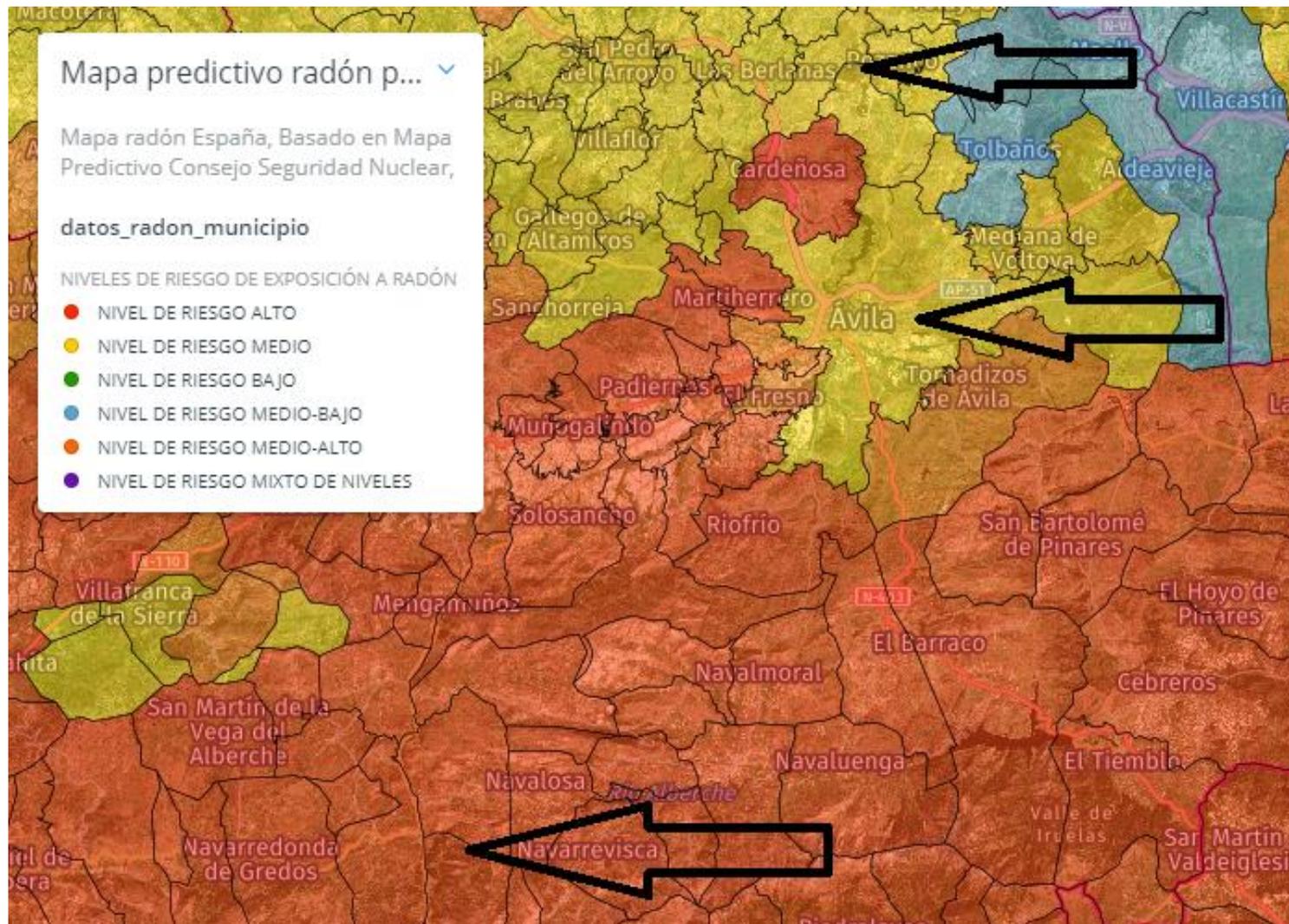
Cartel 13: IES Alonso de Madrigal - Planta baja – Oficina

IES – Planta baja – Oficina		
Valor máximo	Valor mínimo	Fecha
Largo plazo 143 Bq/m ³ Corto plazo 142 Bq/m ³	Largo plazo 110 Bq/m ³ Corto plazo 92 Bq/m ³	5 al 11 febrero 2019

Anexo 27

Mapa global de las tres poblaciones del estudio

En el [mapa predictivo](#) del Consejo de Seguridad Nuclear se pueden ver las tres poblaciones donde se han realizado las mediciones.

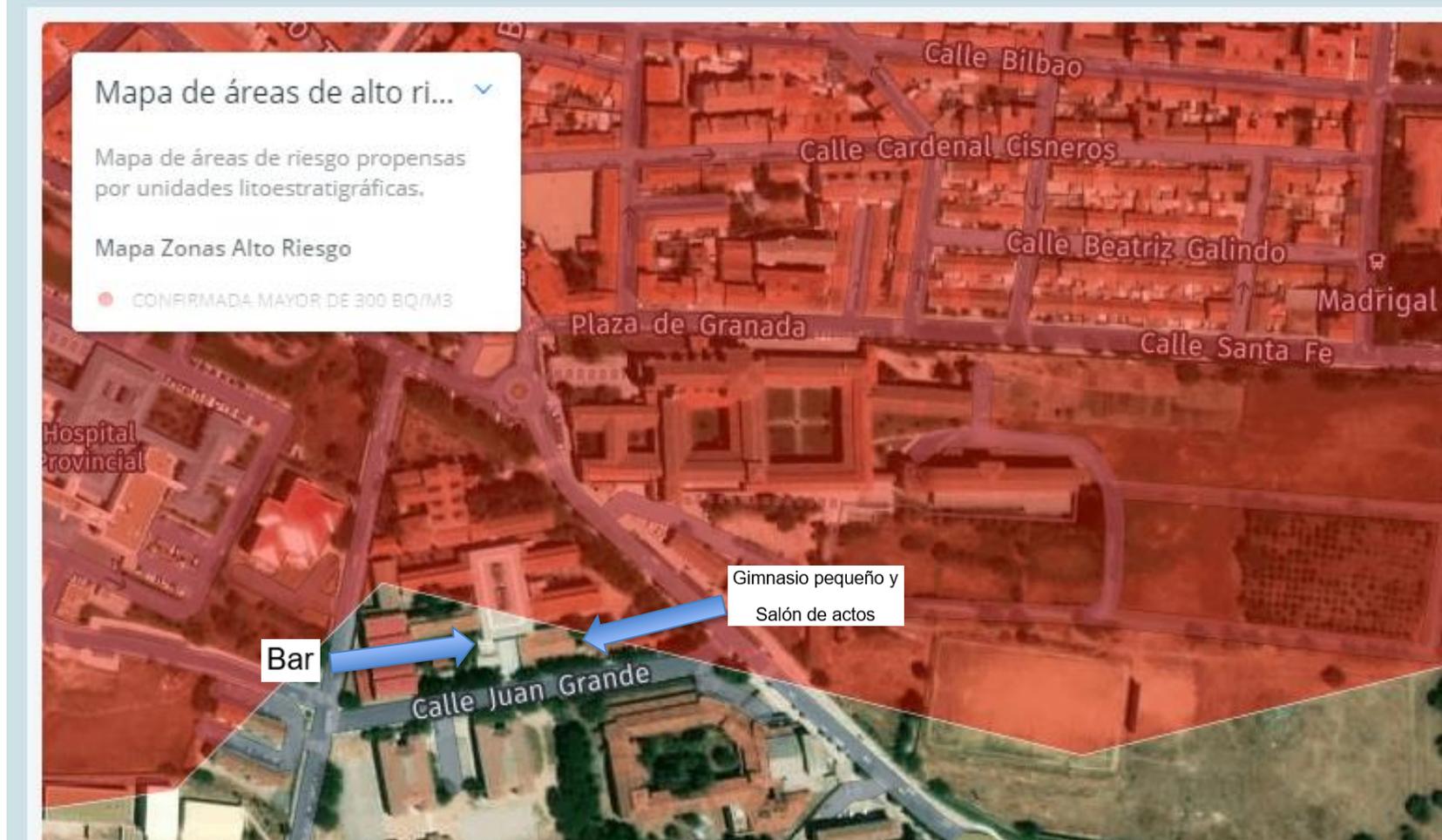


Anexo 28

[Mapa de áreas de riesgo propensas por unidades litoestratigráficas.](#) de la calle Juan Grande, Ávila

Una parte del IES se encuentra dentro de la zona donde se pueden superar los niveles de 300 Bq/m^3

Las zonas identificadas en **rojo** corresponden a áreas donde el nivel de radón puede superar los 300 Bq/m^3 .



Anexo 29

Mapa de la calle Bélgica, Ávila

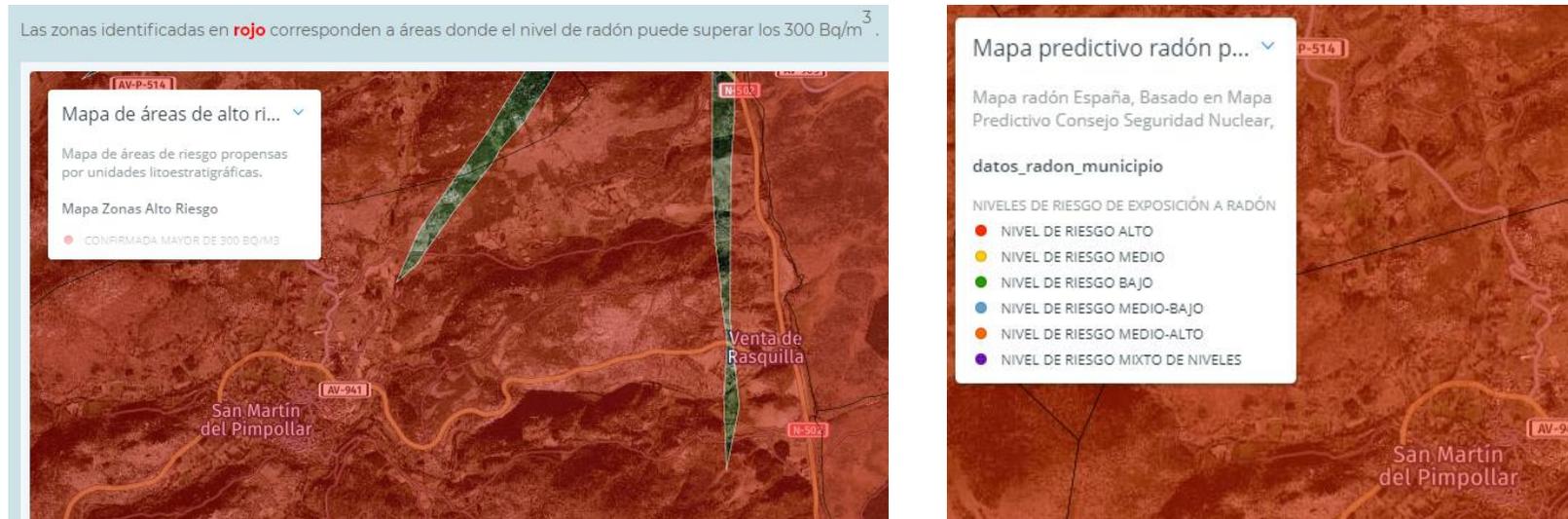
La calle Bélgica se encuentra dentro de una [zona](#) de riesgo medio



Anexo 30

Mapa de San Martín del Pimpollar

San Martín del Pimpollar se encuentra dentro de la [zona](#) de riesgo alto donde se superan los niveles de 300 Bq/m^3



Anexo 31

Mapa de Las Berlanas

Las Berlanas se encuentra dentro de una [zona](#) de riesgo medio



Anexo 32

Medidor de radón. Características técnicas

Modelo: Corentium Home. Versión Internacional
en Bq/m^3

Fabricante: AirThings

- Máxima precisión ($\pm 5\%$)
- Pantalla LCD para visualizar valores promedios diarios, semanales y a largo plazo
- Diseñado y fabricado en Europa
- Probado en Japón, Alemania, Francia y Estados Unidos
- No le afectan la humedad, las interferencias electromagnéticas ni el polvo



Referencias bibliográficas

[Agencia de protección ambiental de EEUU](#)

[El radón. Agencia de protección de la salud – Reino Unido](#)

[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](#)

[Consejo de Seguridad Nuclear. El radón](#)

[Consejo de Seguridad Nuclear. Preguntas frecuentes sobre radón en viviendas](#)

[Convertor online picocurio Becquerel](#)

[Mapa de radón que publica el Consejo de Seguridad Nuclear](#)

[Mapa predictivo del Consejo de Seguridad Nuclear sobre la exposición a radón en España](#)

[Mapa de áreas de riesgo propensas por unidades litoestratigráficas.](#)