

## A FONDO

# El gas radón en la edificación. Legislación, medición y remediación



Gonzalo Javier Guzmán Bermúdez  
 Químico y PMP®, Director Técnico de CYE Control y Estudios

Existen en la naturaleza elementos químicos (átomos) que son inestables, que en su carrera por alcanzar su ansiada estabilidad liberan cantidades importantes de energía. Esta energía emitida se conoce como radiactividad y cuando impacta en nuestro organismo puede provocar efectos muy negativos para la salud. La radiactividad puede ser natural, la presente en la corteza terrestre y la radiación cósmica, y artificial, que es la generada por los seres humanos para su propio uso, fruto de enriquecer las fuentes de radiación natural y se emplea en la industria, para producir energía, para fines médicos, etc.

El radón a temperatura ambiente es un gas natural radiactivo, incoloro, inodoro e insípido, que exhala de manera natural del suelo. Aunque el 80% del gas radón proviene del subsuelo, algunos materiales de construcción también emanan este gas y también se encuentra disuelto en el agua.

El radón procede de la cadena de desintegración del uranio (**VER ILUSTRACION 1**). Sus descendientes tienen una corta vida media y emiten partículas alfa, que son altamente ionizantes y nocivas para la salud. El radón es la fuente más importante de radiación que recibe un ser humano a lo largo de su existencia, **viene a representar aprox. el 50% de toda la radiación.**

Una de las rocas que presenta un mayor contenido de uranio y, por tanto de radón, es el granito, muy presente en Galicia (**VER ILUSTRACION 2**).

El radón fue declarado cancerígeno por la Agencia de Protección Ambiental de USA, la IARC y la Organización Mundial de la Salud ya desde los años 80 del siglo pasado. Es considerado como la principal causa de cáncer de pulmón tras el tabaco. Se encuentra probada la relación causa-efecto, existiendo un riesgo lineal de aprox. un 20% más por cada 100 Bq/m<sup>3</sup> de concentración de radón domiciliario.

Como información muy importante a tener en cuenta del radón es que es más pesado que el aire por lo que tiende a acumularse en el interior de los edificios y fundamentalmente estarán más afectadas las plantas cercanas al subsuelo (p.ej. plantas bajo rasante, baja y 1ª planta), además al provenir del subsuelo tiene mucha importancia su permeabilidad y al ser un gas que exhala desde el subsuelo se encuentra muy relacionado con las condiciones ambientales (temperatura, presión atmosférica y humedad) que influyen notablemente en su concentración, de ahí que haya mayores concentraciones en las épocas de invierno, en períodos secos y por la noche más que por el día. Las posibles vías de entrada de radón en los edificios se pueden visualizar en la **ILUSTRACION 3**.

Cabe preguntarse ¿Cómo saber a priori si existe riesgo potencial de elevadas concentraciones de radón en nuestros edificios? Esta pregunta se puede resolver en parte a través del **Mapa del potencial del radón en España CSN, 2017** del Consejo de Seguridad Nuclear (**VER ILUSTRACION 4**), donde se puede visualizar cuáles son los **municipios declarados de Actuación Prioritaria** (aquellos en las que un porcentaje significativo de los edificios presentan concentraciones de radón superiores a 300 Bq/m<sup>3</sup>). También en el HS-6 del Código Técnico de la Edificación se incluye el listado de municipios clasificados como zonas I y II (de actuación prioritaria) en España.

<https://www.arcgis.com/apps/SimpleViewer/index.html?appid=a3a435cfb6114e21ad03a5ac2961d8a8>

Con todo, debe tenerse en cuenta que este mapa apenas ofrece una indicación de los niveles medios de radón en los municipios o comarcas y no debe ser utilizado para prevenir el nivel de radón en un edificio. Para tener la certeza de la concentración de radón en un inmueble es necesario medir a través de un laboratorio acreditado, tal como indica la Legislación actual.

El radón se puede medir en el suelo, en el agua y en el aire, si bien, la medida de radón en el aire interior es, hoy por hoy, la que está regulada en el ámbito de la edificación y es en ella en donde vamos a incidir.

La concentración de radón en el aire se puede medir a través de dos métodos, el reglamentario: a través de detectores pasivos (de trazas (el más fiable), electretes o de carbón activo) en períodos de exposición largos (habitualmente tres meses) o también a través de detectores activos con tiempos de exposición cortos (p.ej. varios días). Lo que miden los dos métodos difieren en parte, mientras que los detectores pasivos miden la exposición y la concentración media de radón durante el periodo de exposición de los detectores y este valor medido se asimila o convierte a la concentración de radón media anual, los detectores activos aparte de obtener la concentración media de radón durante ese periodo corto de exposición, permiten además obtener información de la variabilidad puntual de la concentración en períodos horarios, lo que es especialmente útil para inferir la dinámica de la concentración del radón en un inmueble que, incluso, pueden llegar a evitar hacer medidas de remediación p.ej. en centros de trabajo donde existan horarios laborables diurnos y con estas medidas, con detectores activos, se pueda demostrar que las concentraciones de radón en el horario laboral se sitúan de media por debajo de los 300 Bq/m<sup>3</sup>.

**Ver ILUSTRACIONES 5 (DETECTORES DE TRAZAS) y 6 (DETECTORES ACTIVOS).**

En la actualidad en España existe Legislación específica en materia de radón.

Por un lado, **se encuentran regulados los Centros de trabajo**, la Directiva Europea **2013/59/EURATOM**, de 5 diciembre de 2013, se transpone parcialmente al derecho español mediante el **RD 1029/2022** de 20 de diciembre y se aprueba el **Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes**.

En este Reglamento se establece que las Viviendas / Lugares de trabajo no deben superar el límite de [Rn]: 300 Bq/m<sup>3</sup> - Se establece la obligatoriedad de incluir en los Códigos Técnicos de la Edificación **(DB HS-6 entró en vigor en España en el año 2020) - Sistemas constructivos para evitar la entrada de radón en los edificios**.

Además en dicho Reglamento se insta a redactar el **Plan nacional contra el radón** para hacer frente a los riesgos a largo plazo. El día 09/01/2024 se aprobó dicho Plan Nacional, que se articula en cinco ejes estratégicos:

1. Conocer su magnitud, identificar, solventar las carencias y dificultades para aplicar los controles o

soluciones efectivas.

2. Reducir la concentración de radón en los edificios.
3. Reducir las exposiciones al radón y garantizar la implantación del nivel de referencia y cumplir el límite de dosis para personas trabajadoras.
4. Desarrollar medidas de acción para reducir la exposición al radón en las zonas de actuación prioritaria.
5. Potenciar la concienciación del público, profesionales y administraciones

Por otro lado, **se encuentran reguladas las edificaciones a través del CTE** (Documento Básico HS6 según el RD 732/2019 que entró en vigor en Octubre de 2020) **para edificios de nueva construcción y en intervenciones de edificios existentes** (en ampliaciones a parte nueva, cambio de uso o en obras de reforma que modifiquen la zona afectada) en términos municipales incluidos en el apéndice B del HS6 que, en el caso de Galicia es casi el 95% de los municipios. El HS 6 obliga a las Entidades de medida a estar acreditadas por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). Por el HS6 CTE es **OBLIGATORIO** medir tras la construcción de un inmueble situado en todos los Municipios ZONA II - Artículos 3.2 Apartado 7 y 3.3 Apartado 6 - **La eficacia de la solución “espacio de contención ventilado o despresurización del terreno” deberá comprobarse experimentalmente. (VER ILUSTRACION 7).**

En el HS-6 se establece la metodología de la instalación de los detectores en un inmueble, tanto en las plantas a medir (sótanos, baja y 1ª habitualmente), como en el número de detectores y su ubicación espacial. Tras la realización de las medidas se procede al procesado de los detectores y se emiten los informes de ensayo acreditados. **En las ILUSTRACIONES 8 Y 9** se pueden visualizar ejemplos de informes con detectores de trazas y activos.

¿Qué ocurre si tras las medidas de la concentración de radón en aire se obtienen valores por encima del nivel de referencia: 300 Bq/m<sup>3</sup>?

HAY QUE IMPLEMENTAR SOLUCIONES DE REMEDIACION

A continuación se incluyen las diferentes soluciones de remediación indicadas en la Guía del HS-6 del CTE así como su grado de efectividad, ratio de coste y dificultad de implementación.

Fuente: Guía Rehabilitación frente al radón CSIC - Ministerio de Ciencia e Innovación de Septiembre de 2020

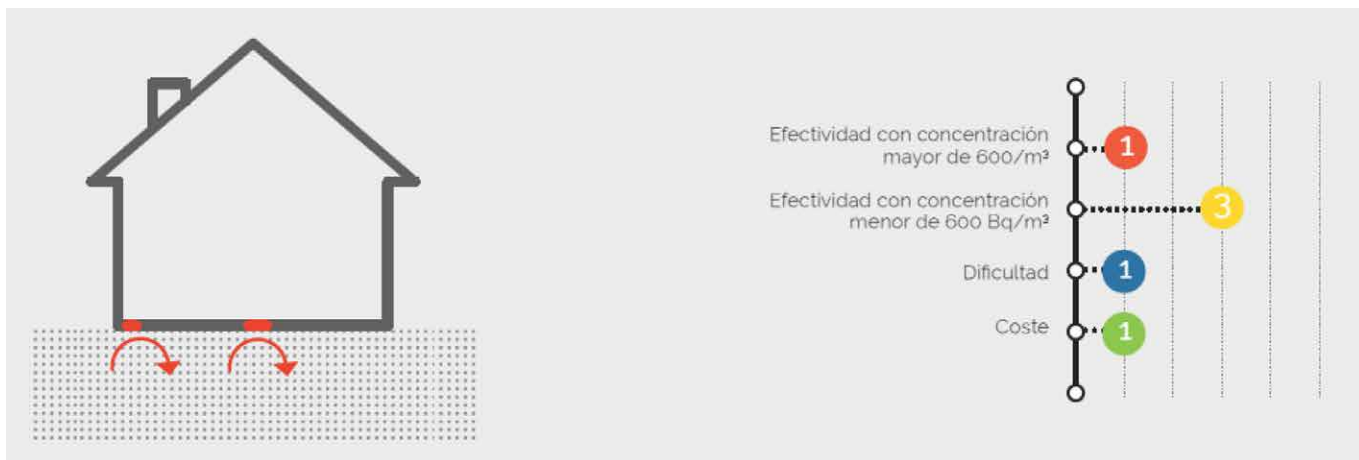
# A FONDO

## A) Soluciones de aislamiento del edificio

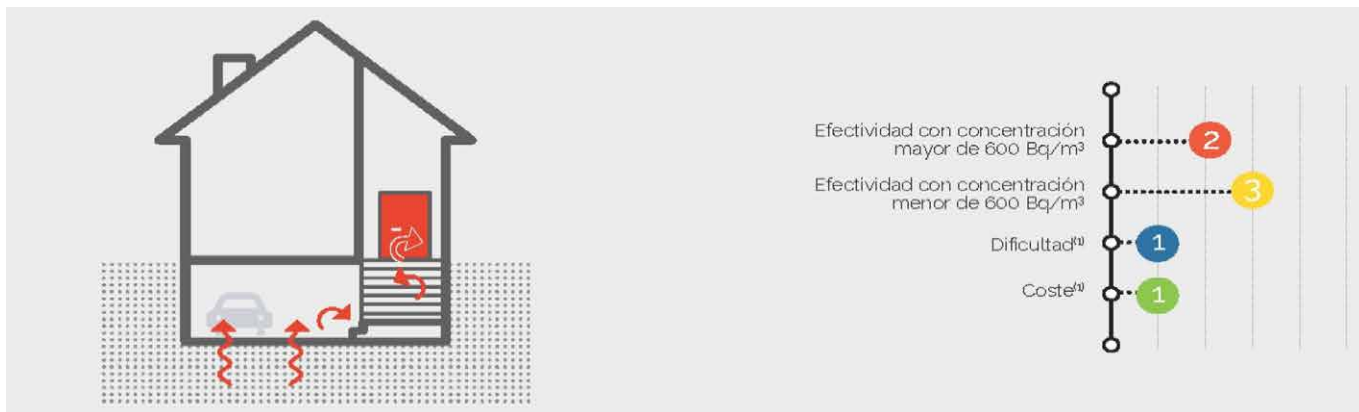
### A1: Barrera anti-radón



### A2: sellado de fisuras



### A3: Puertas estancas

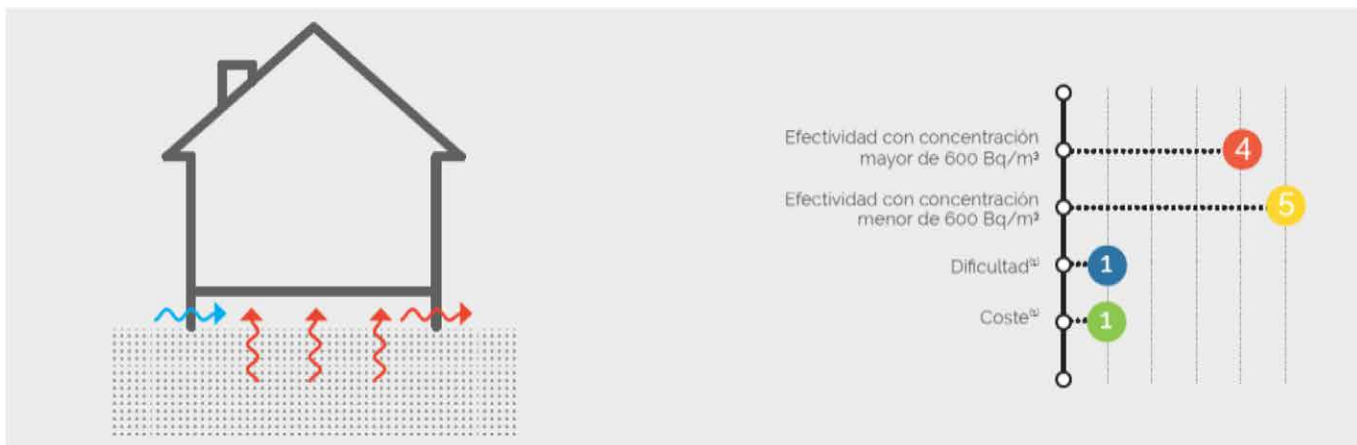


### A4: Sobrepresión

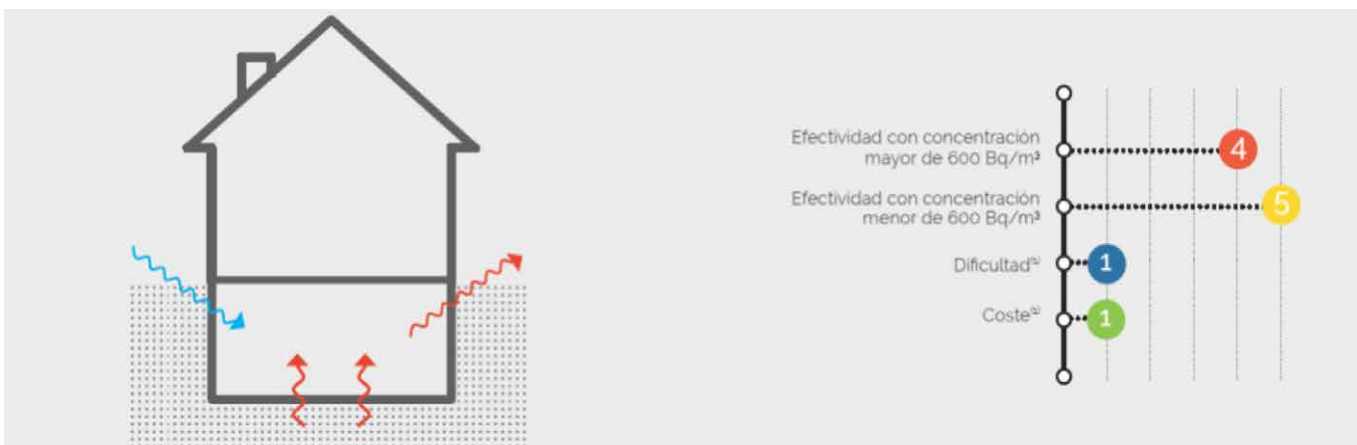


B) Soluciones de reducción de la concentración de radón antes de que penetre en los locales

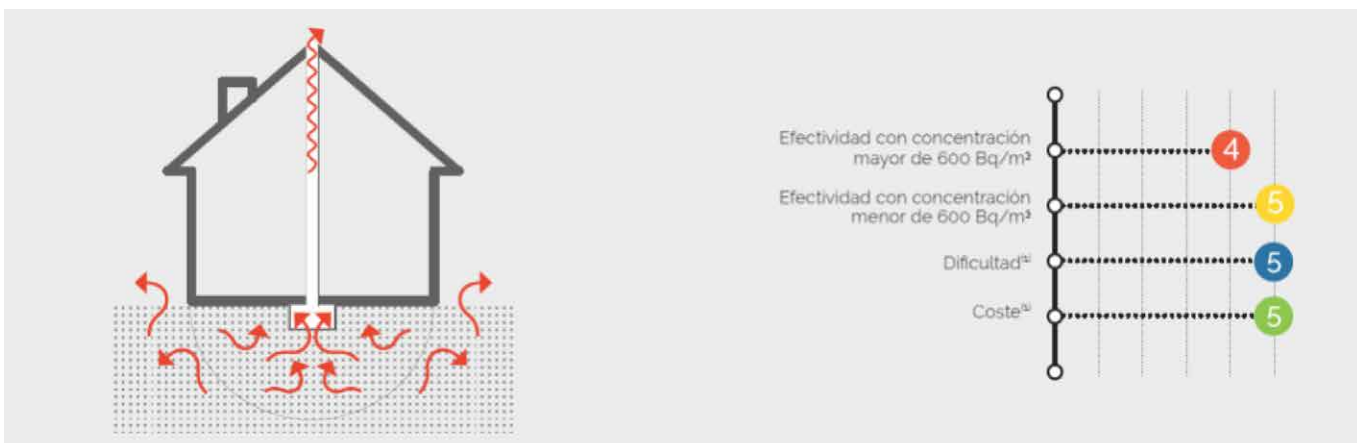
B1: Ventilación espacio de contención: Cámara de aire



B2: Ventilación de espacio de contención: Locales no habitables



B3: Despresurización del terreno

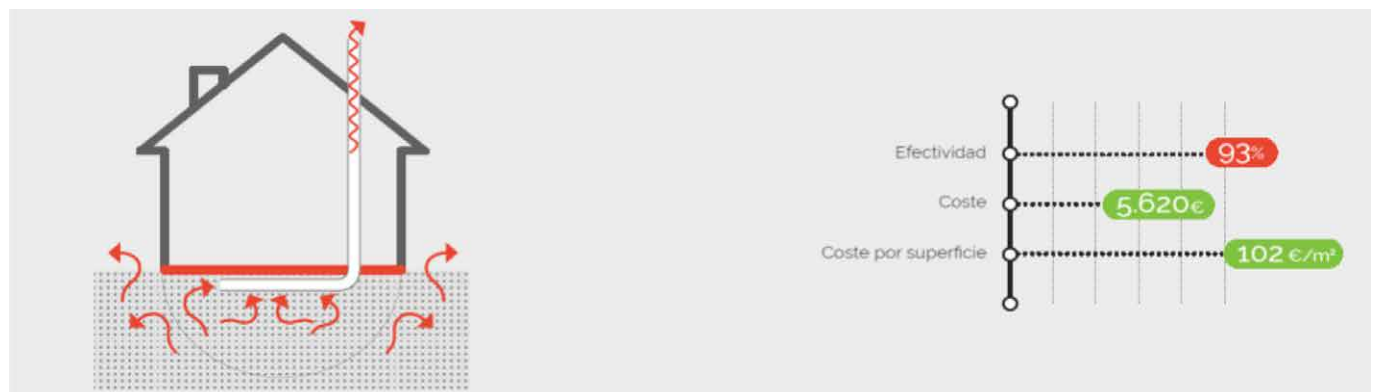


## A FONDO

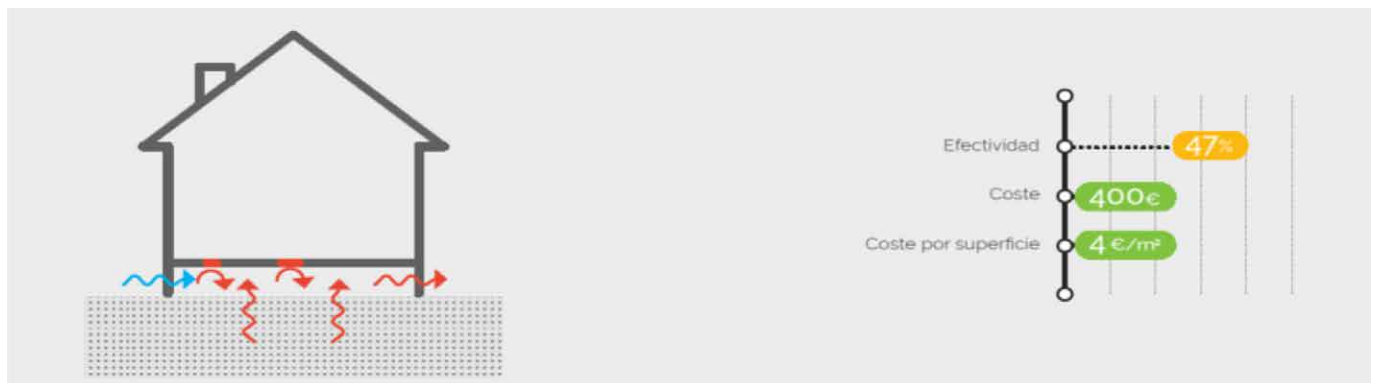
- C) Soluciones de reducción de la concentración de radón una vez penetrado en los locales  
 C1: Ventilación de los locales habitables



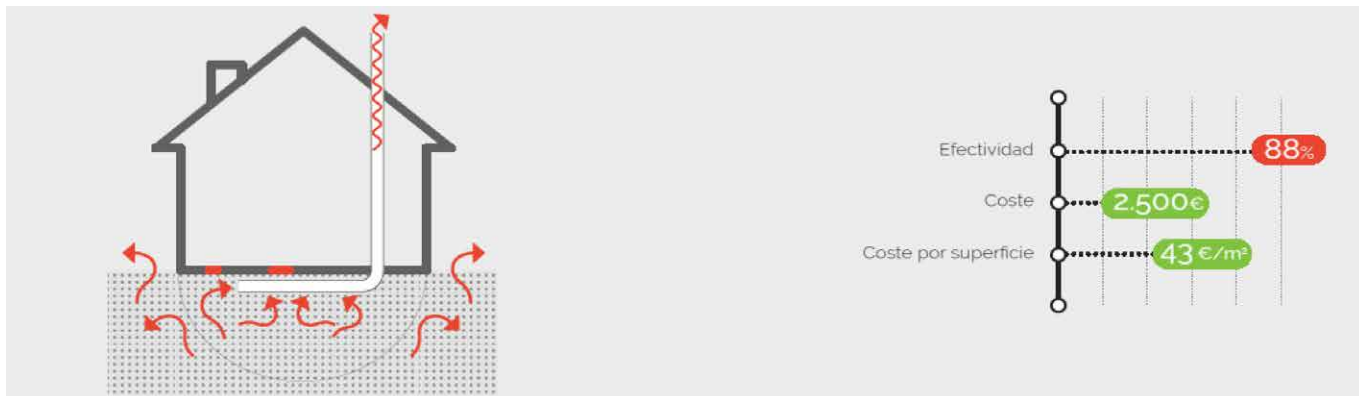
- D) Soluciones combinadas  
 A1+B3: Barrera + despresurización con red de tubos



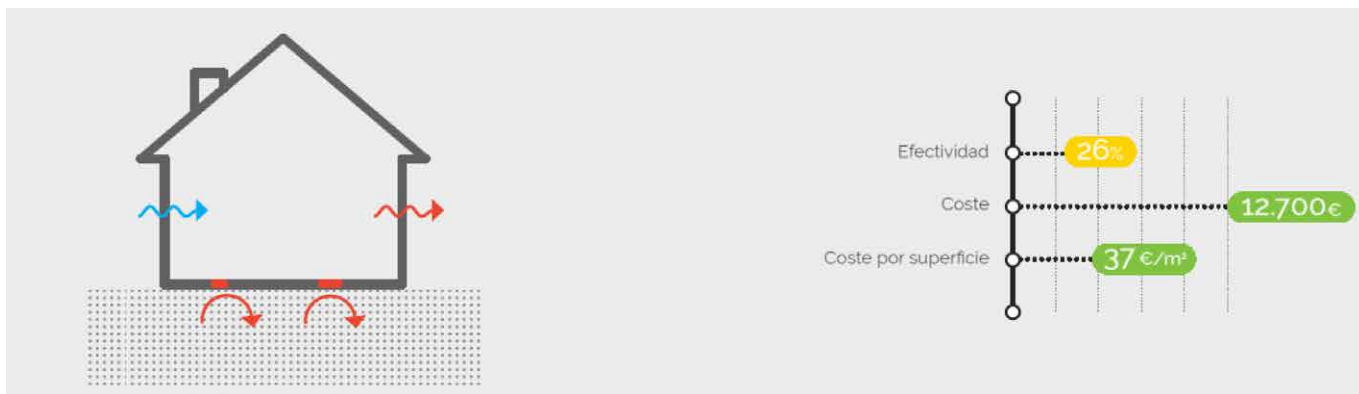
- A2+B1: Sellado + Ventilación de la cámara sanitaria



A2+B3: Sellado + Despresurización con red de tubos



A2+B3: Sellado + Despresurización con red de tubos



Con todo este campo en pleno desarrollo tecnológico, el reto es realizar intervenciones y soluciones de remediación eficaces en edificaciones y/o centros de trabajo existentes que permitan a los usuarios (sean propietarios, inquilinos, trabajadores, etc.) seguir con sus rutinas, tratando de no crear molestias y que estas no sean costosas ni dilatadas en el tiempo. Esto, qué duda cabe, conllevará a impulsar y especializar las habilidades y capacidades profesionales de los arquitectos técnicos para lograr los fines indicados anteriormente.

Compendio de ilustraciones:



URANIO 238 (U-238)  
Cadena de Desintegración del Uranio

- Nucleido
- Período de semidesintegración

Ilustración 1: Fuente CSN

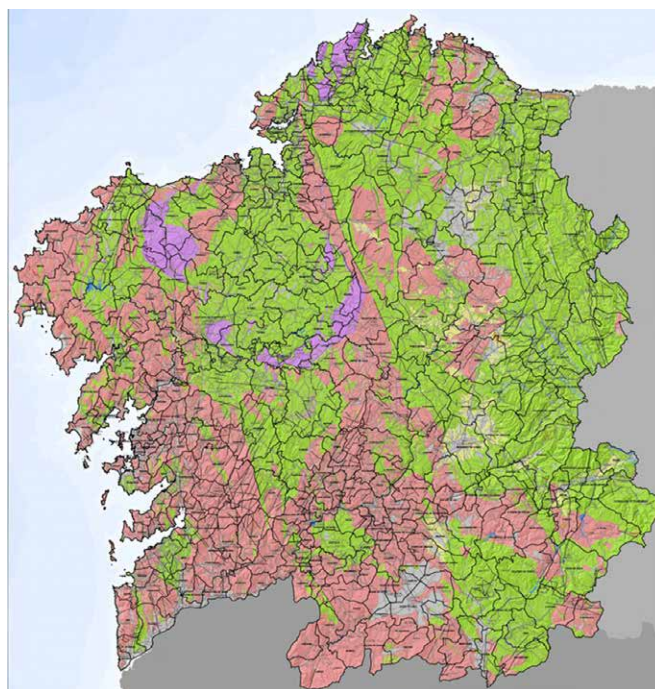
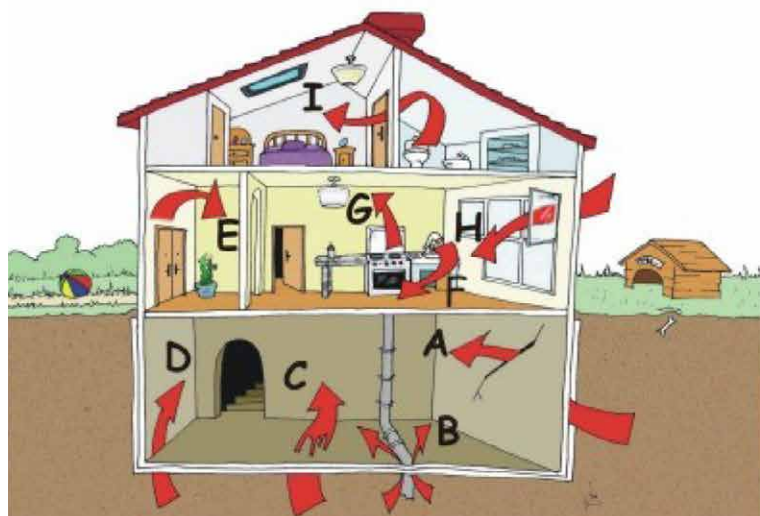
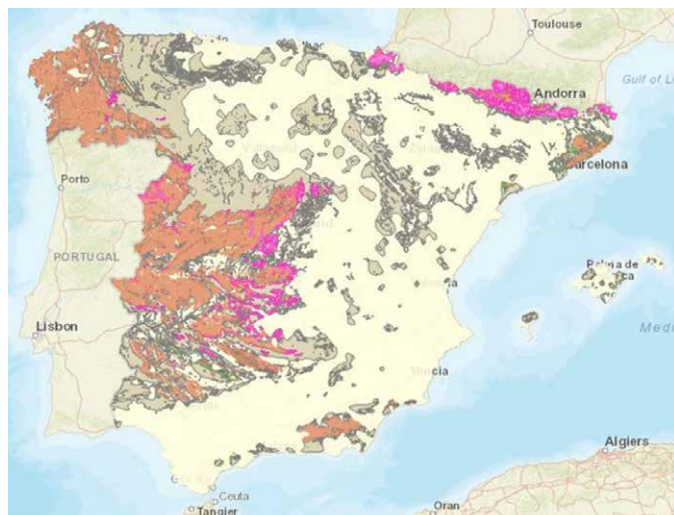


Ilustración 2: Rocas graníticas en color rosa. Fuente: IGME



- A: Grietas en paredes y muros bajo el nivel del suelo.
- B: Espacios alrededor de canalizaciones.
- C: Fisuras en la placa. Porosidad de los materiales.
- D: Juntas de construcción.
- E: Materiales de construcción.
- F: Agua corriente.
- G: Gas.
- H: Aportaciones del exterior.
- I: Desagües.

Ilustración 3: Vías de entrada del gas radón en los inmuebles



Mapa del potencial de radón de España

Ilustración 4: Fuente: CSN, 2017



Ilustración 5: Detectores de trazas

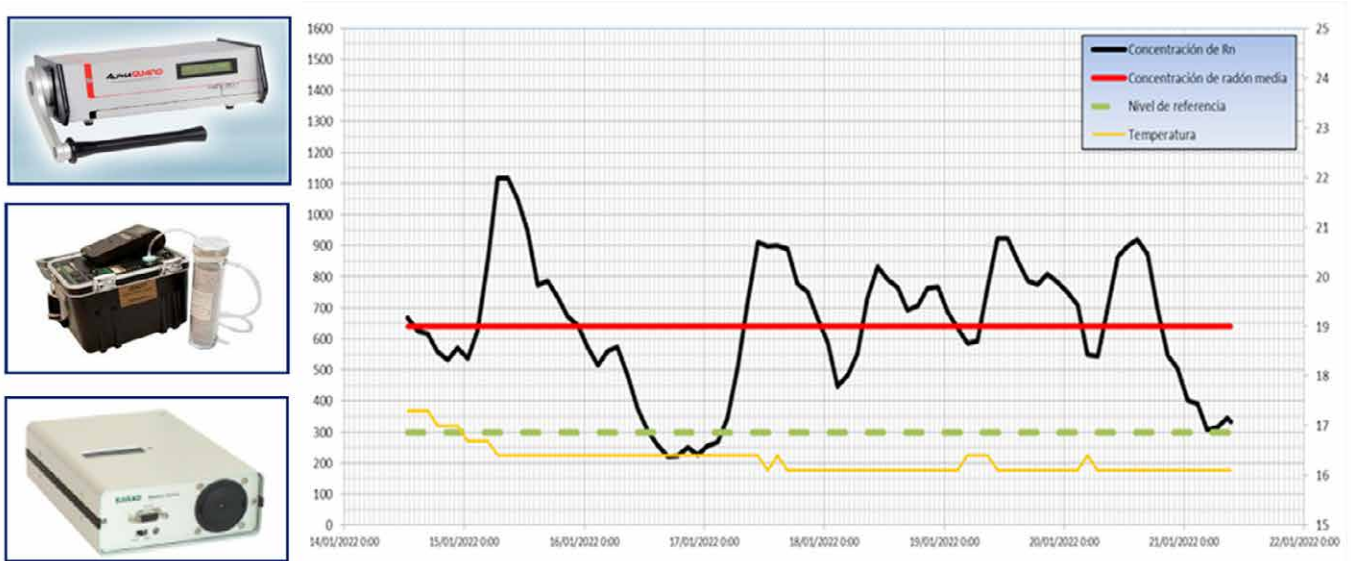


Ilustración 6: Detectores activos

Ejemplo de modelos de informes:

Ilustración 7: Categorías riesgo radón

Actuaciones según la categoría del riesgo detectado (HS6 CTE)

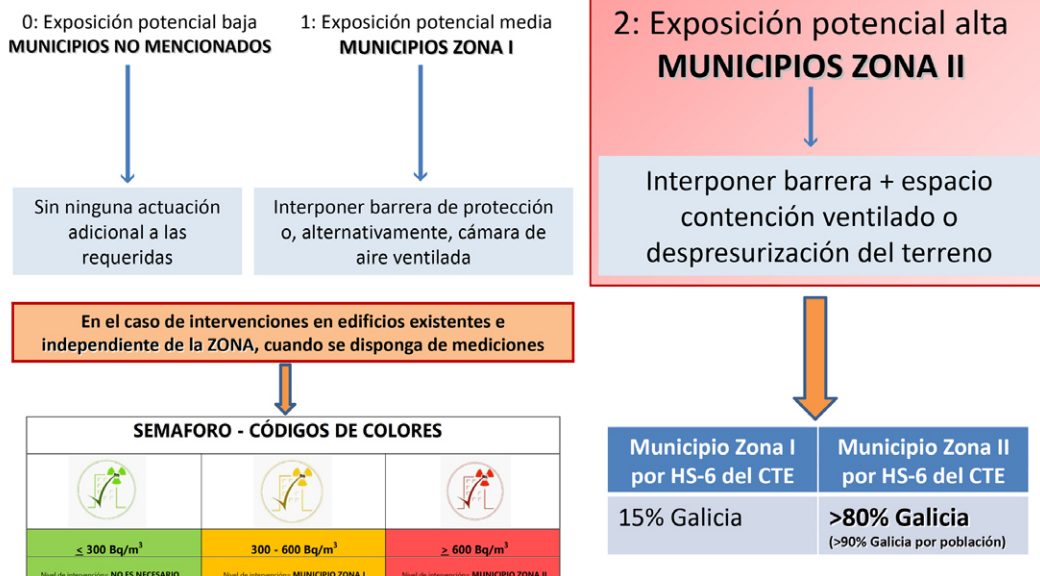




Ilustración 8: Informe con detectores de trazas

|   |   |                   |
|---|---|-------------------|
| Fecha inicio exposición: 07/05/2024                 | Fecha fin exposición: 06/08/2024  | Duración: 91 días |
| Error inducido por el equipo (según Fabricante): 7% | Fechas de ejecución del procesado y lectura en microscopio: 08/08/2024 - 12/08/2024 |                   |
| Umbral de decisión: 3 Bq/m <sup>3</sup>             | Límite de detección: 6 Bq/m <sup>3</sup>  |                   |

| Nº de detector | Ubicación del detector                   | Exposición (kBq·h/m <sup>3</sup> ) | Incertidumbre expandida Exposición para k=2 (kBq·h/m <sup>3</sup> ) | Concentración media de radón (Bq/m <sup>3</sup> ) | Incertidumbre expandida Concentración de radón para k=2 (Bq/m <sup>3</sup> ) |
|----------------|--|------------------------------------|---|---|--|
| FS9234         | Planta 0. Aula 6. Mesa profesor          | 5                                  | ±8  | < Límite detección                                | ±4   |
| FS9370         | Planta 0. Recepción. Mesado              | 210                                | ±40   | 96  | ±18  |
| FS9136         | Planta 0. Aula 7. Mesa profesor          | 455                                | ±76   | 208   | ±35  |
| FS9377         | Planta 0. Aula Multiusos. Mesa PC        | 393                                | ±67   | 180   | ±31  |
| FS9071         | Planta 0. Despacho. Estantería           | 795                                | ±124  | 364   | ±57  |
| FS9318         | Planta 0. Aula multiusos. Mesa impresora | 388                                | ±66   | 178   | ±30  |

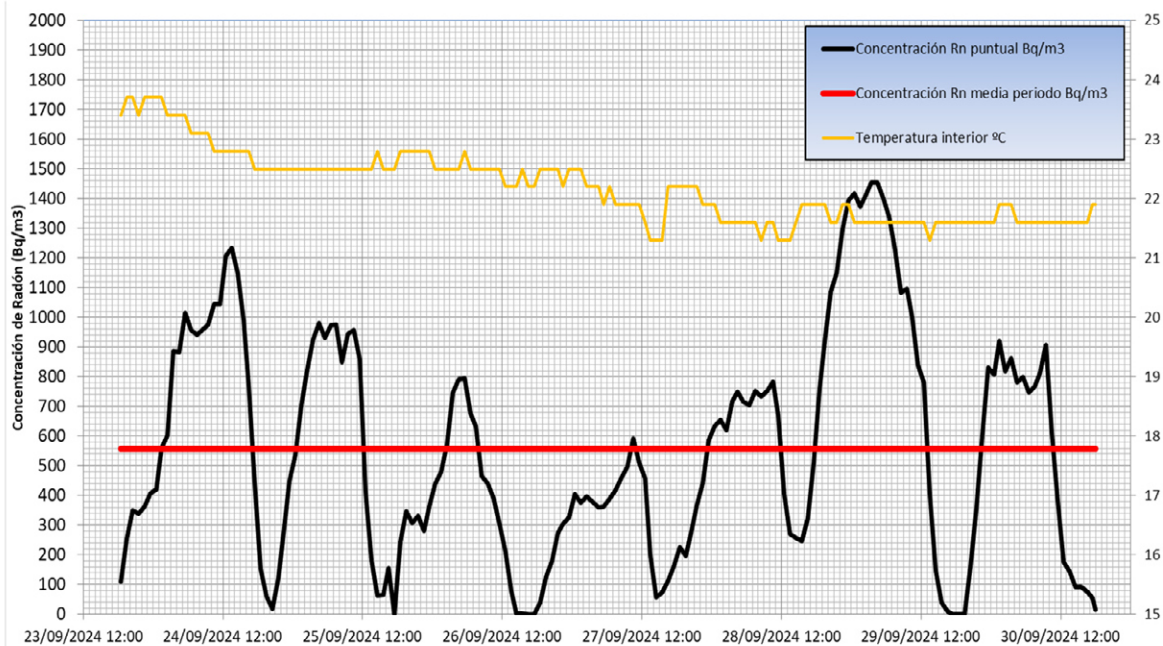
La incertidumbre expandida al resultado obtenido para k=2 representa un valor de confianza aproximado del 95% para una distribución normal.

**ESPECIFICACIONES:**  
De acuerdo con el Art. 2 del HS 6 Protección frente a la exposición al radón del CTE se establece un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los locales habitables de **300 Bq/m<sup>3</sup>**.

Ilustración 9: Informe con detectores activos

Fecha inicio exposición: 23/09/2024      Fecha fin exposición: 30/09/2024      Duración: 168 h  
 Fecha descarga de datos: 04/10/2024      Equipo activo: RAD7 de DurrIDGE n/s: 3110

| RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS |  |  |   |
|-------------------------------------|--|--|---|
| Ubicación del equipo                | Concentración mínima puntual de radón (Bq/m <sup>3</sup> ) | Concentración máxima puntual de radón (Bq/m <sup>3</sup> ) | Concentración media de radón (Bq/m <sup>3</sup> ) |
| Planta 0. COMEDOR<br>Sobre encimera | < límite detección   | 1.455  | 557   |



|   |                        |  |      |
|---|------------------------|--|------|
| Incertidumbre expandida al resultado obtenido (k=2) | ± 81 Bq/m <sup>3</sup> | k=2 representa un valor de confianza aproximado del 95% para una distribución normal |      |
| Límite de detección del equipo                      | 65 Bq/m <sup>3</sup>   | Error inducido por el equipo   | ± 5% |