

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

- Uso: Residencial.
- Clasificación del municipio según el DB HS6 en función del potencial de radón: Zona II.
- Superficie construida: 170 m².
- Superficie en contacto con el terreno: 85 m².
- Superficie construida bajo rasante: No.
- Tipo de ventilación: Natural a través de huecos de ventanas.
- Plantas y distribución: Dos plantas (Figura 1). En la planta baja se sitúan el garaje y un local habitable de usos diversos. En la planta primera se encuentran el resto de los locales habitables.
- Construcción: Estructura metálica. Fachadas de mampostería en planta baja y fábrica de ladrillo en primera planta. Solera en toda la superficie en planta.
- Tipo de terreno: Capa de relleno heterogénea, de espesor variable y poco compacta. Sustrato natural de granito alterado y rocas graníticas.
- Promedio anual de concentración de radón previo a la intervención: 1.170 Bq/m³.

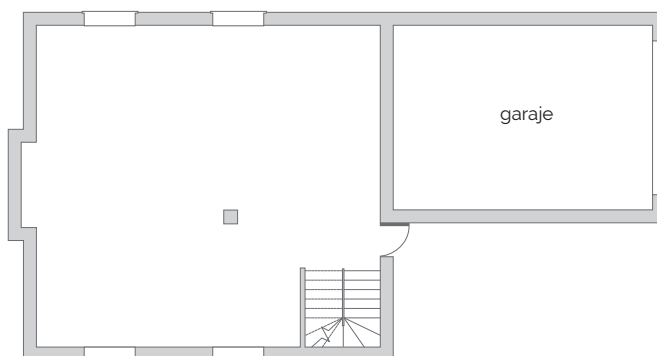


Figura 1 - Fachada y planta baja de la vivienda

2. ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Las soluciones de protección más apropiadas según la tabla 2¹ de la **Guía de rehabilitación frente al radón** en el caso de la existencia de una **solera** para una concentración de radón existente mayor de 600 Bq/m³ son:

- barrera frente al radón con despresurización;
- sellado de fisuras, grietas, encuentros y juntas de la envolvente en contacto con el terreno con despresurización; o
- barrera frente al radón con disposición de una cámara de aire ventilada.

Según la propia Guía, estas soluciones se pueden complementar con la mejora de la ventilación de los locales habitables.



El mal estado del cerramiento en contacto con el terreno conduce a la elección de una solución basada en la disposición de una **barrera frente al radón** y la **despresurización del terreno**.

Entre estas posibilidades se considera la **barrera frente al radón (Solución A1 y Solución A1.1) con despresurización del terreno (Solución B3)** como la opción más adecuada por los siguientes motivos:

- el estado de la solera existente no es bueno, por lo que se considera oportuno su sustitución. Al introducir una nueva solera, no es técnicamente difícil disponer una barrera frente al radón de tipo lámina y una despresurización debajo de ella. Tampoco supone un coste excesivo en relación a su alta eficiencia; y
- la mejora de la ventilación de los locales habitables se descarta puesto que la ventilación existente se considera suficiente para asegurar la calidad del aire interior sin tener en cuenta el radón. Además, se quiere limitar el posible incremento de la demanda energética de climatización consecuencia de un aumento excesivo de la ventilación.

(1) Tabla 2. Soluciones orientativas de protección frente al radón en caso de solera en función de la concentración de radón existente de la Guía de rehabilitación frente al radón.

3. DIAGNÓSTICO

El objetivo de la **despresurización del terreno** es garantizar que la diferencia de presión entre el terreno y la vivienda sea negativa en toda la extensión del edificio en contacto con el terreno. Para poder lograr este objetivo se realiza un diagnóstico de la capacidad de movilidad del aire en el sustrato bajo la solera.

El objetivo de la disposición de una **barrera frente al radón** es aislar el edificio lo máximo posible del terreno para evitar la entrada de radón y favorecer además la efectividad de la despresurización. Para poder lograr este objetivo se realiza un diagnóstico de la situación existente basado en su inspección y evaluación, identificando los puntos críticos en los que la barrera podrá presentar discontinuidades. Además, es necesario evaluar la ventilación de los locales a proteger para la correcta selección de la barrera.

Movilidad del aire en el sustrato

El diagnóstico de la movilidad del aire en el sustrato incluye el estudio de la composición del sustrato para verificar que exista una capa que pueda ser potencialmente permeable al aire, la evaluación de la presencia de obstáculos y la estimación del radio de acción de la despresurización (a qué distancia puede asegurarse la extracción de los gases del terreno).

Al demoler y retirar la solera existente, se observa que el sustrato compactado no presenta una movilidad al aire adecuada, así como la presencia de un colector de aguas residuales y la zapata de cimentación de un pilar.

Puntos críticos en la barrera

Fruto de la inspección de la situación existente se identifican como puntos críticos que podrá tener la barrera en su ejecución la junta perimetral y los encuentros con un pilar y una bajante.

Ventilación del local

La ventilación está producida principalmente por las infiltraciones a través de las carpinterías, que son ventanas correderas de aluminio sin clasificación a permeabilidad al aire. Se considera de forma aproximada para el cálculo de la barrera un caudal de ventilación correspondiente a 0,4 renovaciones por hora.

4. DISEÑO

Se diseña un sistema de despresurización siguiendo las directrices indicadas en la **Solución B3** que consta

de los siguientes elementos, tal y como se muestra en la Figura 2:

- un elemento de captación bajo la solera formado por una red de tubos perforados de 100 mm de diámetro (Figura 3);
- una capa de grava de 20-30 cm que envuelve la red de tubos y sustituye a la capa de relleno existente;
- una solera de hormigón con fibras de 10 cm de espesor;
- un conducto interior vertical de extracción de 100 mm de diámetro conectado a la red de tubos perforados y con la boca de expulsión situada en la fachada;
- un extractor centrífugo de potencia aproximada 27 W situado en el conducto interior vertical; generalmente es preferible la colocación del extractor en el exterior del edificio, pero en este caso se opta por disponerlo en un armario de uso exclusivo.

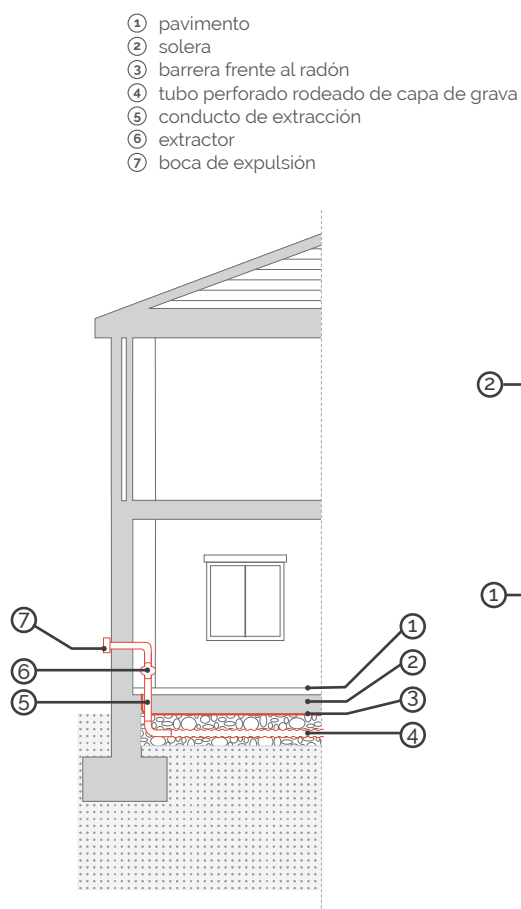


Figura 2 - Sección de la solución



Se opta por un sistema de despresurización del terreno mediante una **red de tubos perforados** bajo solera para garantizar una extensión adecuada de la despresurización con un diseño y ejecución más sencillo que con la disposición de varias arquetas.

Además, se prevé la disposición de una barrera frente al radón de tipo lámina que cubra la superficie correspondiente al local habitable, siguiendo las directrices indicadas en la **Solución A1** y la **Solución A1.1** en lo relativo al sellado de la junta perimetral y los encuentros con la bajante y el pilar.

La barrera a emplear es una lámina a base de poliolefina (FPO) para la protección, tanto frente al radón como a la humedad, de estructuras enterradas de hormigón armado (Figura 4). El espesor de la lámina es de 1,20 mm y su coeficiente de difusión del radón es de $2,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$. Se evalúa la idoneidad de esta lámina calculando la exhalación de radón con el espesor y el coeficiente de difusión mencionado y con la ventilación estimada del local, comprobándose que es inferior a la exhalación límite estipulada en el HS6.

Bajo la barrera se prevé una capa antipunzonante y sobre la barrera una nueva solera.

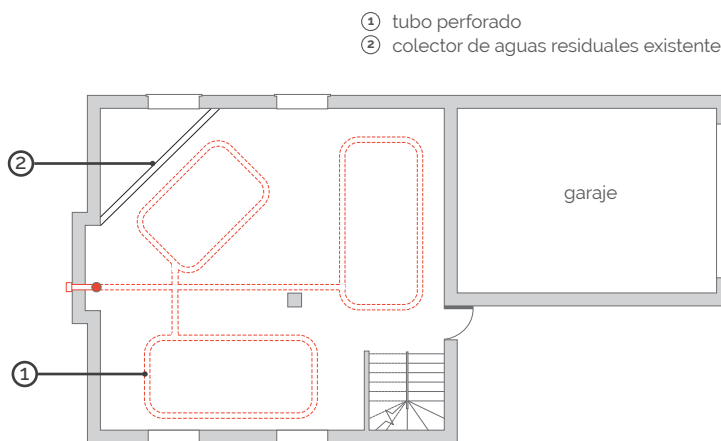
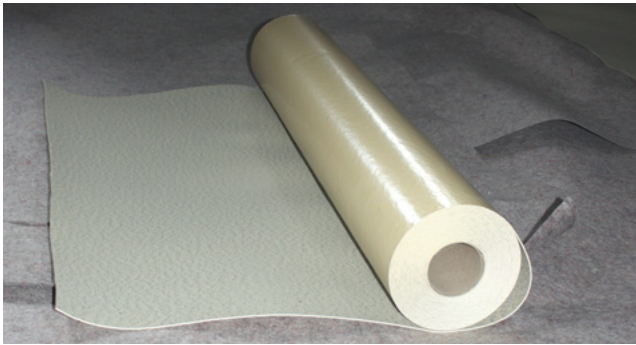


Figura 3 - Distribución de la red de tubos perforados



▼ Figura 4 - Barrera frente al radón



▼ Figura 6 - Instalación de los tubos perforados y de la capa de grava

5. EJECUCIÓN

Las siguientes figuras muestran las etapas más relevantes de la ejecución de la obra:

- la demolición de la solera existente (Figura 5);
- la instalación de los tubos perforados y de la capa de grava (Figura 6);
- la perforación en la fachada para la salida del conducto de extracción (Figura 7);
- el extractor ya colocado (Figura 8);
- la colocación de la capa antipunzonante (Figura 9);
- la disposición de la lámina flotante sobre la capa antipunzonante y el sellado del solape entre dos láminas (Figura 10) con cintas de aplicación en frío;
- el sellado de los encuentros de la lámina con el pilar (Figura 11);
- el sellado de la lámina en la junta perimetral (Figura 12); y
- la lámina ya colocada (Figura 13).



▼ Figura 7 - Perforación en la fachada para la salida del conducto de extracción



▼ Figura 8 - Extractor instalado en un armario de uso exclusivo



▼ Figura 5 - Demolición de la solera existente



▼ Figura 9 - Colocación de la capa antipunzonante sobre la grava



▼ Figura 10 - Sellado del solape entre dos láminas



▼ Figura 11 - Sellado del encuentro de la lámina con un pilar



▼ Figura 12 - Sellado de la lámina en la junta perimetral



▼ Figura 13 - Lámina colocada

Por encima de la lámina se fija la armadura y se vierte el hormigón de la solera. La lámina está preconformada con una capa de adhesión híbrida especial que proporciona una unión permanente con el hormigón fresco.

6. EFECTIVIDAD

Después de la colocación de la barrera de protección frente al radón y la implementación del sistema de despresurización, el promedio de concentración de radón se reduce de 1.170 a 84 Bq/m³.



Reducción de la concentración promedio del 93 % frente a la concentración previa a la intervención.



Esta ficha forma parte de una serie de documentos englobados en una misma publicación, cuyo objetivo es constituir una herramienta de ayuda para el diseño de soluciones de protección frente al radón:

- Guía de rehabilitación frente al radón

Fichas de soluciones:

A: De aislamiento del edificio

- Solución A1. Barrera frente al radón
- Solución A1-1. Barrera frente al radón. Encuentros
- Solución A2. Sellado de fisuras, grietas, encuentros y juntas
- Solución A3. Puertas estancas
- Solución A4. Creación de sobrepresión

B: De reducción del radón antes de que penetre en los locales a proteger

- Solución B1. Ventilación del espacio de contención: cámara de aire
- Solución B2. Ventilación del espacio de contención: locales no habitables
- Solución B3. Despresurización del terreno

C: De reducción del radón tras penetrar en los locales a proteger

- Solución C1. Ventilación de los locales habitables

Fichas de ejemplos:

- Ejemplo A1+B3. Barrera frente al radón + despresurización con red de tubos
- Ejemplo A2+B1. Sellado + ventilación de la cámara sanitaria
- Ejemplo A2+B3. Sellado + despresurización con red de tubos
- Ejemplo A2+C1. Sellado + ventilación mecánica de los locales habitables

Publicación completa:

ISBN: 978-84-498-1045-9

NIPO: 796-20-136-5

1ª edición: septiembre 2020

Edición actual: septiembre 2020

Este documento ha sido elaborado por el Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc) bajo la supervisión de la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA).

El IETcc, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), es el centro de investigación en edificación de referencia en España. La Unidad de Calidad en la Construcción del IETcc asesora al MITMA en la elaboración del Código Técnico de la Edificación que, desde el año 2019, cuenta con la sección HS6 Protección frente a la exposición al radón.

Dirección y Coordinación:

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
 Isabel Marcos Anasagasti
 Raquel Lara Campos
 Eduardo González de Prado
 Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja CSIC
 Pilar Linares Alemparte

Autoras:

Pilar Linares Alemparte
 Sonia García Ortega

Diagnóstico y diseño de la solución:

Ángel Sánchez Malo · Geomnía Natural Resources SLNE

Ejecución material de la obra:

Geomnía Natural Resources SLNE

Edita:

Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica
 Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana®

Entidad colaboradora:

Consejo Superior de Investigaciones Científicas · CSIC
 Ministerio de Ciencia e Innovación

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado: publicacionesoficiales.boe.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana: www.mitma.gob.es

Página web del Código Técnico de la Edificación: www.codigotecnico.org

Maquetación y diseño gráfico:

Lapizmente. Estrategia · Diseño Gráfico

Los contenidos o ideas recogidas en este documento pertenecen a sus autores. Este documento está basado en el conocimiento disponible en el momento de su publicación. No se aceptará por las instituciones ni los autores implicados responsabilidad de ningún tipo por el uso de estas recomendaciones. Las figuras tienen carácter ilustrativo y no deben interpretarse como detalles constructivos.

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de este documento siempre y cuando se cite la fuente original y a sus autores.