

Ejemplos prácticos en medidas de remediación. Experiencias de mitigación en Vive sin radón.

José Miguel Rodríguez

Director del Instituto para la salud geoambiental.

Director del programa Vive sin radón.

Fundación Vivo Sano

josemiguel.rodriguez@vivosano.org

Teléfono: 607778562





Vive sin radón



Índice:

- Fuentes de información.
- Mecanismos de movilidad y entrada del radón.
- Técnicas de mitigación.
- Casos Reales.



Vive sin radón

Fuentes de información



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Radon Reduction Techniques for Existing Detached Houses

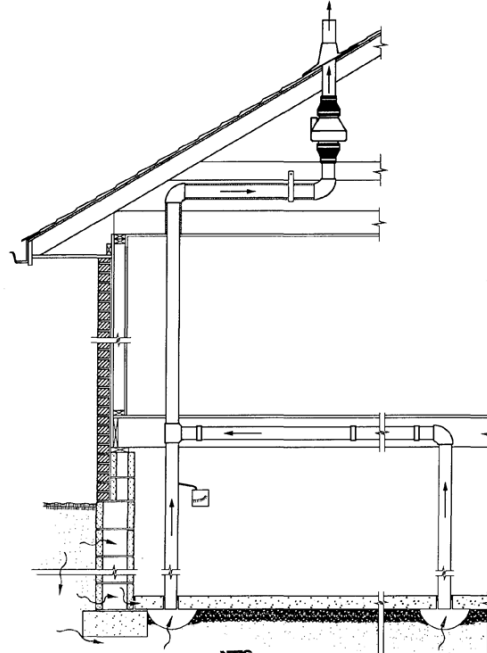
PB2000-106361



Publicado en 1993.



Technical Guidance (Third Edition) for Active Soil Depressurization Systems



REPRODUCED BY:
U.S. Department of Commerce
National Technical Information Service
Springfield, Virginia 22161



<https://bit.ly/491wqRC>



Radon

Guidance on protective measures for new buildings
(including supplementary advice for extensions,
conversions and refurbishment projects)

2023 edition

[Chris Scivyer] and Michael Jaggs



Publicado desde 1991.
Última edición 2023



<https://www.brebookshop.com/details.jsp?id=328065>

Building Regulations 1997

Technical Guidance Document C

Site Preparation and Resistance to Moisture



BAILE ÁTHA CLIATHE
ARNA FHOILSIÚ AG OIFIG AN ISOLÁTHAIR

Le ceannach díreach ón
OIFIG DHÉOLTA TA FOILSEACHÁN RIALTAIS,
TEACH SUN ALLIANCE, SKAID THEACH LAIGHEAN, BAILE ÁTHA CLIATH 2,
nó tríd an bpost ó
SÍ FACHÉ STIABHAINA
BAILE ÁTHA CLIATH 2,
(Tel: 01-6476000; FACS: 01-6476843)
nó trí son dílúinéir leabhar.

DUBLIN
PUBLISHED BY THE STATIONERY OFFICE

To be purchased from the
GOVERNMENT PUBLICATIONS SALE OFFICE,
SUN ALLIANCE HOUSE, MOLESWORTH STREET, DUBLIN 2,
or by mail order from
MAIL ORDER SECTION,
51 ST. STEPHEN'S GREEN, DUBLIN 2,
(Tel: 01-6476000; Fax: 01-6476843)
or through any bookseller.
Price: €7.00



Comhshaoil, Oidhreacht agus Rialtas Áitiúil
Environment, Heritage and Local Government



<https://assets.gov.ie/100147/b788d8d-b-734c-44f7-8428-f208d6a64531.pdf>

RADON IN EXISTING BUILDINGS

Corrective Options



<https://assets.gov.ie/130185/fdbb36a0-feae-409f-bbcc-af07dbd6ba4c.pdf>

Printed on recycled paper containing a minimum of 75% post-consumer waste.





Vive sin radón

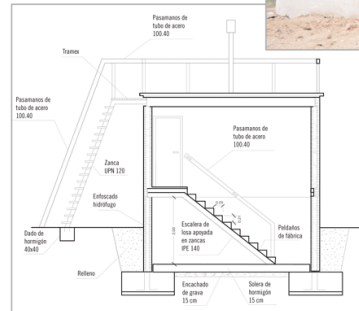


<http://www.cstb.fr/archives/webzines/editions/editi-on-de-fevrier-2009/un-nouveau-guide-pour-prevenir-ou-remedier-au-radon.html>



Protección frente a la inmisión de gas radón en edificios

CSN



Colección
Informes Técnicos
24.2010

Publicado en 2010.

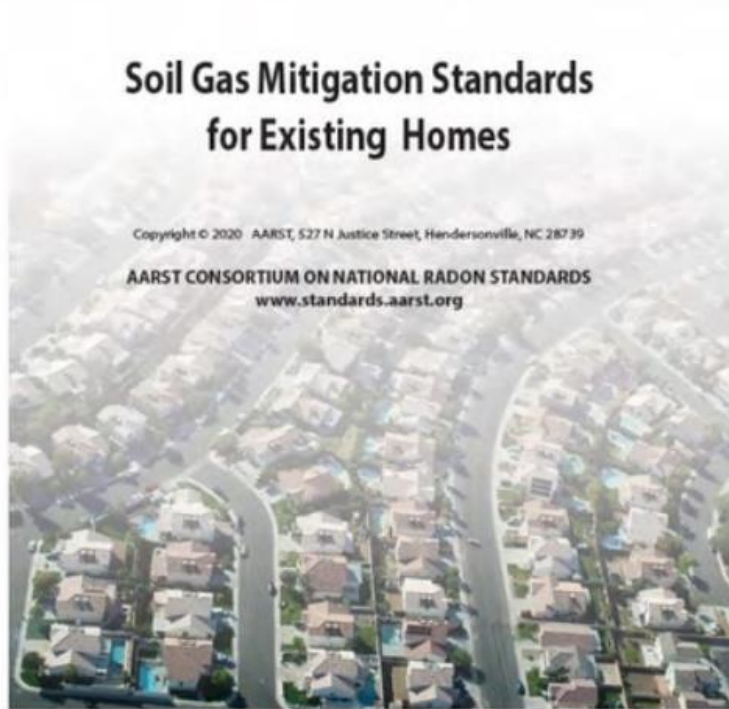


<https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04.20%20Protecci%C3%B3n%20frente%20a%20la%20inmisi%C3%B3n%20de%20gas%20rad%C3%B3n%20en%20edificios>

Soil Gas Mitigation Standards for Existing Homes

Copyright © 2020 AARST, 527 N Justice Street, Hendersonville, NC 28739

AARST CONSORTIUM ON NATIONAL RADON STANDARDS
www.standards.aarst.org



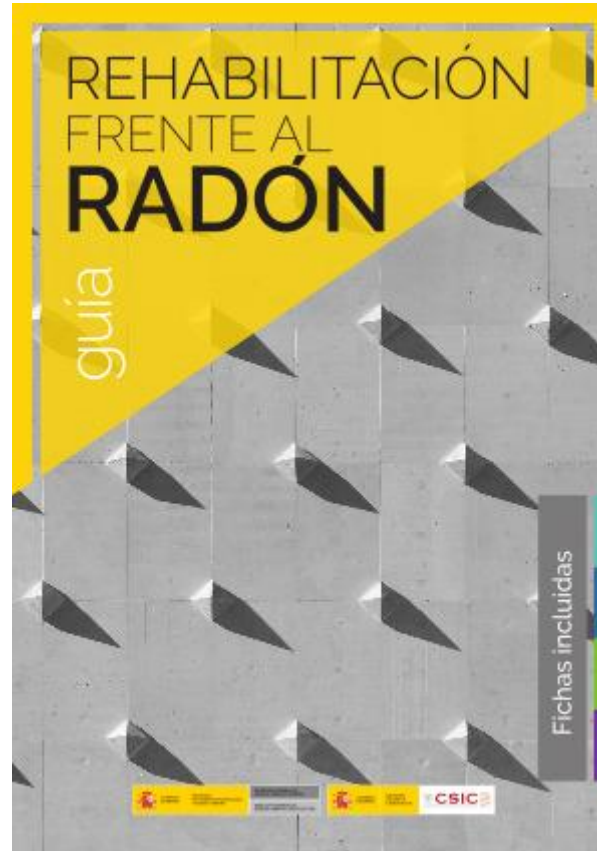
<https://standards.aarst.org/SGM-SF-2017-1220/>



Vive sin radón

DB-HS

Salubridad



<https://www.codigotecnico.org/Guias/GuiaRadon.html>

Ejemplos prácticos en medidas de remediación Foment del Treball, Mayo 2024

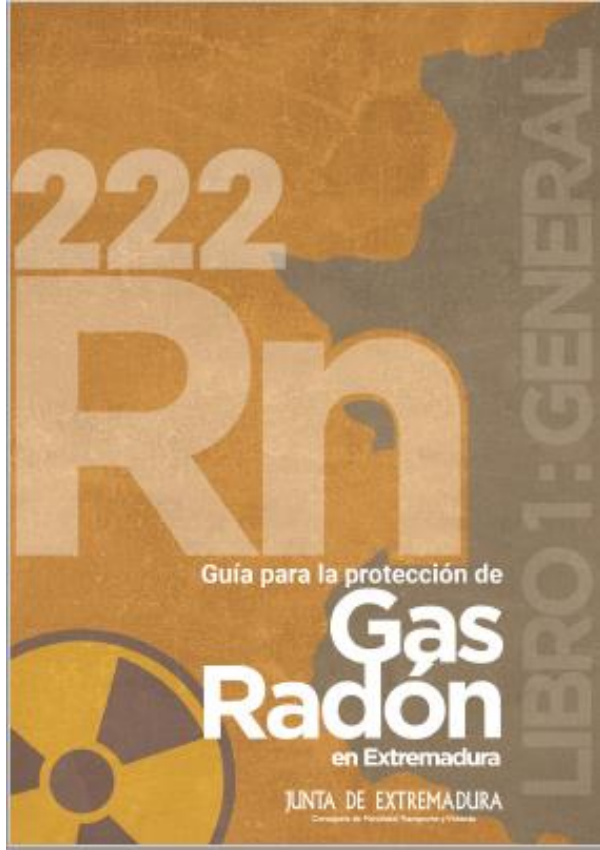




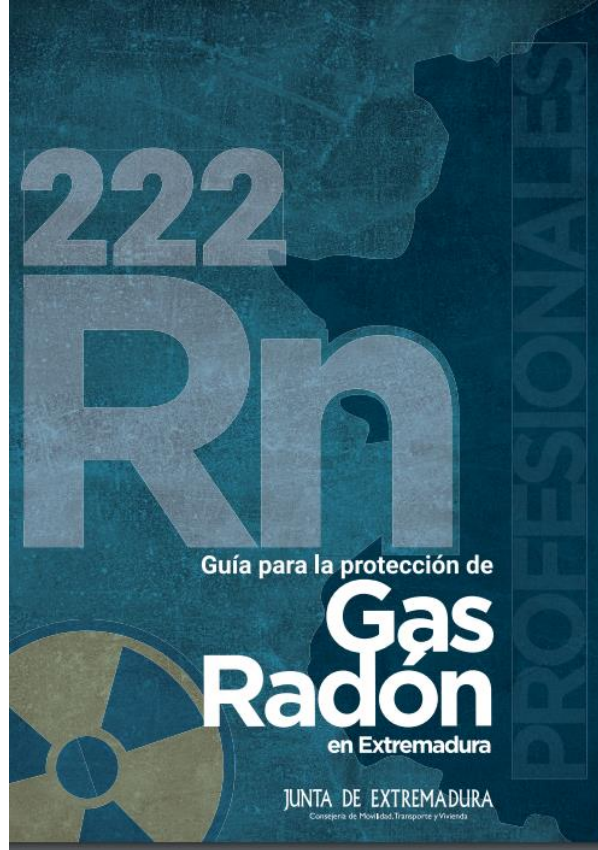
Vive sin radón



Juntaex.es



https://www.juntaex.es/w/publicacion-gas_radon



<https://www.juntaex.es/w/guia-gas-radon-libro2>



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón



<https://www.ietcc.csic.es/noticias/mitigacion-de-radon-mediante-tecnica-de-despresurizacion-avances-en-el-diseno-y-aplicacion/>

Ejemplos prácticos en medidas de remediación Foment del Treball, Mayo 2024



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

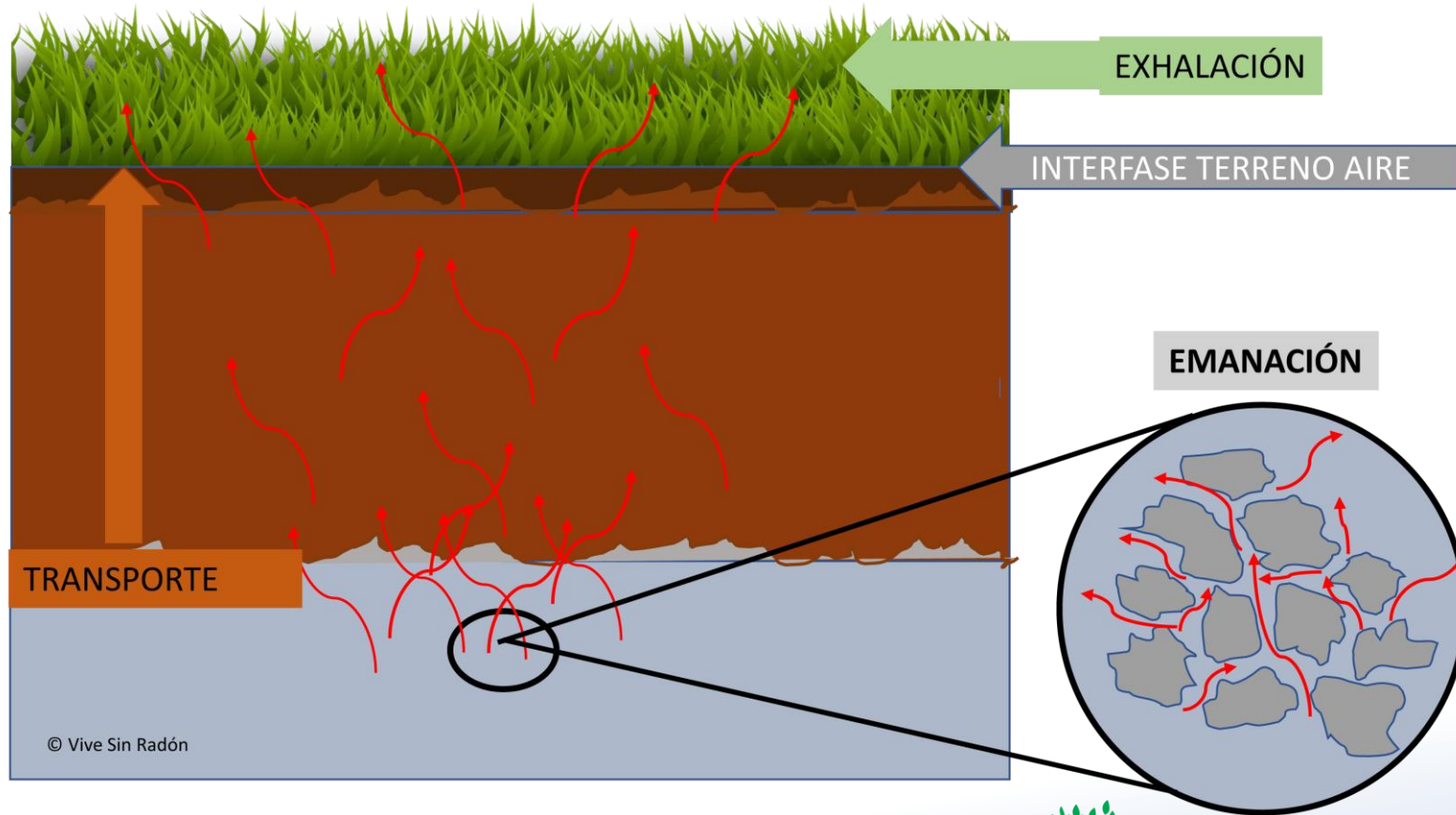
Mecanismos de movilidad y entrada del radón.



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

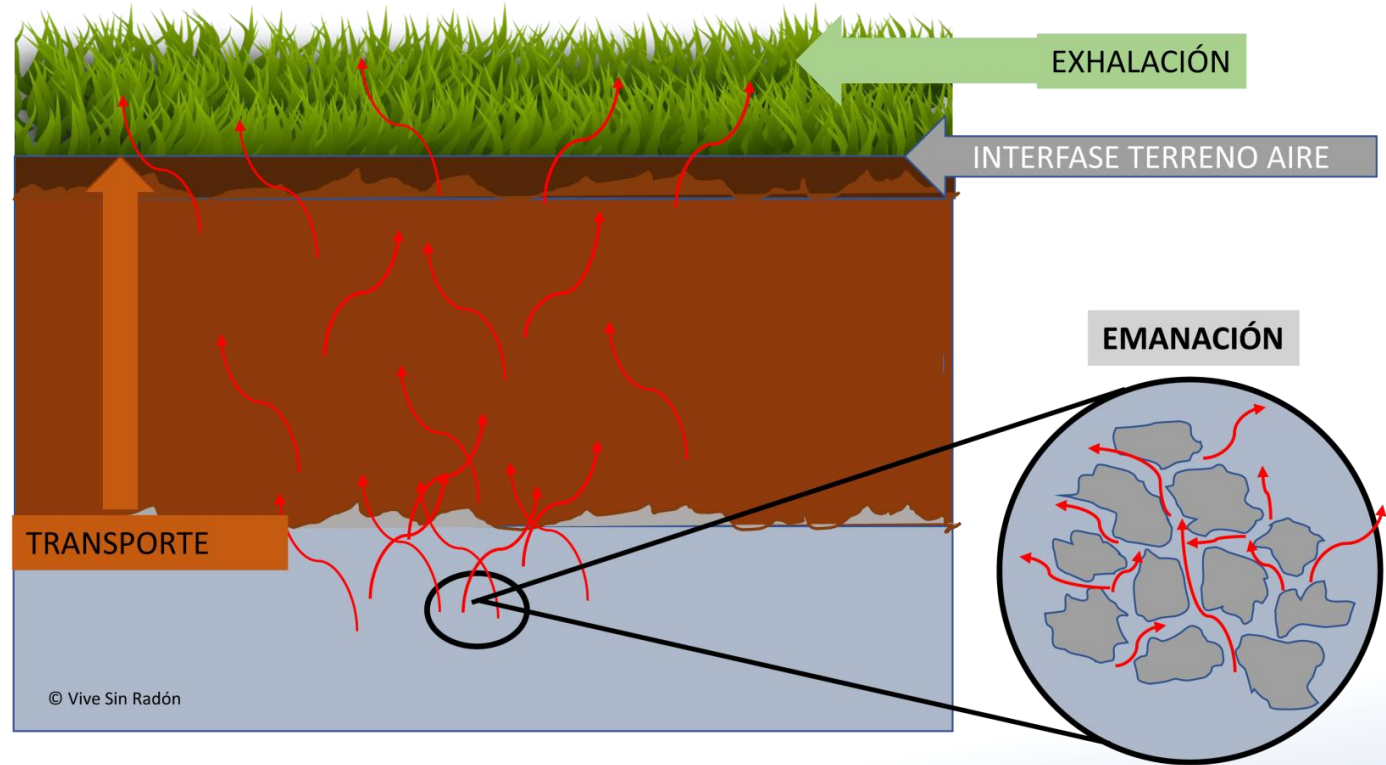


Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO

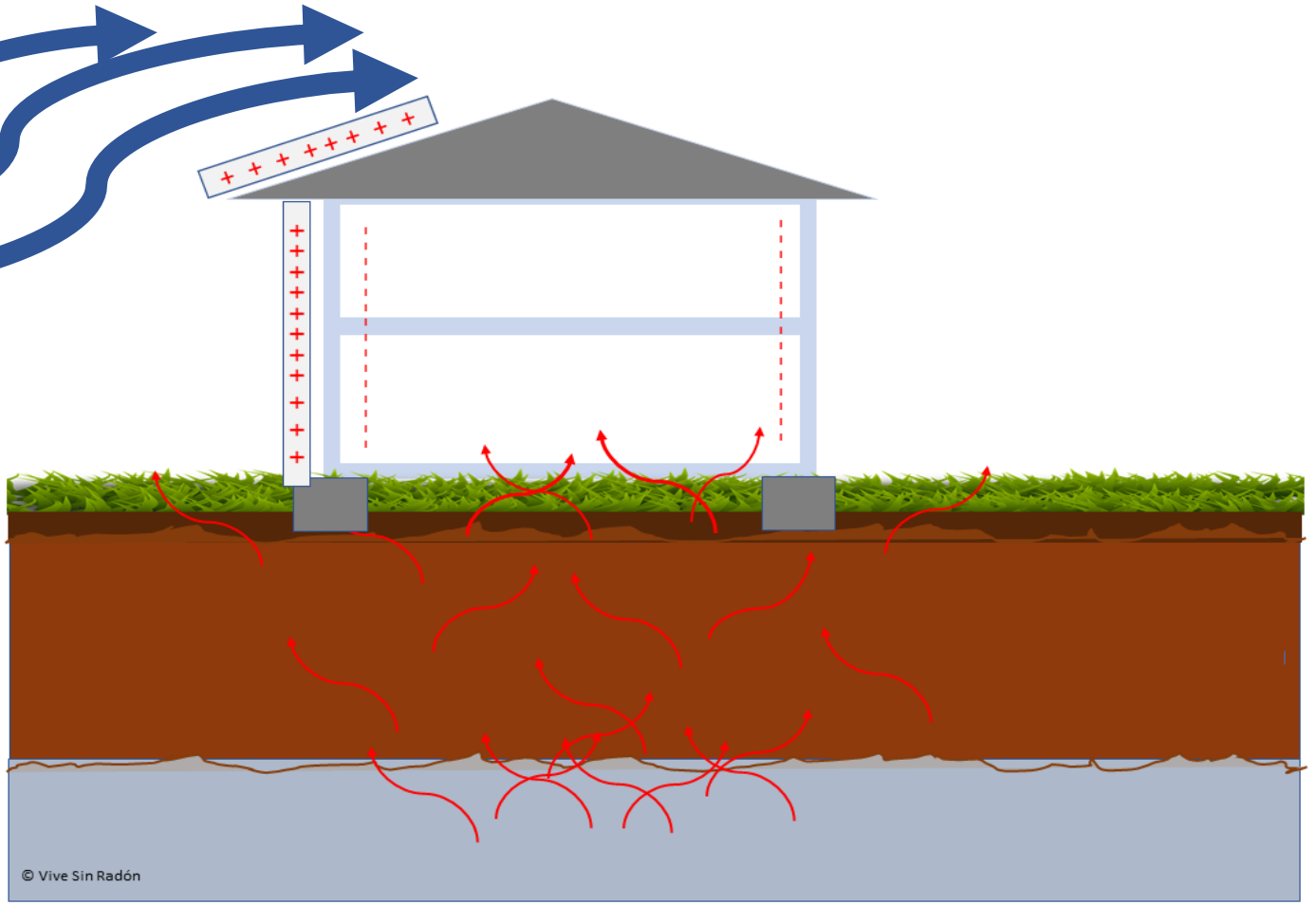


Vive sin radón

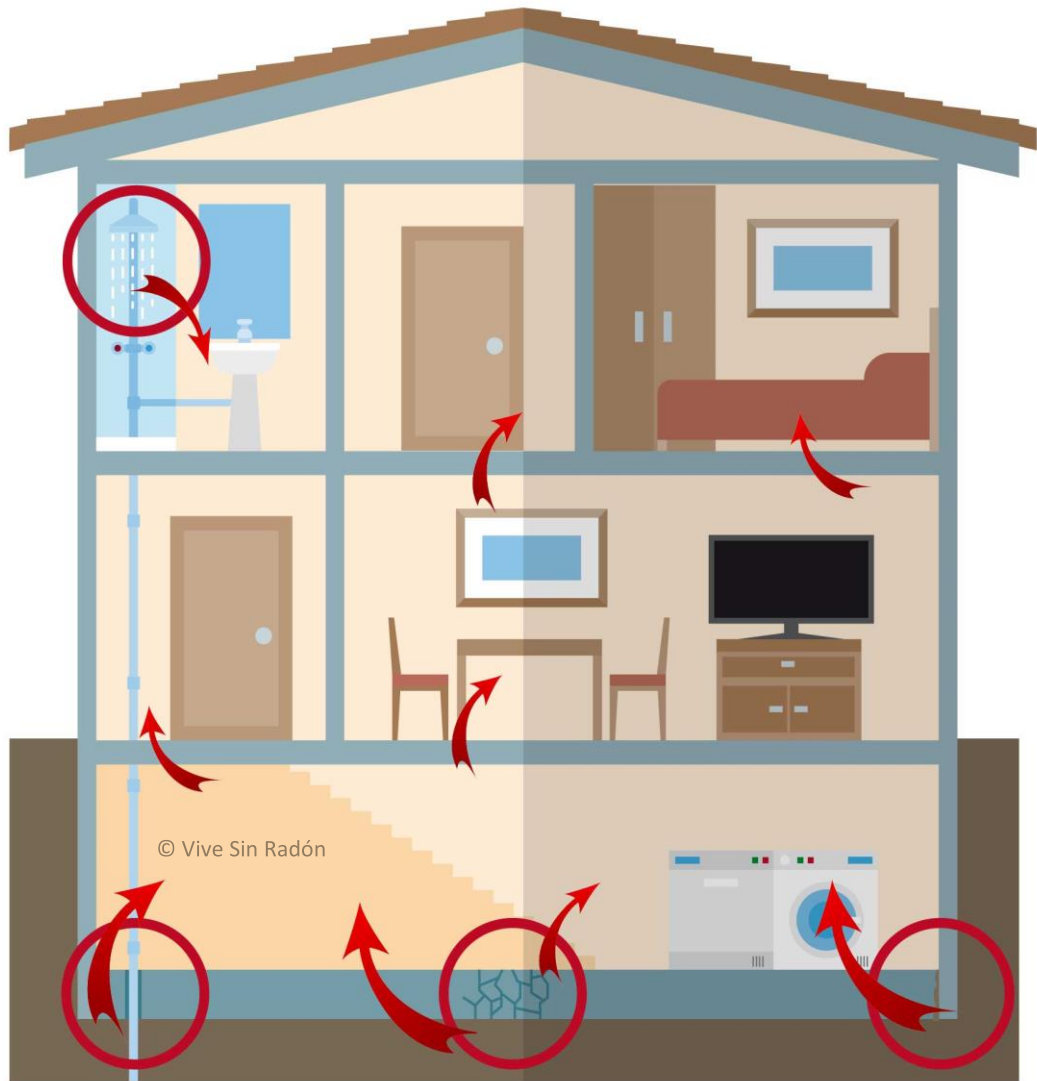
Gran capacidad de movilidad
con pequeñas diferencias de
presión.
El agua ayuda a la movilidad.



Convección



© Vive Sin Radón



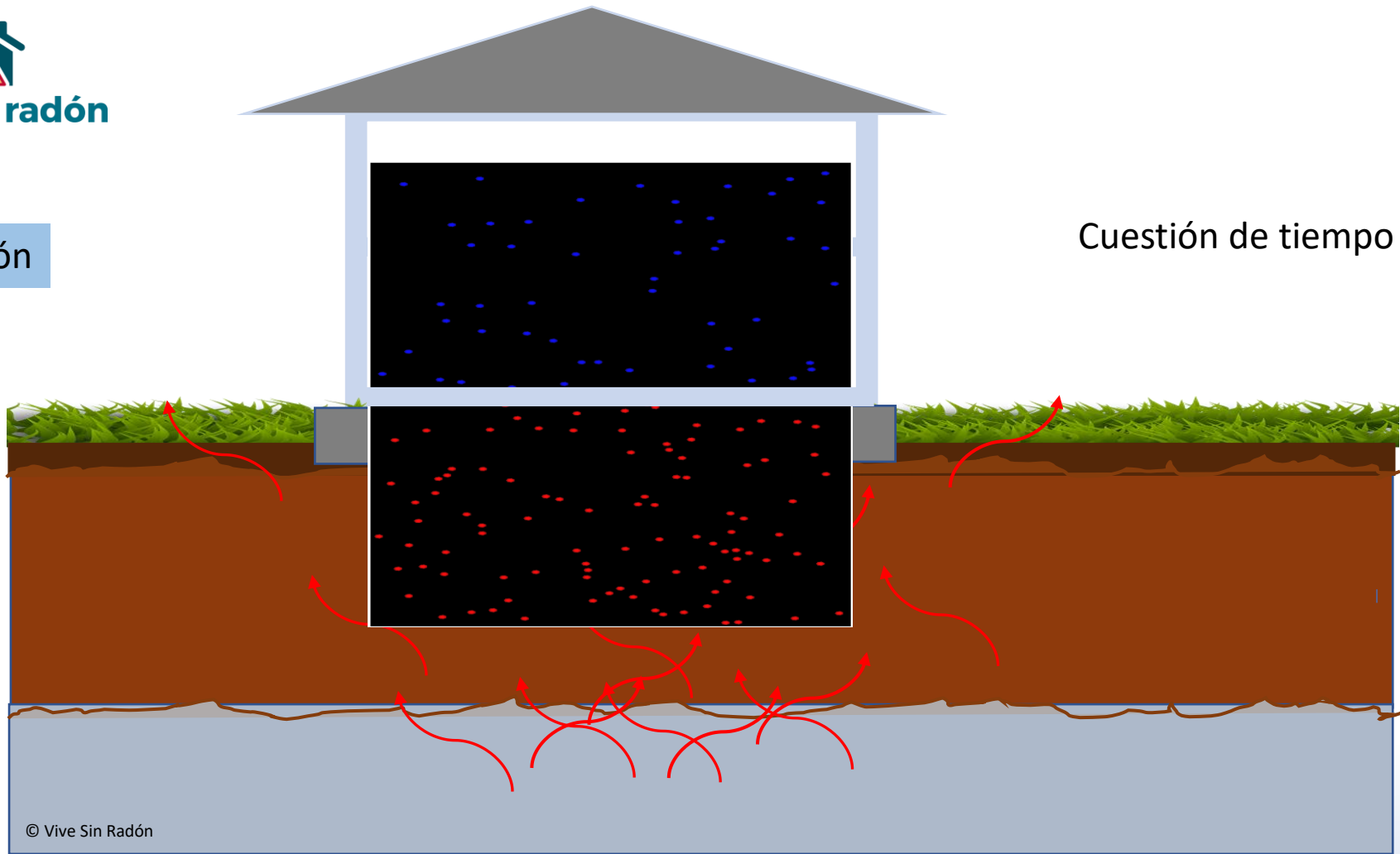
- Porosidad solera.
- Encuentros en losa.
- Grietas.
- Acometidas.
- Extractores.
- Algunos sistemas de ventilación.
- Ventilación natural.



Vive sin radón

Difusión

Cuestión de tiempo

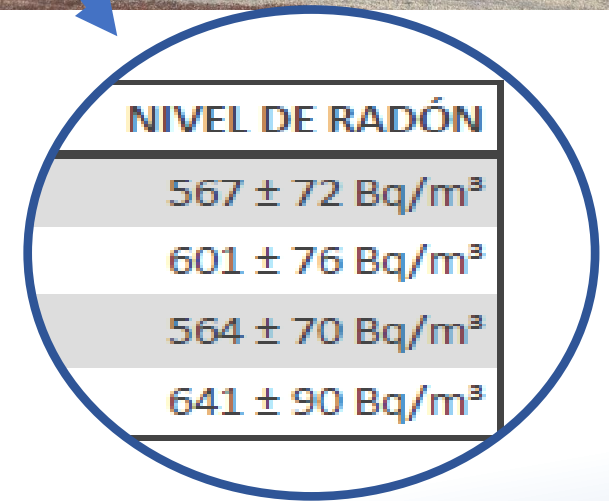


© Vive Sin Radón



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
147443-6 [Radtrak ² ®]	2021-11-08 – 2022-02-08	Habitacion invitados, Lado de la cama a 80 cm de altura	Primera planta	567 ± 72 Bq/m ³
561394-8 [Radtrak ² ®]	2021-11-08 – 2022-02-08	Habitacion Indi, Pared del fondo a 80 cm de altura	Primera planta	601 ± 76 Bq/m ³
403311-4 [Radtrak ² ®]	2021-11-08 – 2022-02-08	Habitacion suite, Lado de la cama a 80 cm de altura	Primera planta	564 ± 70 Bq/m ³
697888-6 [Radtrak ² ®]	2021-11-08 – 2022-02-08	Salon principal, Lado del sofa a 80 cm de altura	Planta baja	641 ± 90 Bq/m ³





Vive sin radón

Técnicas de mitigación.



Vive sin radón

Esquema de Proceso

Medida

- Medida acreditada ISO 17025.

Diagnóstico

- Pruebas diagnóstico.
- Selección de técnica de remedio.

Control

- Control durante ejecución.
- Medida acreditada ISO 17025.



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

¿Qué características que debe tener una mitigación de radón?



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Comenzar de lo más sencillo
a lo más complejo.

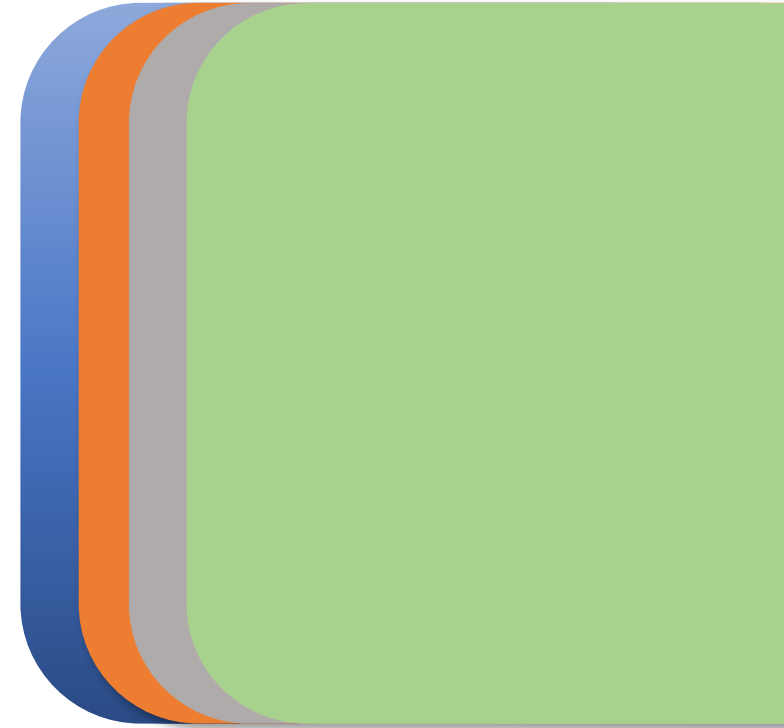


Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

¿Qué características que debe tener una mitigación de radón?





Vive sin radón

Debe ser costo eficiente.



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

¿Qué características que debe tener una mitigación de radón?



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Lo más quirúrgica posible.



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

¿Qué características que debe tener una mitigación de radón?



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Con el menor mantenimiento
posterior.

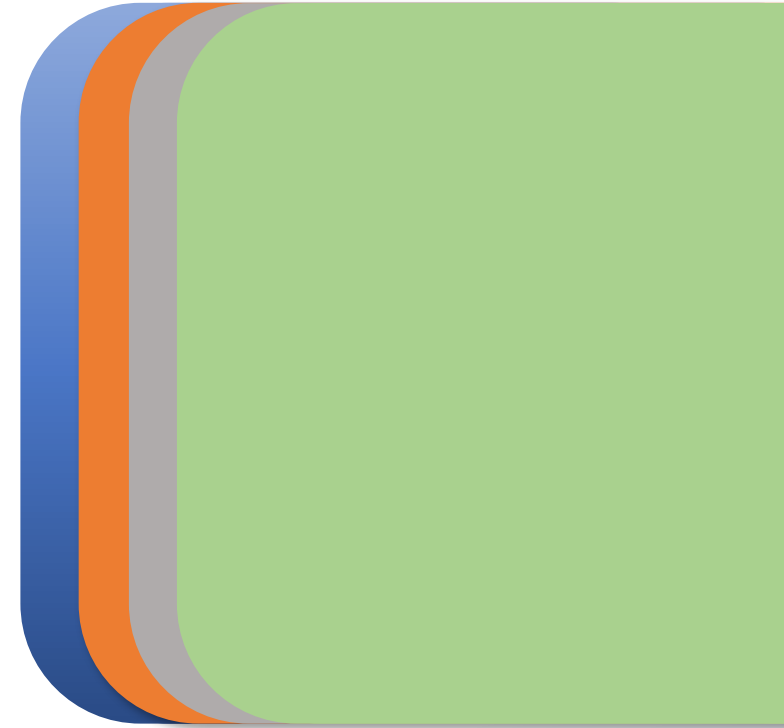


Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

¿Qué características que debe tener una mitigación de radón?



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Comenzar de lo más sencillo a lo más complejo.

Debe ser costo eficiente.

Lo más quirúrgica posible.

Con el menor mantenimiento posterior.



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Principales tipos de actuaciones



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO

Despresurización
terreno

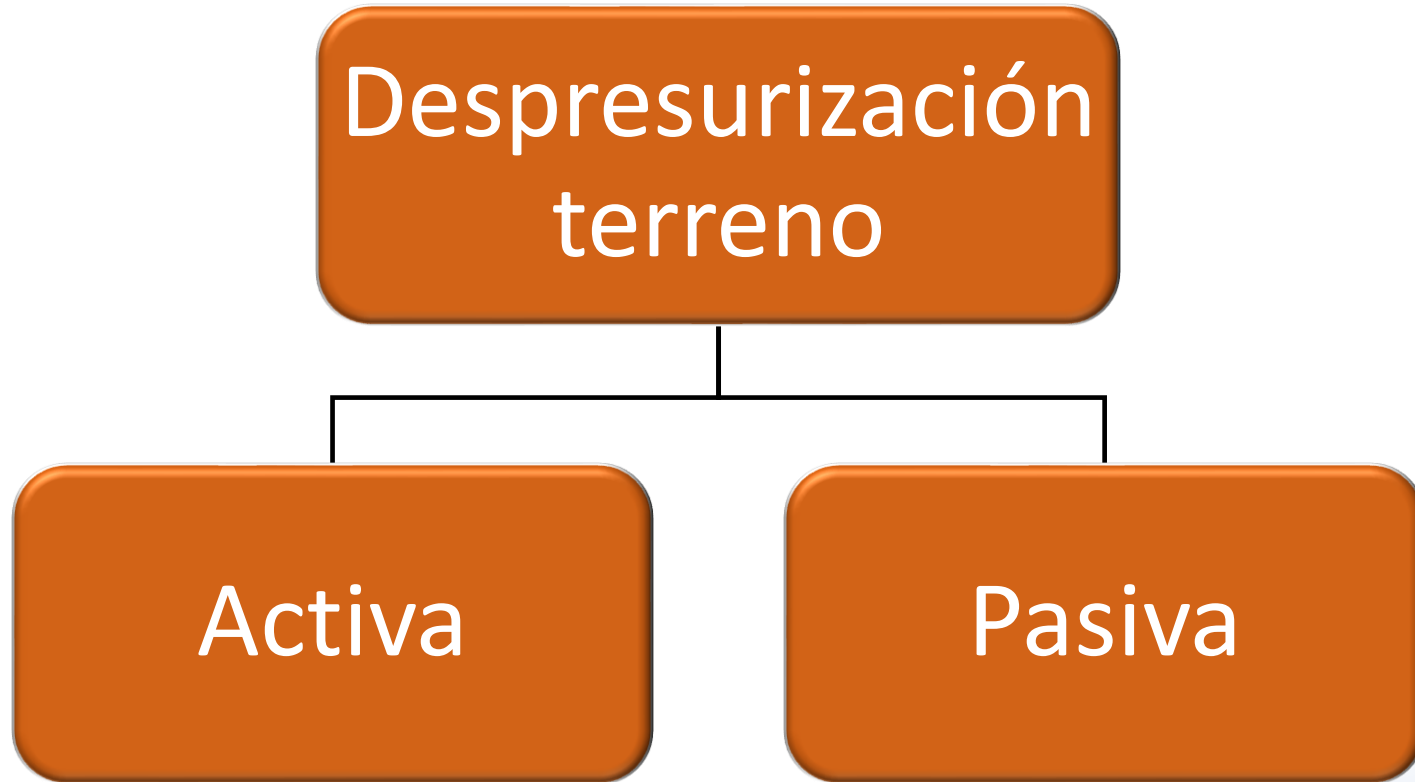
Ventilación
y/o
despresurización
sub losa

Barreras

Sistemas de ventilación



Vive sin radón



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO

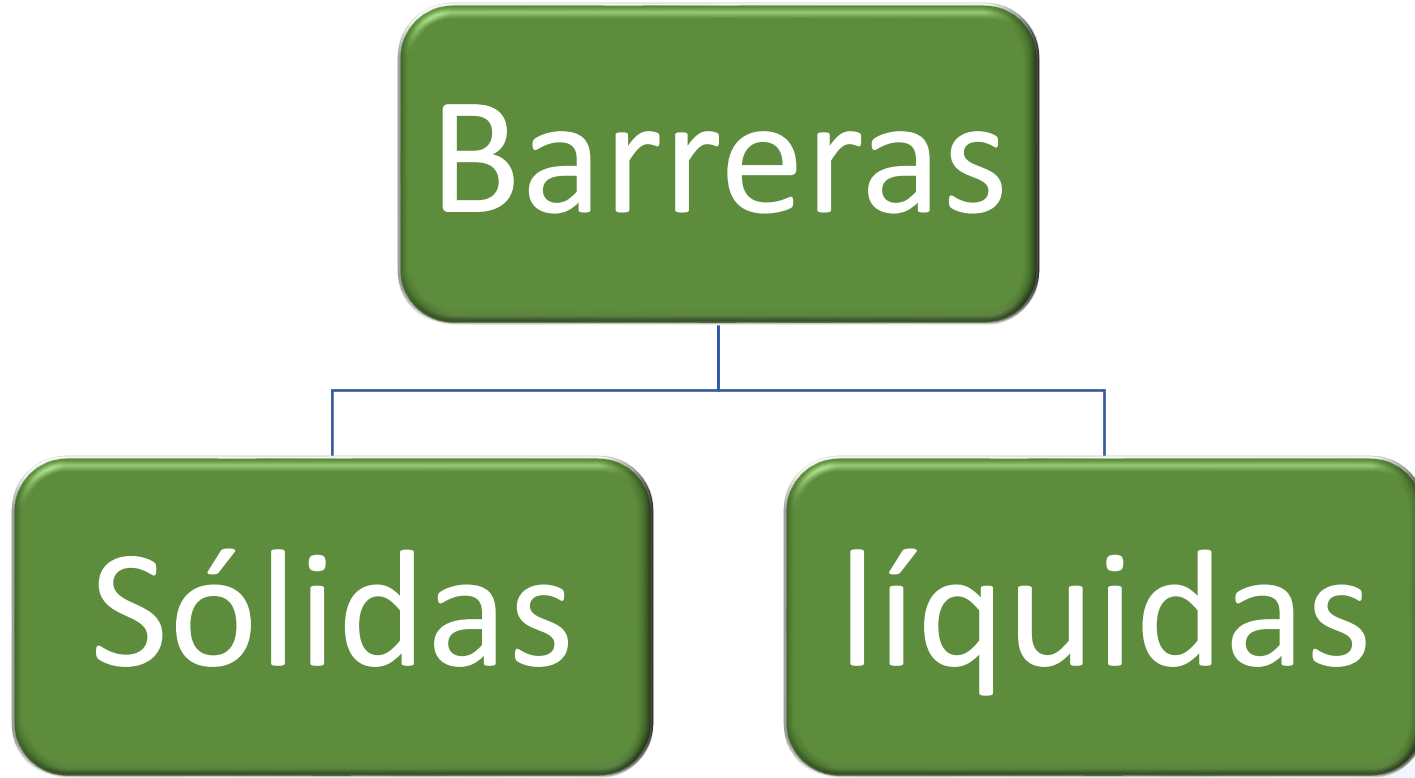
Ventilación/despresurización sub losa

Activa

Pasiva



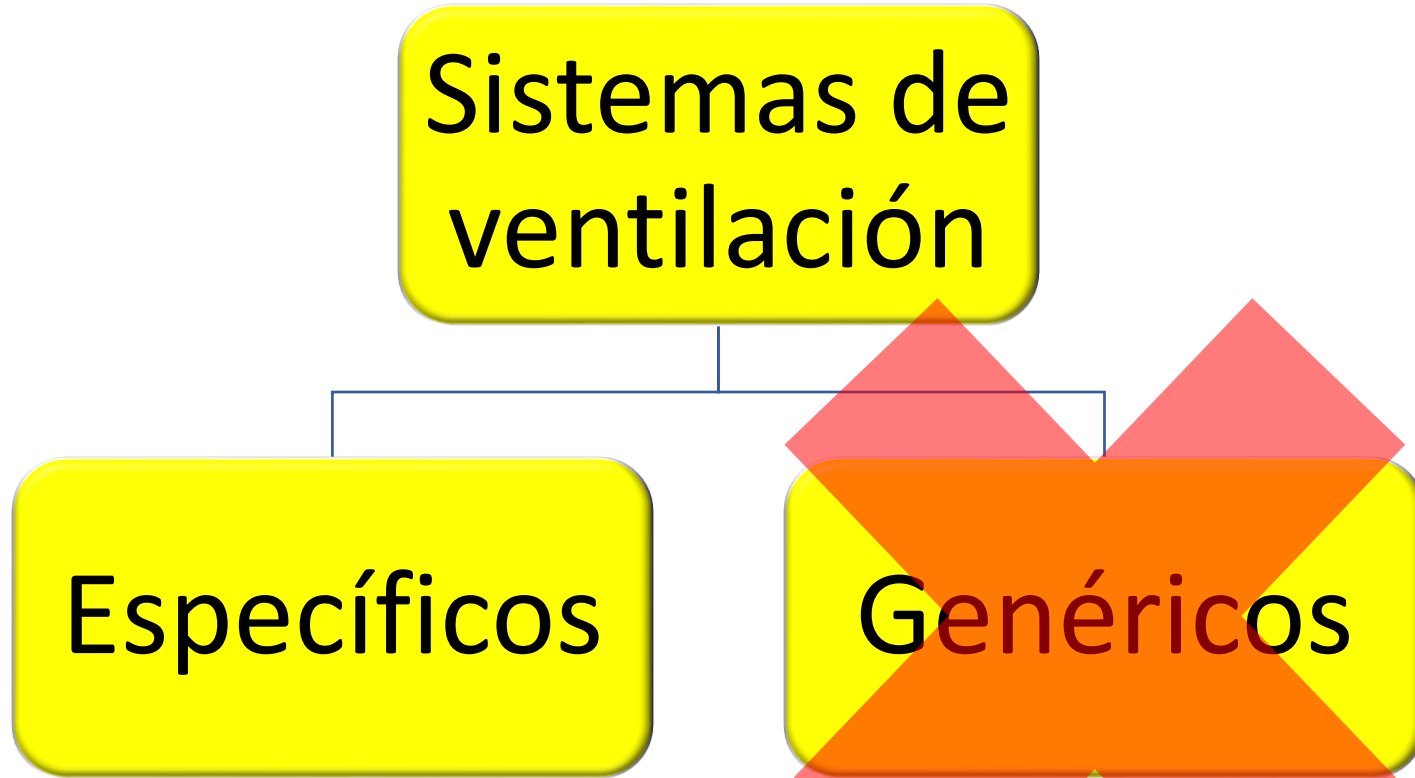
Vive sin radón



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

¿Y... los
sellados?



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Comentarios sobre el sellado de fisuras y grietas.

Como única estrategia de prevención, el sellado presenta un **potencial limitado de reducción** del radón (Brennan et al. 1990, Scott 1993), especialmente con el paso del tiempo.

El sellado de las aberturas en las superficies situadas entre el interior y el suelo como técnica de mitigación exclusiva es un planteamiento discutido, cuya eficacia es en el mejor de los casos limitada. Se ha señalado que el sellado por si solo **únicamente es eficaz en 1 de cada 1500** casos, por lo que esta práctica no se recomienda (Turk et al. 1991, USEPA 1993).

Tabla 10. Técnicas comunes de mitigación del radón, con su correspondiente desempeño y costosa^{a,b}

Técnica	Reducción de radón típica [%]	Costos típicos de su instalación por un contratista [€] ^c	Costos típicos de funcionamiento anuales [€] ^d	Observaciones
DAS: sistema bajo losa, porosidad baja-alta	50-99	850-2 700	50-275	El sistema de aspiración bajo losa se instala en el relleno de piedra porosa bajo losa, en los componentes de control del agua subterránea o en un sumidero perforado
DAS: sistema bajo losa, porosidad muy alta	50-99	850-2 700	50-275	Conocido también como despresurización bajo losa
DAS: despresurización bajo membrana	50-99	1 100-2 700	50-275	En cámaras sanitarias accesibles, se coloca una membrana sobre el suelo expuesto y se aplica la aspiración bajo la membrana
Ventilación activa bajo el piso	50-99	550-1 600	50-275	Utiliza un ventilador para presurizar o despresurizar los espacios no habitables entre el suelo y el espacio habitado (precaución por la posible exposición de las tuberías de agua a condiciones de helada)
Ventilación pasiva bajo el piso	0-50	0-550 añaden aberturas de ventilación adicionales	Variables	No eficaz en regiones dominadas por la calefacción ni en viviendas con pisos no estancos al aire (precaución ante la posible congelación de las tuberías de agua)
Pozos de radón	60-95	2 150-4 300	Variables	Alcanzan su máxima eficacia en suelos muy porosos (como gravas). Pueden usarse para reducir la entrada de radón en varias viviendas
Presurización del suelo	50-99	550-1 600	50-275	Alcanza su máxima eficacia en suelos muy porosos con niveles moderadamente elevados de radón en el suelo y una losa de hormigón muy estanca al aire en contacto con el suelo
Presurización de cámara sanitaria en contacto con el suelo	50-99	550-1 600	150-550	Alcanza su máxima eficacia cuando el espacio en contacto con el suelo es relativamente estanco al aire y está aislado del exterior y de otros espacios interiores
Ventilación pasiva del espacio habitado	Variable/ temporal	Inexistentes	100-750	Supone una pérdida significativa de aire calefactado o refrigerado; no puede constituir una estrategia de mitigación permanente, especialmente en climas severos
Ventilación activa del espacio habitado	30-70	225-2 700	7-550	Varía desde un ventilador de impulsión muy pequeño hasta un ventilador equilibrado con recuperación de calor (ambos de funcionamiento continuado)





Vive sin radón

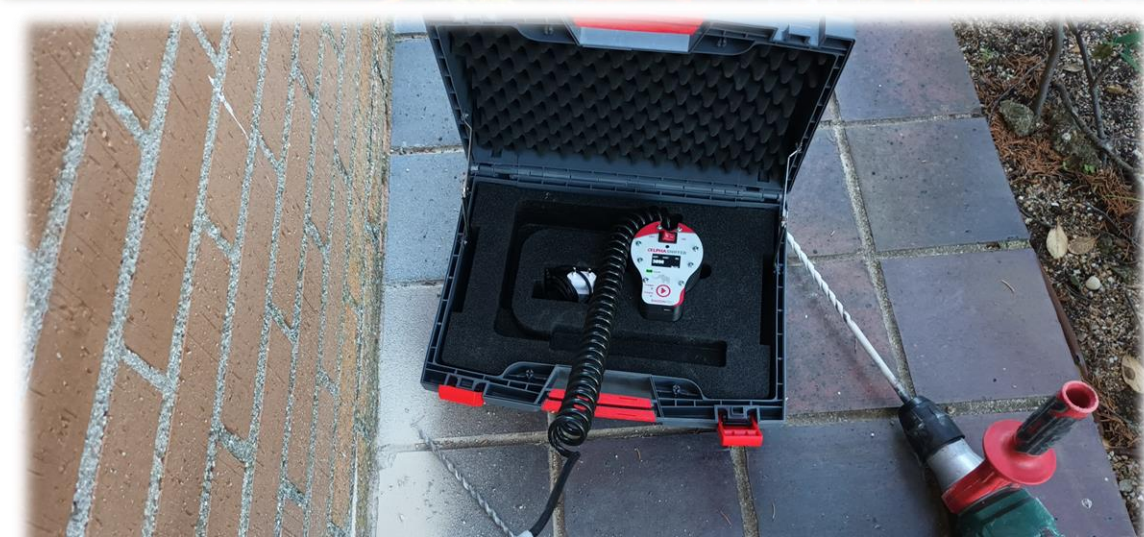
Casos Reales



Vive sin radón

Imágenes de pruebas diagnósticas



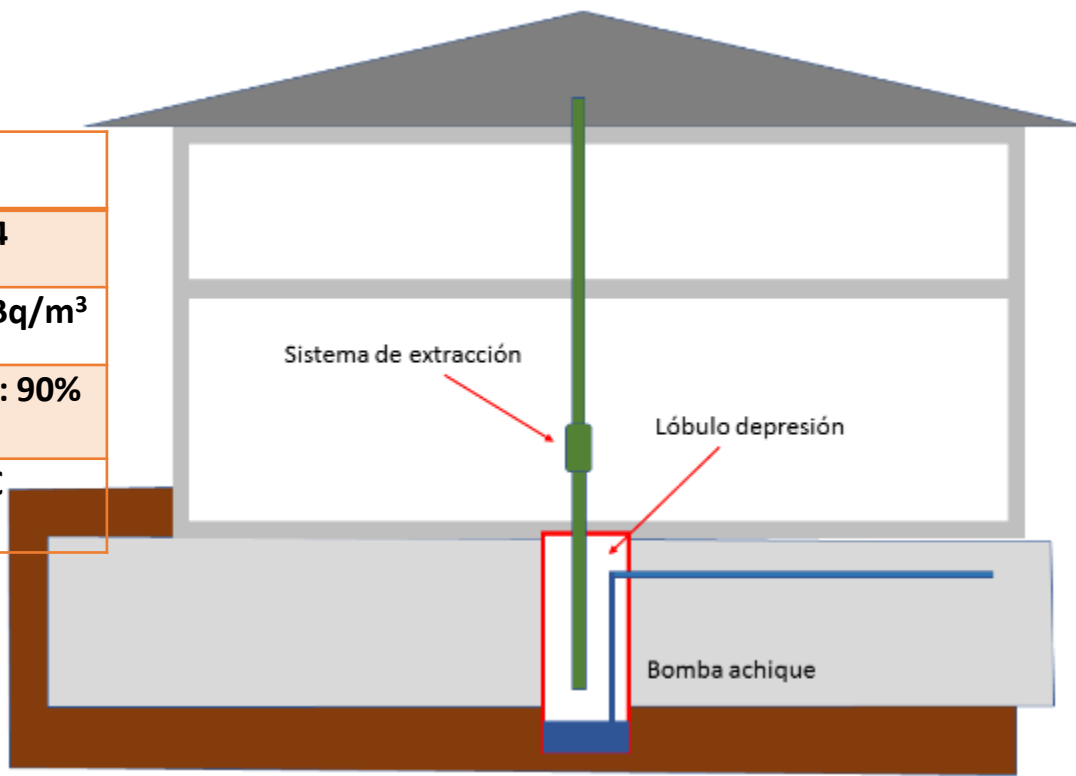




Vive sin radón

Despresurización
activa subsuelo.

Ubicación: Cerceda	
Tipo: Casa Unifamiliar	Año de construcción: 2004
Superficie: 362 m²	Nivel radón previo: 1000 Bq/m³
Nivel tras la mitigación: 100 Bq/m³	Eficiencia de la mitigación: 90%
Coste implementación m²: 10€	Coste anual consumo: 20€



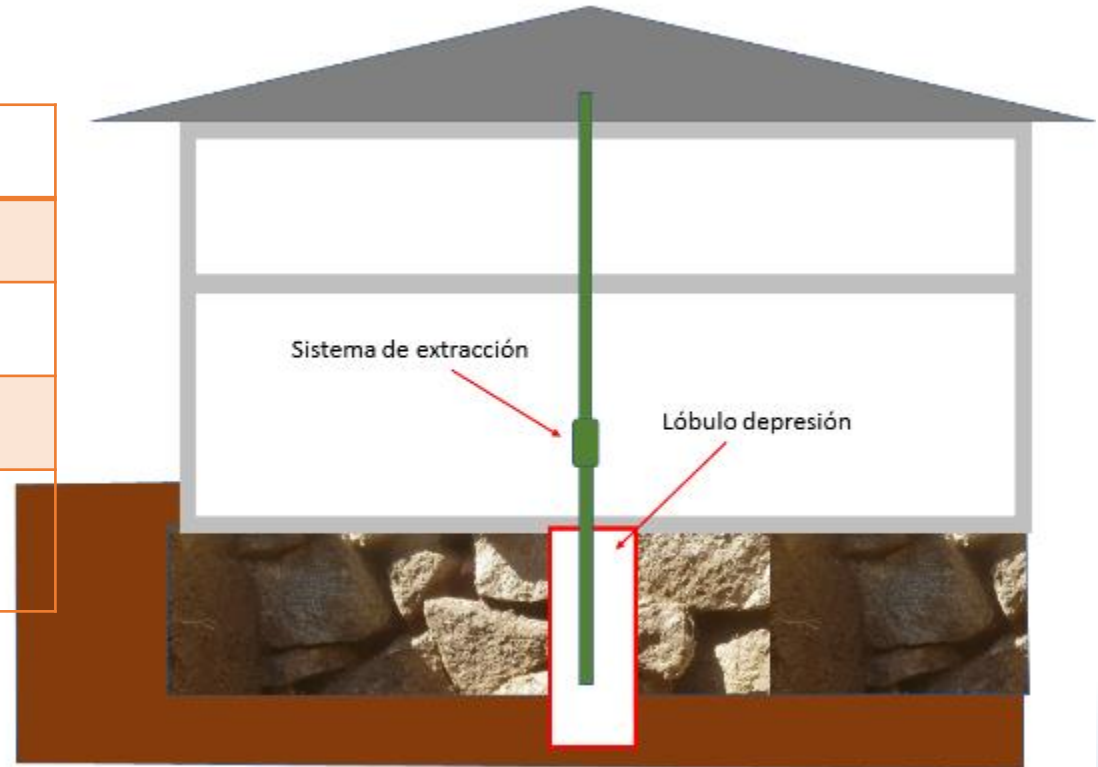


Vive sin radón





Ubicación: Collado Mediano	
Tipo: Casa Unifamiliar	Año de construcción: 1965
Superficie: 248 m²	Nivel radón previo: 944Bq/m³
Nivel tras la mitigación: 160 Bq/m³	Eficiencia de la mitigación: 83%
Coste implementación m²: 20€	Coste anual consumo: 30€







Vive sin radón

Mitigación de radón en viviendas construidas

Ubicación: Collado Mediano

Tipo: Casa Unifamiliar

Año de construcción: 1965

Superficie: 248 m²

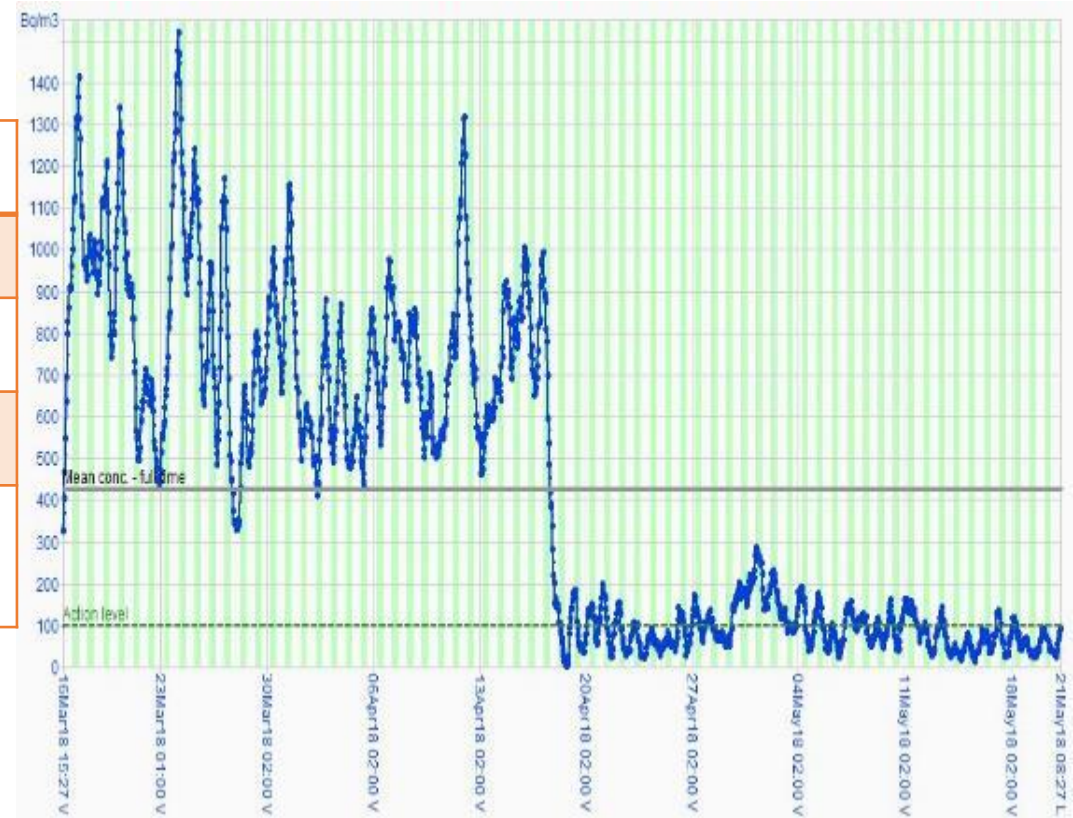
**Nivel radón previo:
944Bq/m³**

**Nivel tras la mitigación: 160
Bq/m³**

**Eficiencia de la mitigación:
83%**

**Coste implementación m²:
20€**

Coste anual consumo: 30€



- Resultados obtenidos

Los resultados que contiene este informe de ensayo. Las tablas siguientes contienen los resultados de la medida expresando la exposición en unidades $\text{kBq m}^{-3}\cdot\text{h}$ y la concentración en unidades Bq m^{-3} . Los resultados de incertidumbre de este informe de ensayo se corresponden con un factor de cobertura $k = 2$. Los valores de la incertidumbre aparecen expresados con dos cifras significativas y el resto de valores del apartado de resultados se expresan en coherencia con la incertidumbre. Se sigue lo indicado en el documento 'Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement' (JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections).

⁽¹⁾ El resultado de la concentración se ha calculado según las fechas de exposición facilitadas por el cliente.

Resultados del ensayo

Detector	Fecha inicio	Fecha fin	Localización	Tipo de edificio	Planta	Nivel de radón Bq/m^3
308613-9	2018-10-04	2019-01-04	SALON - COMEDOR	JUNTO AL SOFA	Planta baja	160± 30
736662-8	2018-10-04	2019-01-04	DORMITORIO	EN LA CAMA	Planta baja	180± 30

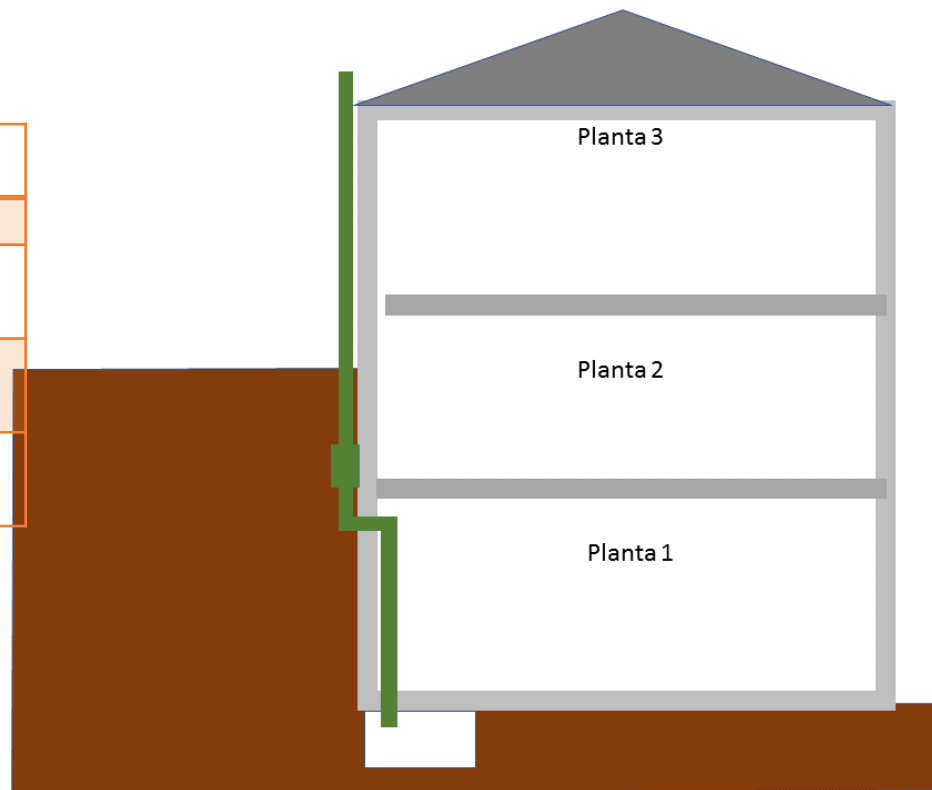
PROCEDENCIA	[Redacted] (Collado Mediano-Madrid) ⁽¹⁾		
REFERENCIA	2E7282 Dormitorio Invitados		
REFERENCIA UC	P-18014-TRA-1		
INICIO EXPOSICIÓN	27/09/2017 ⁽¹⁾		
FINAL EXPOSICIÓN	09/01/2018 ⁽¹⁾		
	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS : Ens01_6		
EXPOSICIÓN ($\text{kBq m}^{-3}\cdot\text{h}$)	23.6·10 ²	CONCENTRACIÓN (Bq m^{-3})	944
INCERTIDUMBRE ($\text{kBq m}^{-3}\cdot\text{h}$)	1.1·10 ²	INCERTIDUMBRE (Bq m^{-3})	42
L.D. ($\text{kBq m}^{-3}\cdot\text{h}$)	0.4·10 ²	L.D. (Bq m^{-3})	17



Vive sin radón

Despresurización
activa sublosa.

Ubicación : Becerril de la Sierra	
Tipo: Casa Unifamiliar	Año de construcción: 2000
Superficie: 367 m²	Nivel radón previo: 1310Bq/m³
Nivel tras la mitigación: 28 Bq/m³	Eficiencia de la mitigación: 98%
Coste implementación m²: 11€	Coste anual consumo: 20€





Vive sin radón



Ejemplos prácticos



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Ubicación : Becerril de la Sierra

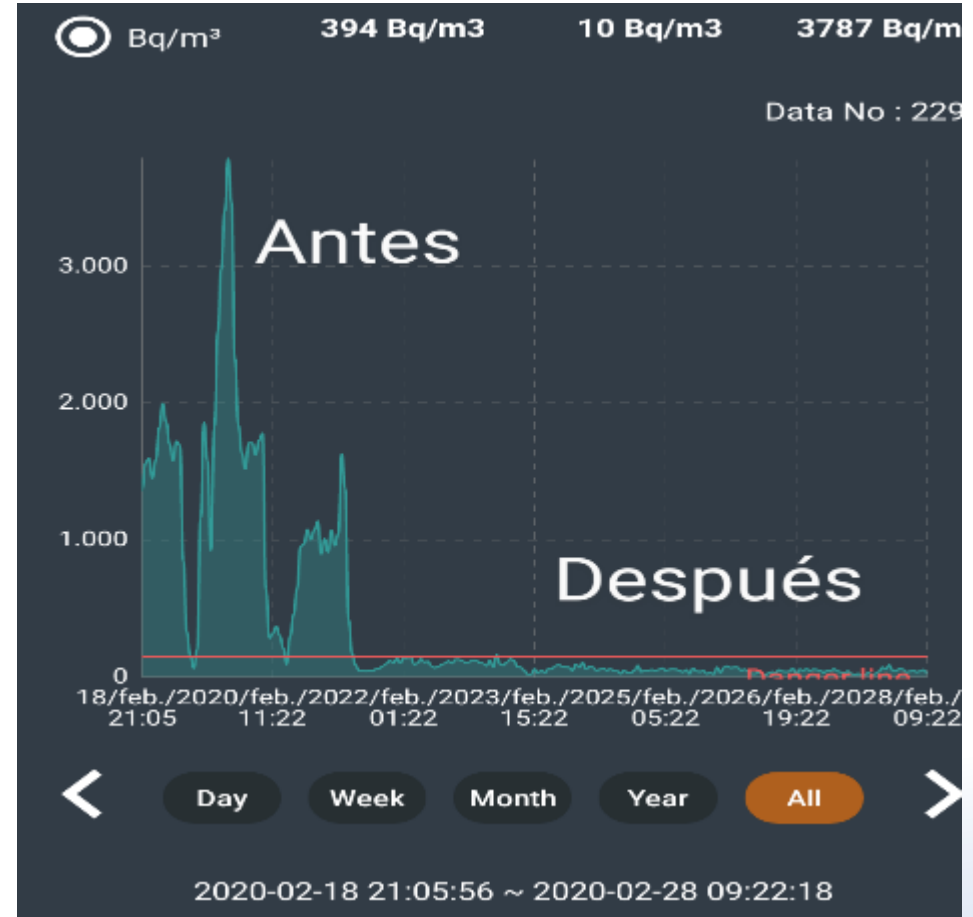
Tipo: Casa Unifamiliar Año de construcción: 2000

Superficie: 367 m² Nivel radón previo:
1310Bq/m³

Nivel tras la mitigación: Eficiencia de la mitigación:
28 Bq/m³ 98%

Coste implementación Coste anual consumo: 20€
m²: 11€

Mitigación de radón en viviendas construidas



Información del punto de medida

Número de detector	Descripción	Resultado	Inicio	Final	Planta
900261-9	BECERRIL DE LA SIERRA (Madrid)	1310 (+/-208) Bq/m ³	09/10/2019	12/01/2020	Planta baja
922797-6	BECERRIL DE LA SIERRA (Madrid)	1090 (+/-170) Bq/m ³	09/10/2019	12/01/2020	Segunda planta
900247-8	BECERRIL DE LA SIERRA (Madrid)	1010 (+/-160) Bq/m ³	09/10/2019	12/01/2020	Primera planta
923034-3	BECERRIL DE LA SIERRA (Madrid)	1080 (+/-170) Bq/m ³	09/10/2019	12/01/2020	Primera planta

Información del punto de medida

Número de detector	Descripción	Resultado	Inicio	Final	Planta
681771-2	Becerril de la Sierra	28 (+/-6) Bq/m ³	28/02/2020	25/05/2020	Planta baja
794222-0	Becerril de la Sierra	28 (+/-6) Bq/m ³	28/02/2020	25/05/2020	Primera planta
683052-5	Becerril de la Sierra	32 (+/-8) Bq/m ³	28/02/2020	25/05/2020	Segunda planta

Ubicación: Villavieja del Lozoya

Tipo: Casa Unifamiliar

Año de construcción: 1977

Superficie: 222 m²

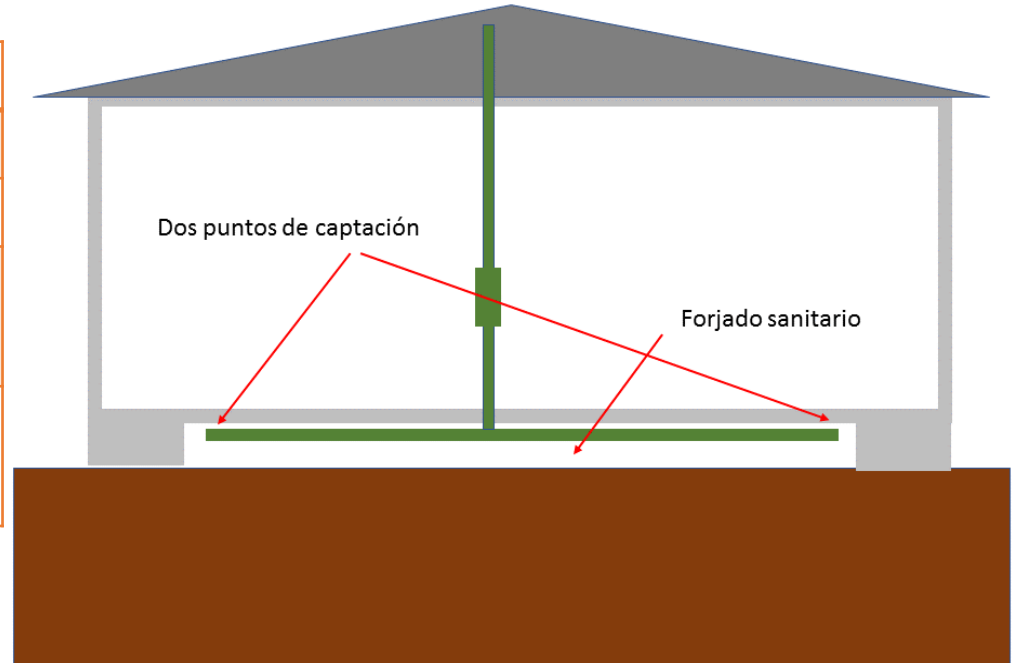
Nivel radón previo: 780 Bq/m³

**Nivel tras la mitigación:
37 Bq/m³**

Eficiencia de la mitigación: 95%

**Coste implementación
m²: 17€**

Coste anual consumo: 22€







Vive sin radón

Ubicación: Villavieja del Lozoya

Tipo: Casa Unifamiliar Año de construcción: 1977

Superficie: 222 m² Nivel radón previo: 780 Bq/m³

Nivel tras la mitigación: 37 Bq/m³ Eficiencia de la mitigación: 95%

Coste implementación m²: 17€ Coste anual consumo: 22€



Resultados del ensayo

Detector	Fecha inicio	Fecha fin	Localización	Tipo de edificio	Planta	Nivel de radón Bq/m ³
469798-3	2018-12-27	2019-04-13	Las Cabezas 90. Salón	Salón. Villavieja del Lozoya. Madrid	Planta baja	340± 50
175192-4	2018-12-27	2019-04-13	Las Cabezas 90. Dormitorio	Dormitorio. Villavieja del Lozoya.	Planta baja	780± 120

Resultados del ensayo

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
773181-3	2019-12-31 – 2020-06-01	Las Cabezas. Villavieja del Lozoya, Salón	Planta baja	28 ± 8 Bq/m ³
572104-8	2019-12-31 – 2020-06-01	Las Cabezas. Villavieja del Lozoya, Dormitorio Sur	Planta baja	19 ± 6 Bq/m ³
211779-4	2019-12-31 – 2020-06-01	Las Cabezas. Villavieja del Lozoya, Dormitorio Norte	Planta baja	37 ± 8 Bq/m ³



Vive sin radón

Combinación de depresión
activa subsuelo y
membrana.



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Ubicación: Galapagar

Tipo: Casa Unifamiliar

Año de construcción: 2006

Superficie: 306 m²

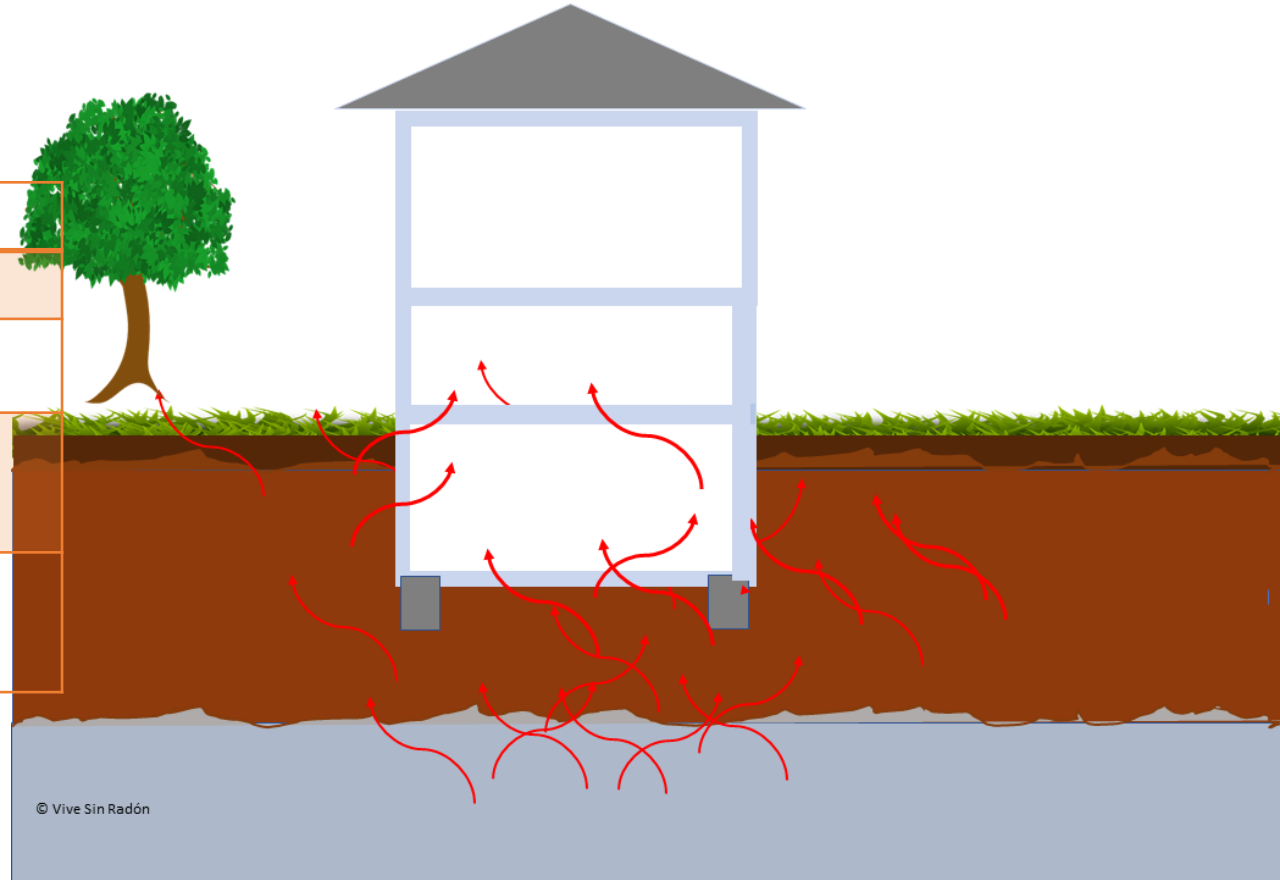
Nivel radón previo: 2500 Bq/m³

Nivel tras la mitigación: 43 Bq/m³

Eficiencia de la mitigación: 98%

Coste implementación m²: 39€

Coste anual consumo: 25€



© Vive Sin Radón



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón



Ensayo anterior del cliente realizado por empresa con monitores en continuo 15 días.

Resultados del ensayo

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
584553-2 [Radtrak ² ®]	2020-02-20 – 2020-06-22	Galapagar, Sótano de la vivienda	Sótano	43 ± 8 Bq/m ³
680853-9 [Radtrak ² ®]	2020-02-20 – 2020-06-22	Galapagar, Sala de estar	Planta baja	24 ± 6 Bq/m ³
794152-9 [Radtrak ² ®]	2020-02-20 – 2020-06-22	Galapagar, Dormitorio	Planta baja	26 ± 6 Bq/m ³



Vive sin radón

Ubicación: Arenas de San Pedro

Tipo: Casa Unifamiliar

Año de construcción: 1965

Superficie: 272 m²

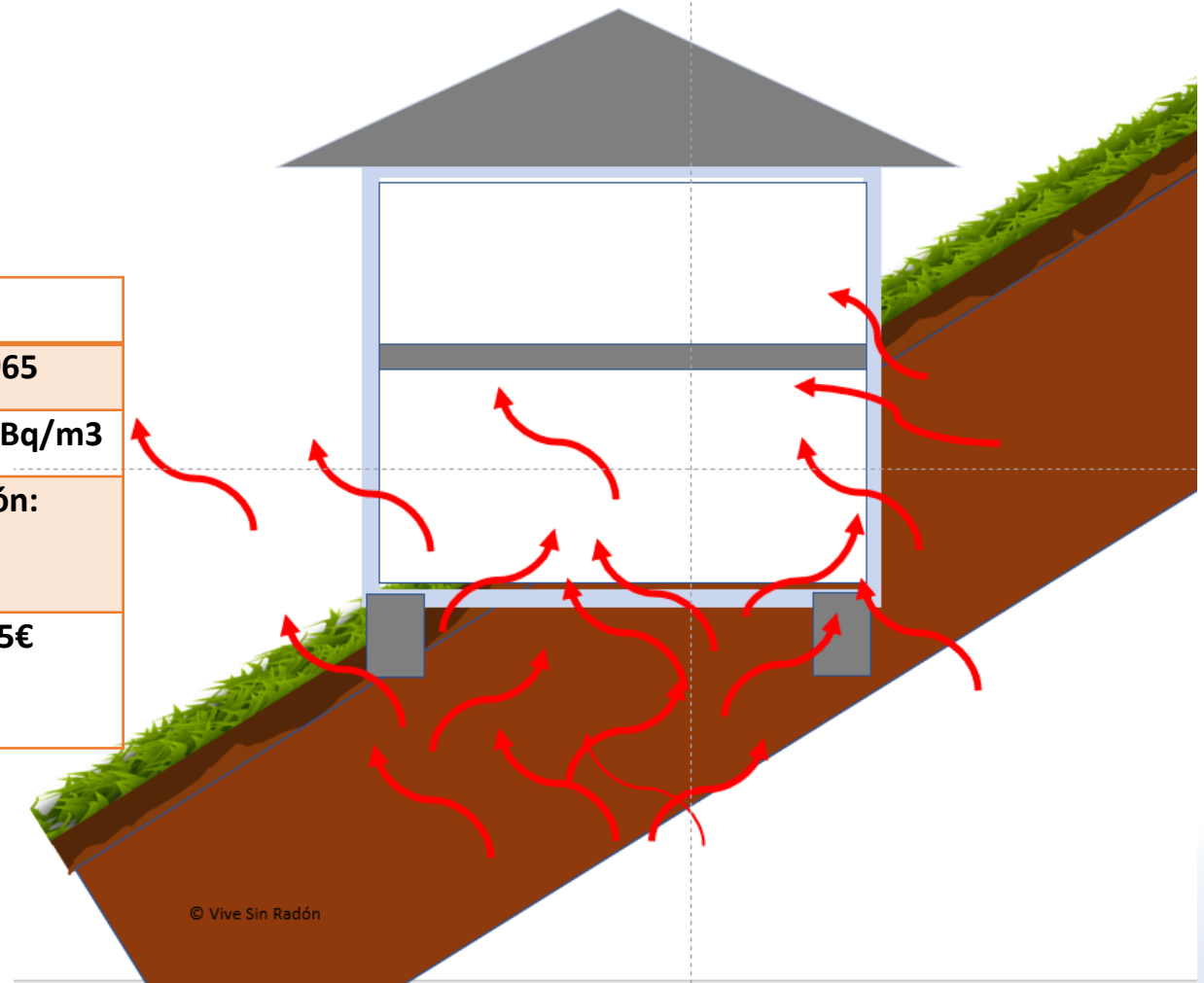
Nivel radón previo: 990 Bq/m³

Nivel tras la mitigación:
40 Bq/m³

Eficiencia de la mitigación:
96%

Coste implementación
m²: 42€

Coste anual consumo: 25€



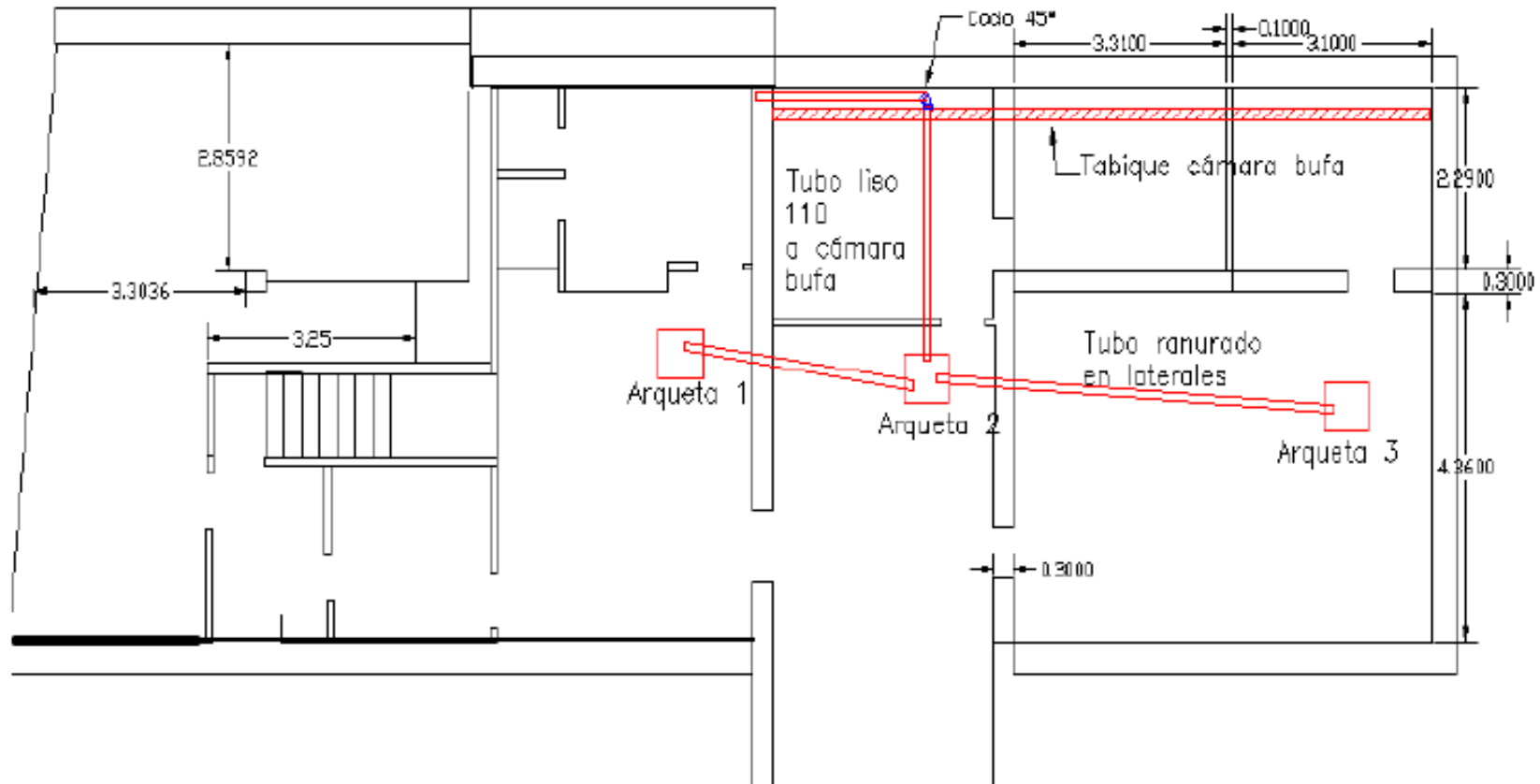
© Vive Sin Radón



Vive sin radón

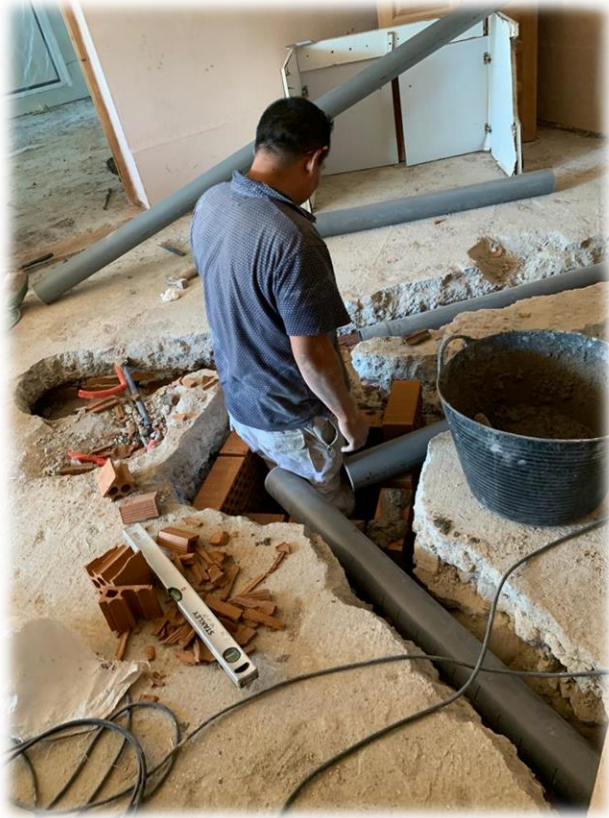


Plano esquemático de la solución constructiva





Vive sin radón





Ejemplos prácticos en medidas de: en edificación Foment del Treball, (Mayo) 2016

no



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO



Vive sin radón

Resultados del ensayo

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
102 141 728 [Radtrak ³⁰]	2022-04-29 – 2022-07-29	Arenas de San Pedro, AVILA, Salón de abajo	Planta baja	503 ± 66 Bq/m ³
102 146 222 [Radtrak ³⁰]	2022-04-29 – 2022-07-29	Arenas SP,, Dormitorio principal abajo	Planta baja	990 ± 150 Bq/m ³
102 149 614 [Radtrak ³⁰]	2022-04-29 – 2022-07-29	Arenas SP, Dormitorio principal de arriba	Primera planta	546 ± 70 Bq/m ³

Resultados del ensayo

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
100 626 332 [Radtrak ³⁰]	2023-04-27 – 2023-09-06	Arenas SPedro, Sala de máquinas	Planta baja	40 ± 10 Bq/m ³
103 869 723 [Radtrak ³⁰]	2023-04-27 – 2023-09-06	Arenas SPedro, Baño amarillo	Primera planta	71 ± 10 Bq/m ³
100 933 001 [Radtrak ³⁰]	2023-04-27 – 2023-09-06	Arenas SPedro, Baño abajo	Planta baja	57 ± 10 Bq/m ³

CÓMO SOLUCIONAMOS UN PROBLEMA DE RADÓN





Vive sin radón

¡MOLTES GRÀCIES!



Instituto para la
Salud Geoambiental
UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO