

SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

# *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

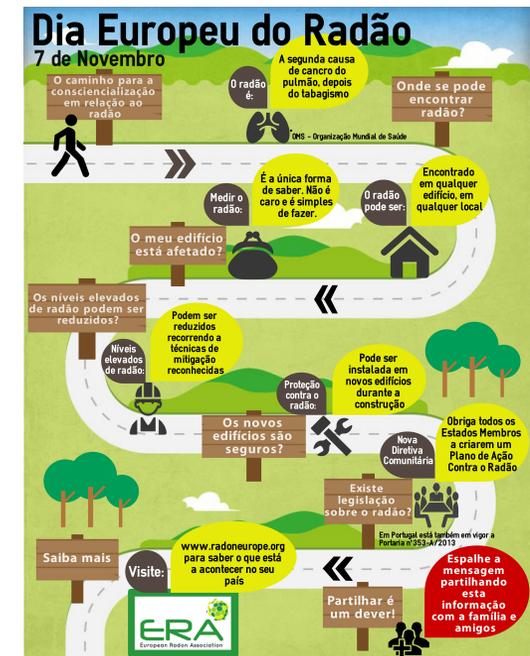
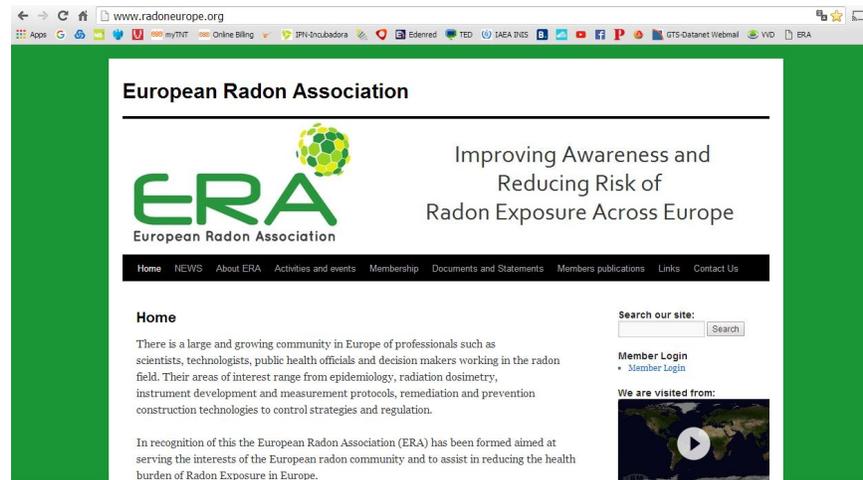
Paulo Norte Pinto

EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus



Paulo Norte Pinto

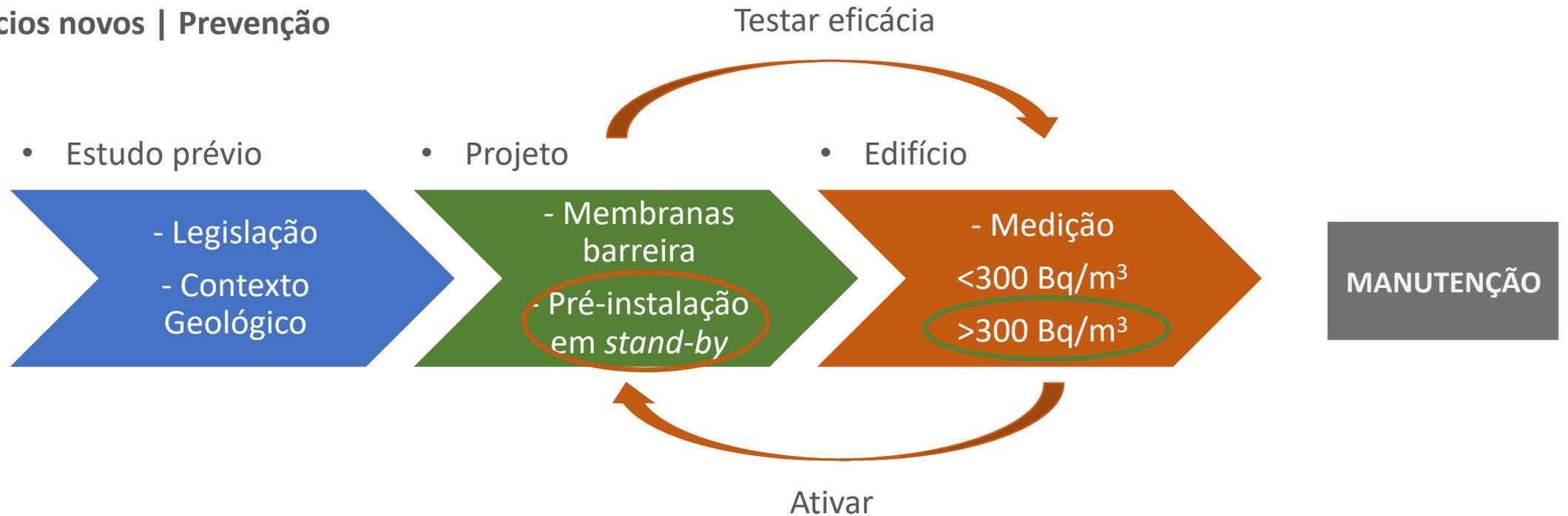
EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

www.radoneurope.org

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

### Edifícios novos | Prevenção



# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

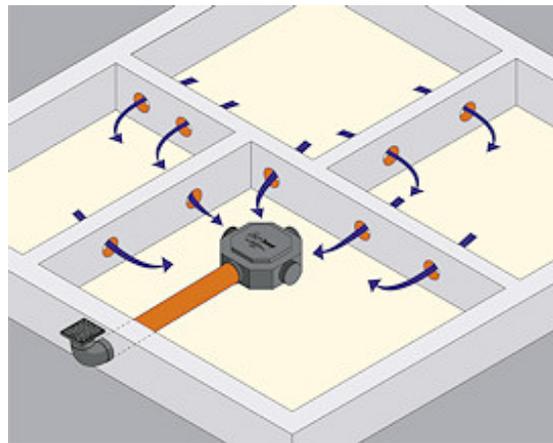
## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

### Edifícios novos | Prevenção

- Membrana à prova de radão
- Pré-instalação em *stand-by*



Southwestradon.com



www.icopal.co.uk



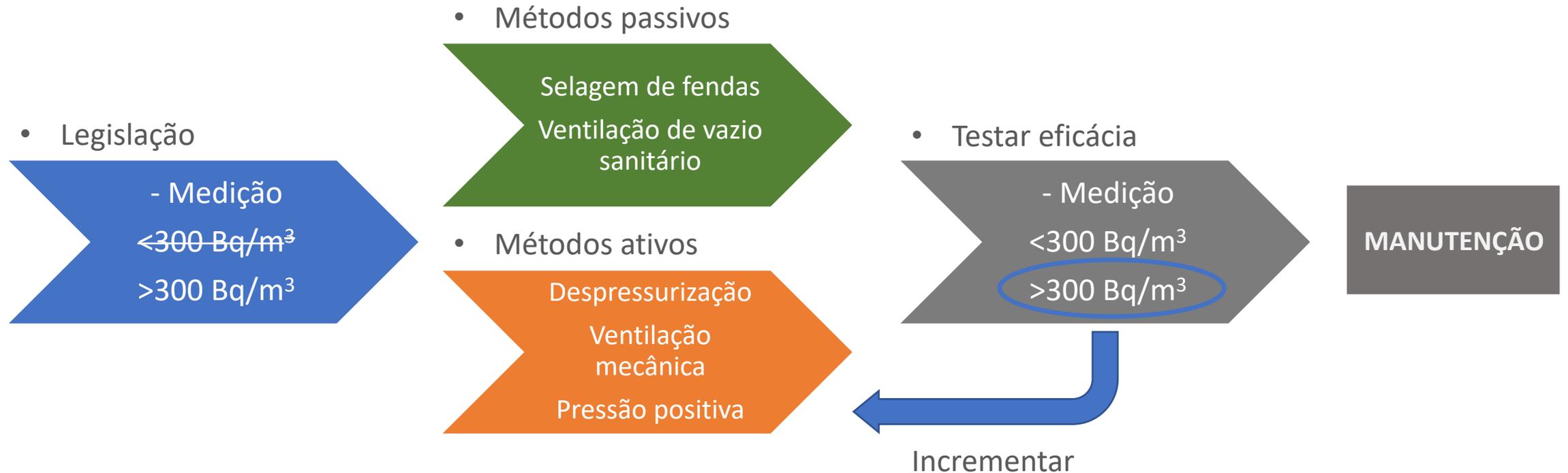
www.bauhygiene.ch

**IMPORTANTE:** A colocação da membrana deve ser efetuada por equipa qualificada. Ter em atenção perfurações!

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

### Edifícios existentes | Remediação ou mitigação



# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

### Edifícios existentes | Remediação ou mitigação

- Métodos passivos

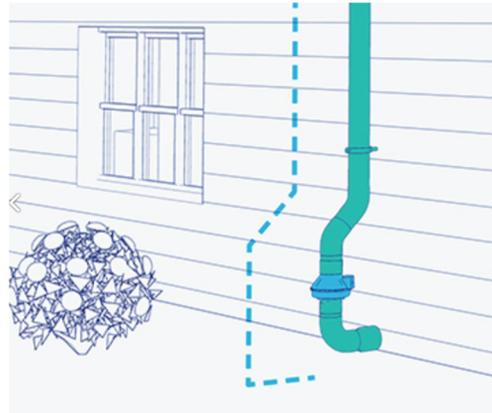


[www.proremodeler.com](http://www.proremodeler.com)

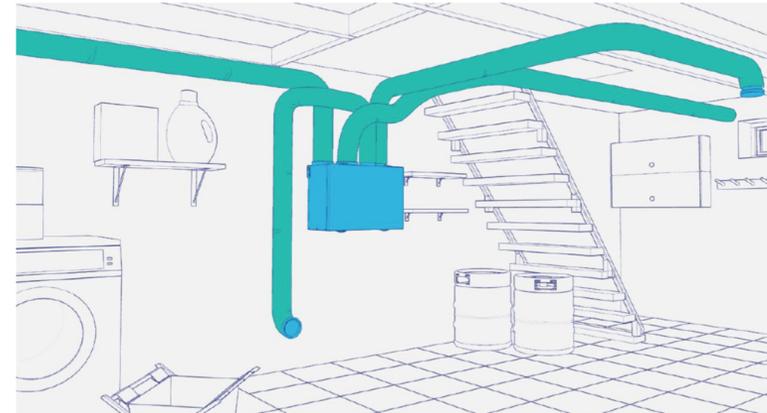


Swegon. [www.archiexpo.com](http://www.archiexpo.com)

- Métodos ativos



[www.fantech.net](http://www.fantech.net)



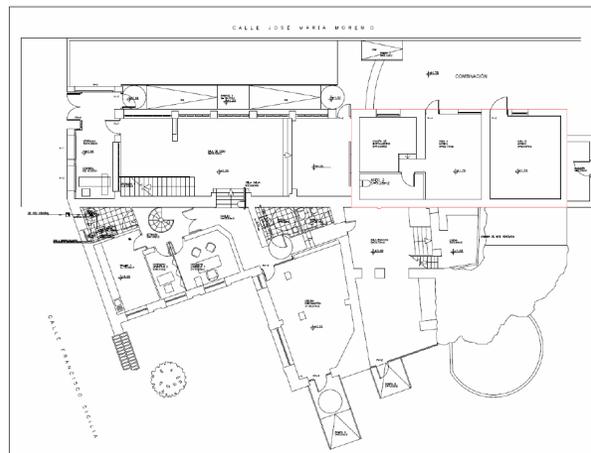
[www.fantech.net](http://www.fantech.net)

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 1

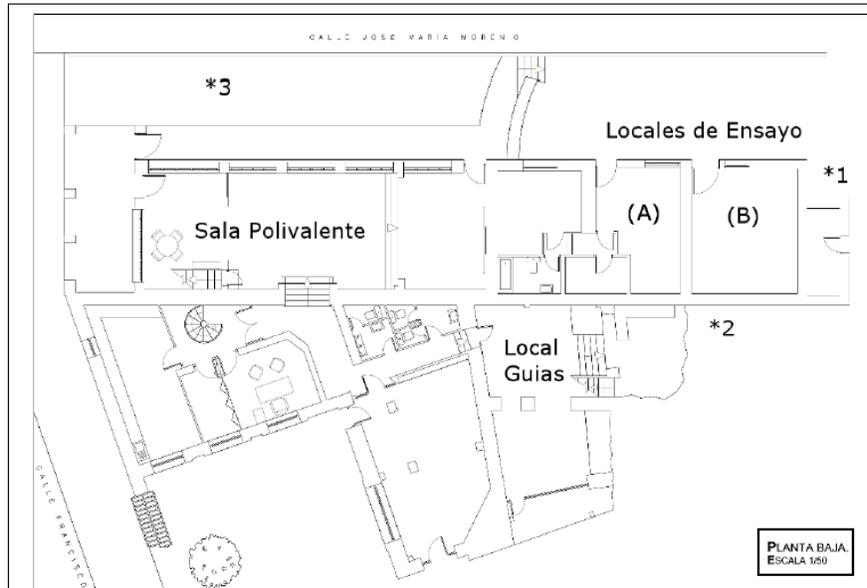
- Ano: 2018
- Técnica: Despressurização em terreno rochoso
- Propriedade: Ayto. de Torrelodones
- Estudo e projeto: Projeto RADON CERO
  - I. E. Torroja – CSIC
  - U. Cantabria



# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 1



### Estudos de concentração e permeabilidade

	$C_{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )	
	1 Marzo al 5 Abril 2016	19 Sept. 2016 al 27 Enero 2017
Sala de Música A	1768 ± 129	1750 ± 120
Sala de Música B	-	1209 ± 85

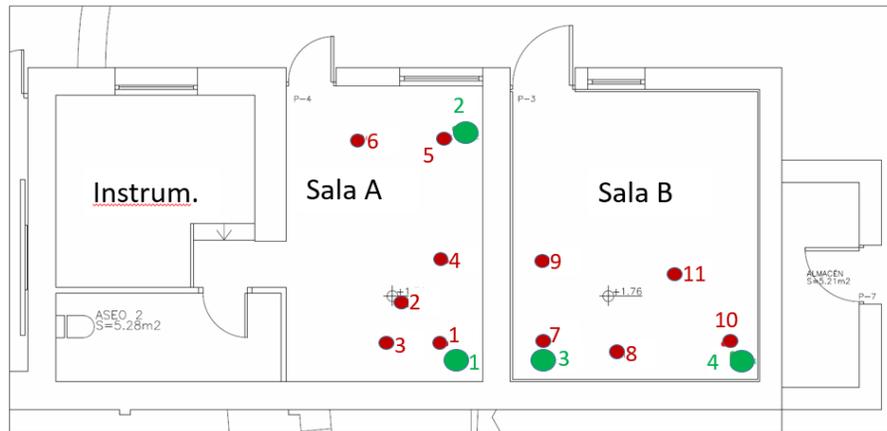
Punto	$C_{Rn}$ (kBq/m <sup>3</sup> )	k (m <sup>2</sup> )	Concentración de actividad (Bq/kg)			
			<sup>238</sup> U	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K
1	14.7	-	-	-	-	-
2	49.4	2x10 <sup>-12</sup>	144 ± 35	145 ± 6	136 ± 23	1490 ± 120
3	13.0	-	-	-	-	-
Media Mundial	-	-	35	35	30	400

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 1

### Estudos de pressão



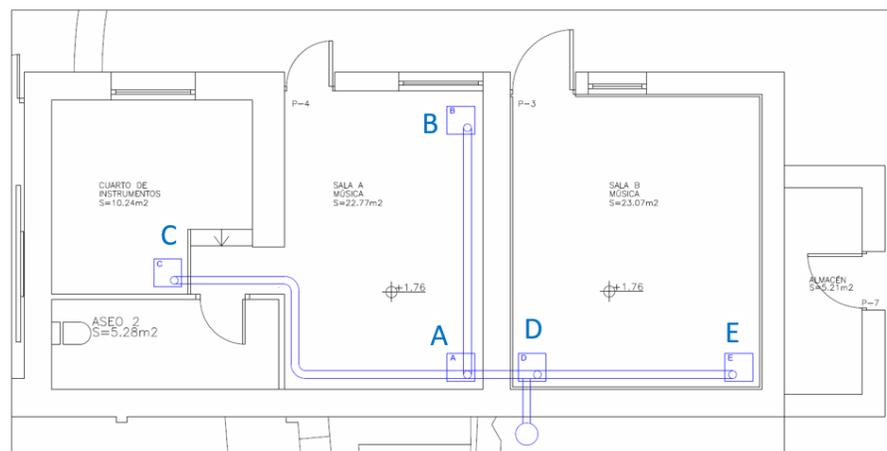
	EXT 1			EXT 2			EXT 3			EXT 4		
	Dist	$\Delta P$ Pot máx	$\Delta P$ Pot mín	Dist	$\Delta P$ Pot máx	$\Delta P$ Pot mín	Dist	$\Delta P$ Pot máx	$\Delta P$ Pot mín	Dist	$\Delta P$ Pot máx	$\Delta P$ Pot mín
1	0.25	-190	-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.25	-8	-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1.18	-2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.70	-2	-1	2.40	-2	0	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	0.25	-210	-60	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1.71	-5	-2	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	0.25	-160	-60	3.30	-2	0
8	-	-	-	-	-	-	1.5	-5	-2	2.05	-27	-5
9	-	-	-	-	-	-	1.70	0	0	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-41	-8
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	-9	-2

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 1

### Proposta



Paulo Norte Pinto

EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)

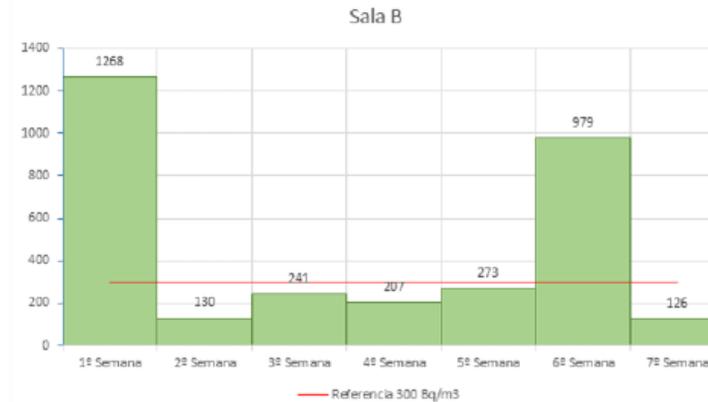
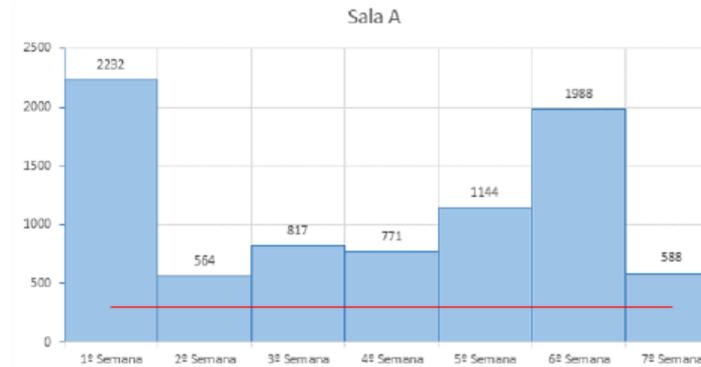
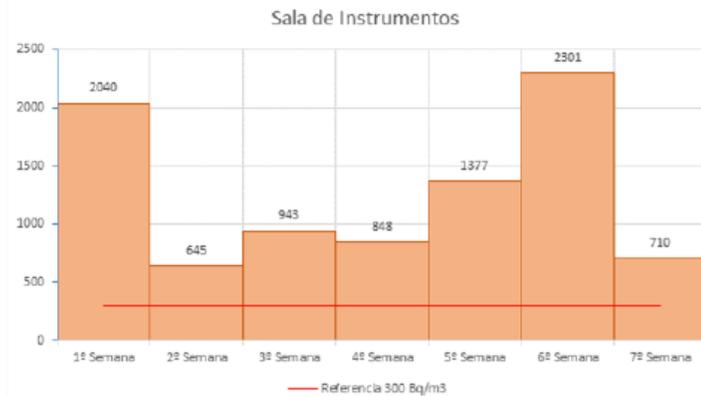
# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 1

### Estudo de combinações

SEMANA	ARQUETAS				
	A	B	C	D	E
1º	X	X	X	X	X
2º	O	O	O	O	O
3º	X	O	X	X	X
4º	O	X	X	X	X
5º	X	X	X	O	X
6º	X	X	X	X	O
7º	X	O	O	X	O



Resultado:

- Combinação + eficaz
- Todas abertas | B, C, E

Melhoria:

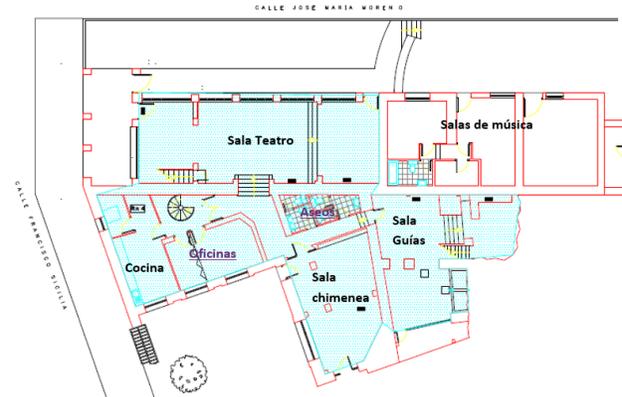
- Aumento da potência de extração.
- 50W > 80W
- Sala A: 245 Bq/m<sup>3</sup>

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

### ESPAÑA | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC) CASO 2

- Ano: 2018
- Técnica: Ventilação com recuperador de calor + pressão positiva
- Propriedade: Particular
- Estudo e projeto: Projeto RADON CERO
  - I. E. Torroja – CSIC
  - Sónia García
  - Pilar Linares
  - U. Cantabria



# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 2

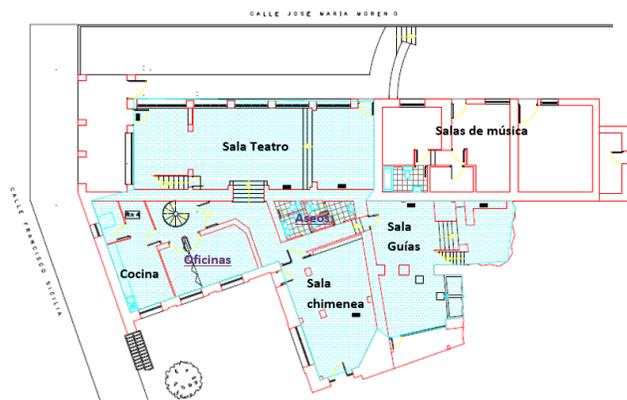


Tabla 1. Valores de concentración obtenidos por la UNICAN.

	CRn (Bq/m <sup>3</sup> )	
	1 Marzo a 5 Abril 2016	19 Sept. 2016 a 27 de Enero 2017
Sala Teatro – Planta baja	677 ± 55	471 ± 37
Sala Guías - Planta baja	78 ± 26	304 ± 29
Aula Fotografía - Primera planta	259 ± 31	-

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**ESPAÑA** | Dr. Arq. Borja Frutos Vázquez – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)  
CASO 2



- Equipamento de ventilação com recuperador de calor
- Fluxo desequilibrado para promover pressurização

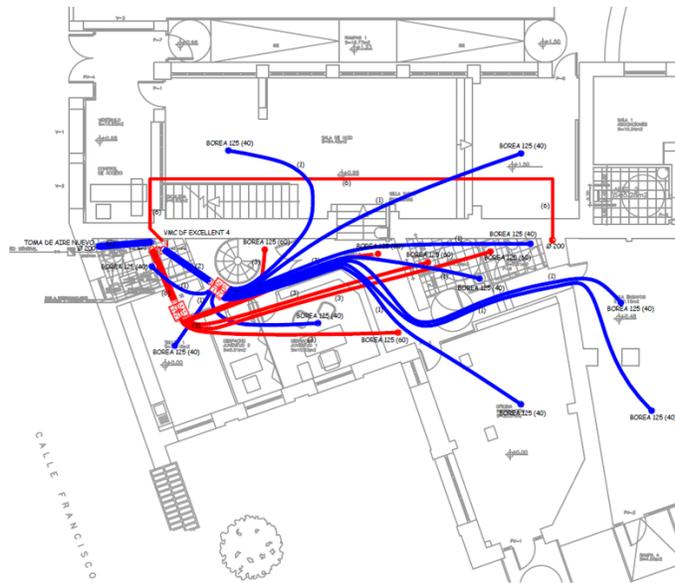


Figura 7. Esquema de distribución de conductos de extracción (rojo) y de impulsión (azul)

- **Extração**
- **Insuflação**
- Mitigação não foi satisfatória, em muito pela fraca estanqueidade do edifício

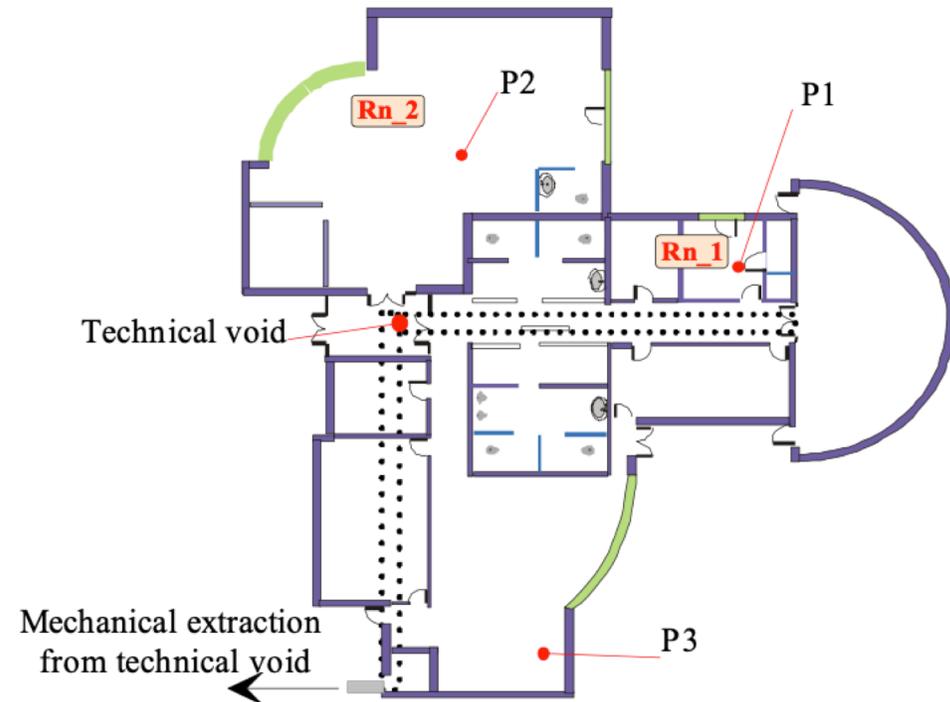
# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**FRANÇA** | Ing. Bernard Collignan – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment  
CASO 3

Edifício de serviços: 600 m<sup>2</sup>

[Rn] antes de remediação: 920 e 1.990 Bq/m<sup>3</sup>



Paulo Norte Pinto

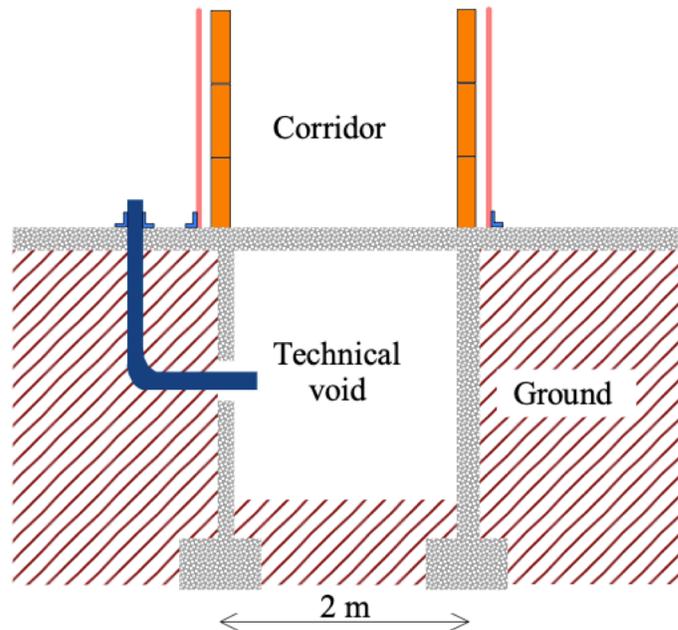
EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**FRANÇA** | Ing. Bernard Collignan – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment  
CASO 3



Selagem interface  
vazio/divisões

Abertura de orifícios na  
interface vazio/subsolo

Ventilador: 300 m<sup>3</sup>/h

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

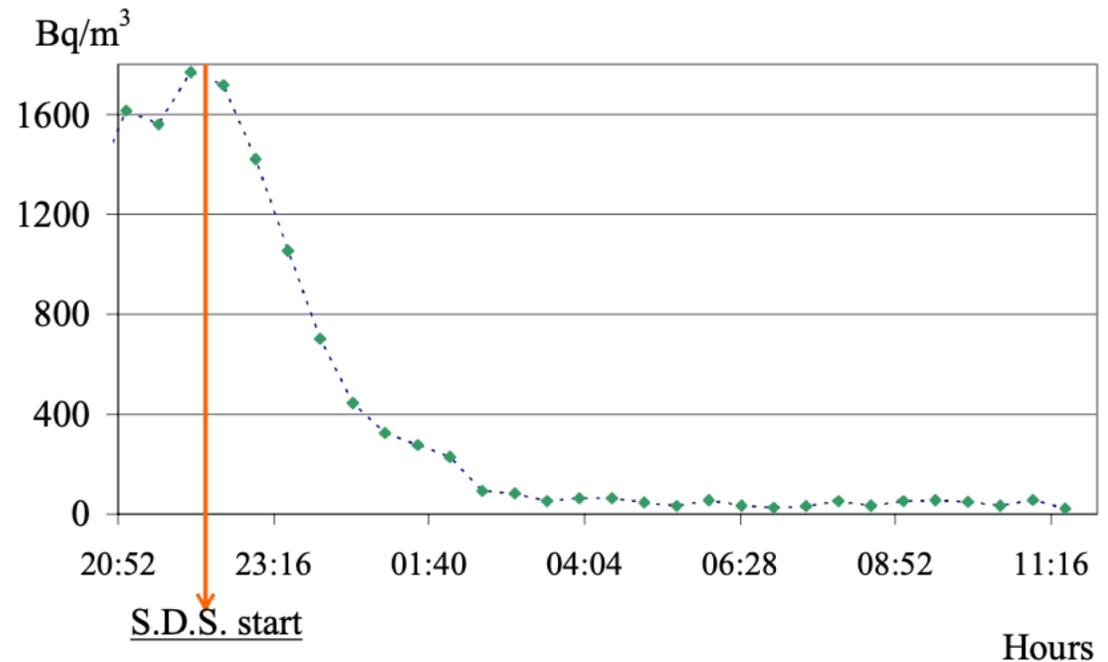
## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**FRANÇA** | Ing. Bernard Collignan – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment  
CASO 3

[Rn] antes de remediação: 920 e 1.990 Bq/m<sup>3</sup>

[Rn] após remediação: 21 e 37 Bq/m<sup>3</sup>

Custo aproximado: €15.000



**REPÚBLICA CHECA** | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering

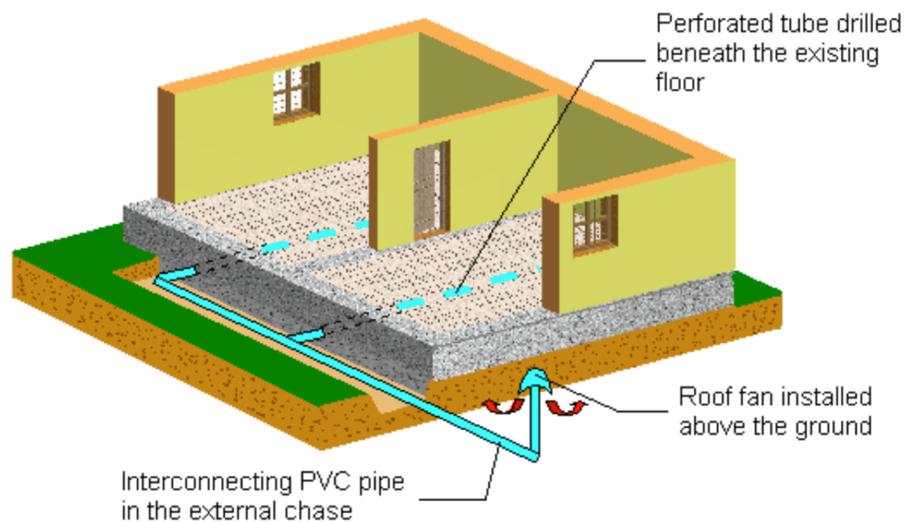
**Perfuração e instalação de drenos sob o piso dos edifícios:**

- Durante a perfuração é necessário ter em conta outras instalações (instalação elétrica, águas e esgotos, etc.);
- Pelo menos um dreno em cada divisão;
- 1m de dreno tem a seguinte influência:
  - Até 5 m<sup>2</sup>: pisos pouco estanques;
  - 5 a 10 m<sup>2</sup>: pisos com estanqueidades intermédias;
  - 10 a 15 m<sup>2</sup>: pisos relativamente estanques.
- Diâmetro dos drenos:
  - *ca.* 60 mm para sistemas ativos;
  - *ca.* 100mm para sistemas passivos.

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**REPÚBLICA CHECA** | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering  
CASO 4



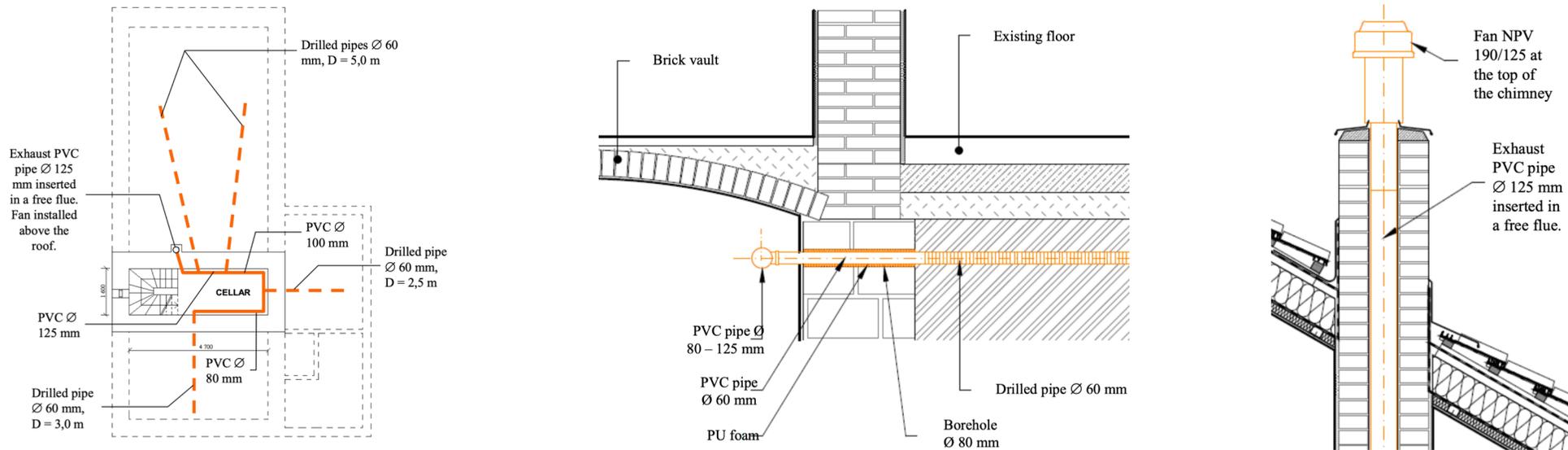
Perfuração efetuada através de vala exterior

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

### REPÚBLICA CHECA | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering

#### CASO 5



[Rn] antes de remediação: 3.240 Bq/m<sup>3</sup>

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

**REPÚBLICA CHECA** | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering  
CASO 5



Perfuração efetuada a partir do interior do edifício

Paulo Norte Pinto

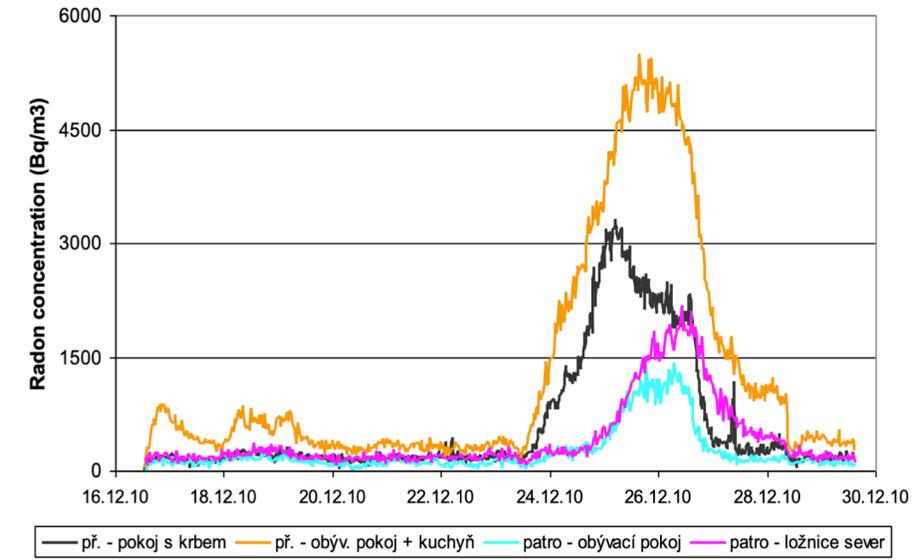
EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**REPÚBLICA CHECA** | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering  
CASO 5



$[Rn]_i$ : 3.240 Bq/m<sup>3</sup>

$[Rn]$  após remediação: 223 Bq/m<sup>3</sup>

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

**REPÚBLICA CHECA** | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering

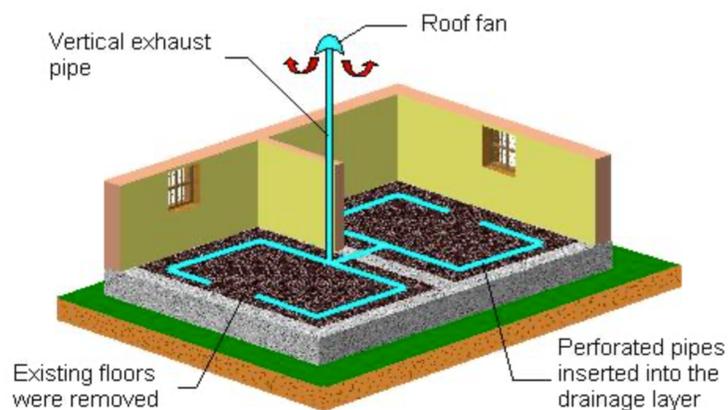
### **Remoção de piso existente e instalação de drenos perfurados:**

- Espessura mínima da camada de drenagem: 150 mm;
- Cascalho de enchimento com uma fração 16/32 mm;
- Drenos colocados junto às paredes para evitar a passagem do radão através da interface piso/parede ou através dos orifícios verticais internos;
- Diâmetro dos drenos:
  - 50 a 60 mm para sistemas ativos;
  - 80 a 100 mm para sistemas passivos.

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

**REPÚBLICA CHECA** | Prog. Ing. Martin Jiránek – Czech Technical University, Department of Architectural Engineering  
CASO 6



Desde 1991 que o Governo Checo concede suporte financeiro para ações de remediação

Paulo Norte Pinto

EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

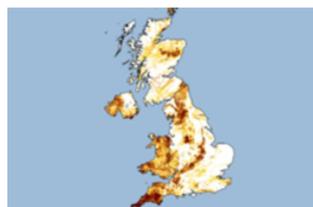
**UK** | Ukradon – Public Health England | [www.ukradon.org](http://www.ukradon.org)

### Three steps to manage radon in buildings - check, measure, act

---

Every building has radon and in most areas the levels are low. Some buildings in "radon Affected Areas" have higher levels. Buildings in these areas should be tested for radon. High levels can be reduced by simple building works. There are three simple steps you can follow:

---



#### 1. Check

Is your property in a radon Affected Area?

[Find out more](#)



#### 2. Measure

If you are in a radon Affected Area you should order a radon measurement pack for your [home](#) or [workplace](#)

[Find out more](#)



#### 3. Act

If the radon level is high you should reduce it using simple building works

[Find out more](#)

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## Overview das soluções aplicadas nos países Europeus

UK | Ukradon – Public Health England | [www.ukradon.org](http://www.ukradon.org)

Floor type	Solid		Suspended	
Radon level* (Bq m <sup>-3</sup> )	Under 500	Over 500	Under 500	Over 500
Recommended solutions, best first	Radon sump or Positive ventilation	Radon sump	Natural under- floor ventilation or Positive ventilation	Mechanical under-floor ventilation or Natural under- floor ventilation

For houses with mixed floor types, a combination of the above can be used.

\*The level of 500 Bq m<sup>-3</sup> is an approximate guide.

# SOLUÇÕES CONTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

## *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

**UK** | Ukradon – Public Health England | [www.ukradon.org](http://www.ukradon.org)

### Remedial costs

Costs depend on many factors including the complexity of the building and whether any of the work can be done by DIY. The table below shows approximate costs for measures installed by a contractor (apart from the DIY sump).

Remedy	Typical cost	Normal range
Active sump (with fan)	£800	Up to £2,000
Active sump (DIY)	£300	Up to £700
Passive sump (without fan)	£450	Up to £1,000
Natural under-floor ventilation	£200	Up to £600
Active under-floor ventilation	£700	Up to £1,500
Positive ventilation	£550	Up to £1,000

Paulo Norte Pinto

EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)

SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS NA PROBLEMÁTICA DO RADÃO

# *Overview* das soluções aplicadas nos países Europeus

Paulo Norte Pinto

EXECUTIVE COMMITTEE OF THE EUROPEAN RADON ASSOCIATION

[www.radoneurope.org](http://www.radoneurope.org)