

Congreso Nacional del Medio Ambiente
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018

EL GAS RADÓN. UN CONTAMINANTE RADIATIVO EN LOS EDIFICIOS QUE REQUIERE UN TRATAMIENTO ESPECIAL

Borja Frutos Vázquez
Bloque temático Renovación urbana
#conama2018



- 01 EL RADÓN. NATURALEZA Y RIESGOS PARA LA SALUD**
- 02 EL RADÓN EN LA EDIFICACIÓN**
- 03 TÉCNICAS DE PROTECCIÓN**
- 04 IMPLICACIONES TRANSVERSALES**



01

EL RADÓN. NATURALEZA Y RIESGOS PARA LA SALUD



NATURALEZA DEL RADÓN

RADÓN COMO ELEMENTO RADIATIVO. Isótopo (Rn-222):

Gas de origen natural cuya fuente principal es el terreno.

Cadena de desintegración U_{238} : (Uranio-Radio-Radon)

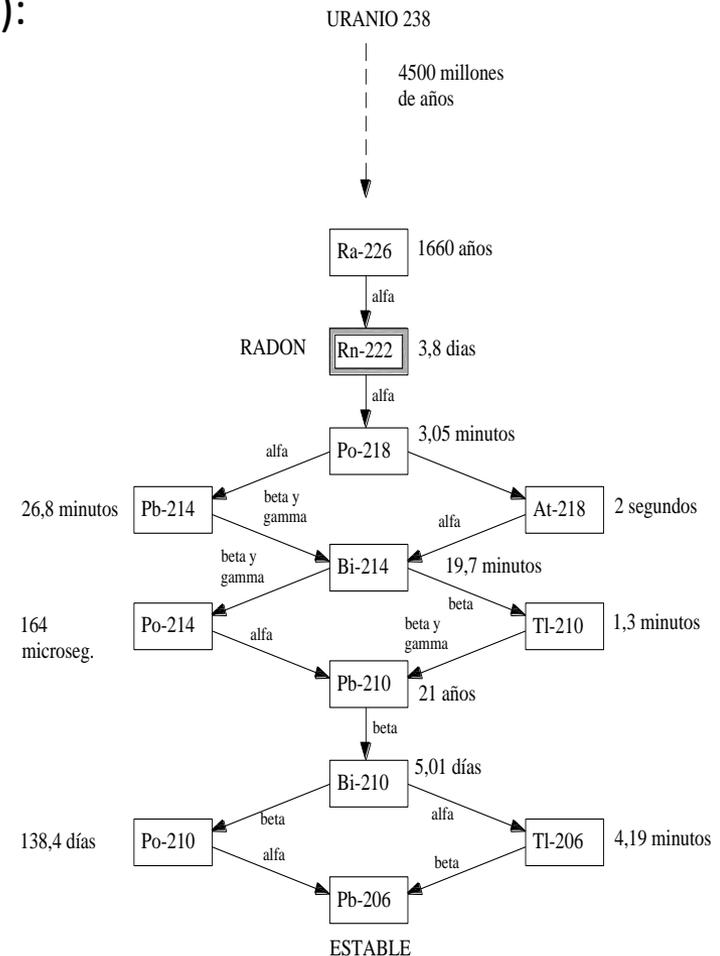
RADÓN COMO ELEMENTO QUÍMICO:

Gas inerte: Químicamente estable

Densidad: 9,73 kg/m³. (a 0°C y 1 atmósfera):
8 veces más pesado que el aire (1,2 kg/m³)

Incoloro, inodoro, insípido

Soluble en agua u otros líquidos



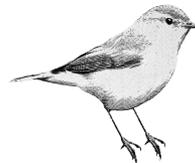
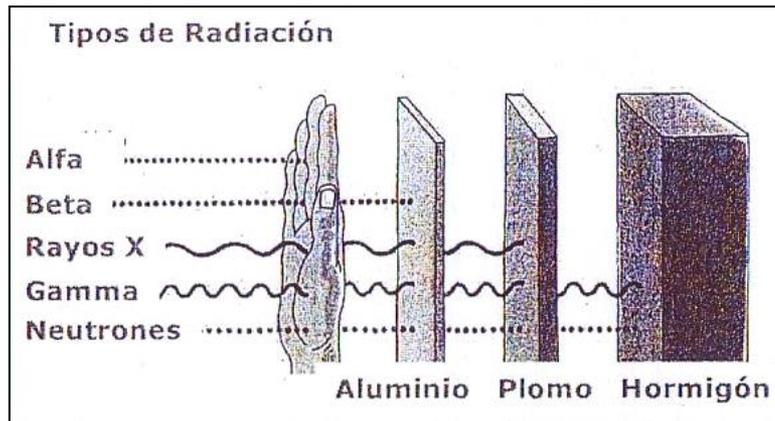


RIESGOS PARA LA SALUD

RADIACIÓN: Desintegración espontanea del átomo que da lugar a otros elementos y a la emisión de partículas subatómicas (radiación):

- Radiación ALFA (menor penetración // mayor daño)
- Radiación BETA
- Radiación Gamma

Al ser inhalado acerca la radiación a tejidos sensibles



SALUD:

- Considerado agente cancerígeno Grupo 1. (OMS)
- Segunda causa de contracción de cáncer pulmonar detrás del tabaco
- 15% de cáncer pulmonar en todo el mundo es causado por el radón
- Equiparable a muertes por accidentes de tráfico

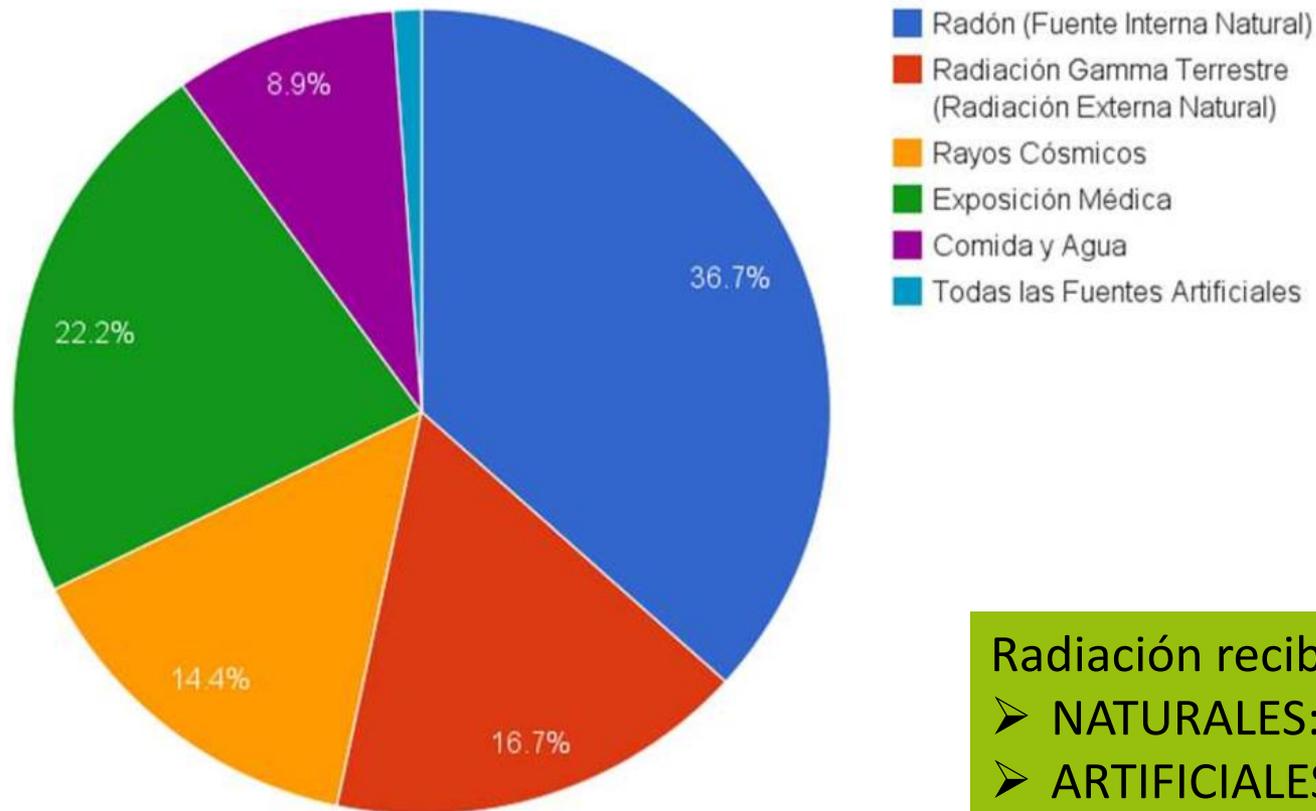
Bequerel: nº desintegraciones/s.

Concentración de actividad: Bq/m³



EXPOSICIÓN A LAS RADIACIONES IONIZANTES

Exposición a las Radiaciones Ionizantes en Humanos



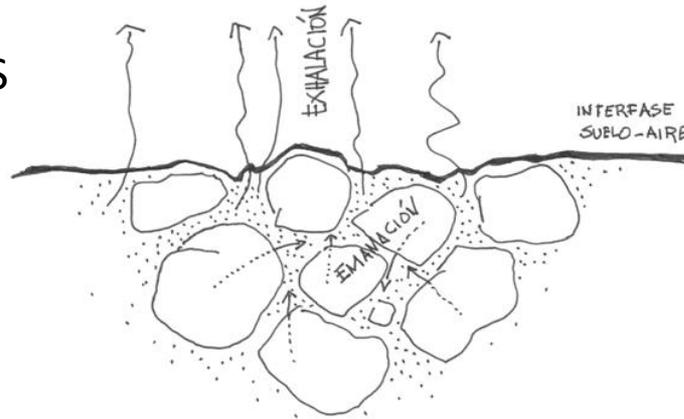
Radiación recibida de fuentes:

- **NATURALES: 80 %**
- **ARTIFICIALES: 20 %**



EL RADÓN EN LA NATURALEZA

➤ RADÓN EN SUELOS



➤ RADÓN EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- Por la incorporación de materias primas con Ra
- Su contribución a la Cn Interior es menor
20% materiales // 80% Suelos

➤ RADÓN DISUELTO EN AGUA

TIPO DE ROCA	Contenido medio URANIO U ²³⁸
Basálticas	1,0 (ppm)
Graníticas	5,0 (ppm)
Arcillas	3,7 (ppm)
Arenas	0,5 (ppm)

Contenido en Radio - 226		
Material de construcción	Mínimo [Bq/kg]	Máximo [Bq/kg]
Ladrillos	45,2	143
Hormigón	21,1	192
Morteros	19,8	82
Plaqueta cerámica	63,0	117
Arena	13,3	41
Arcilla	40,9	199
Cemento	36,5	88
Yeso	12,1	86



02

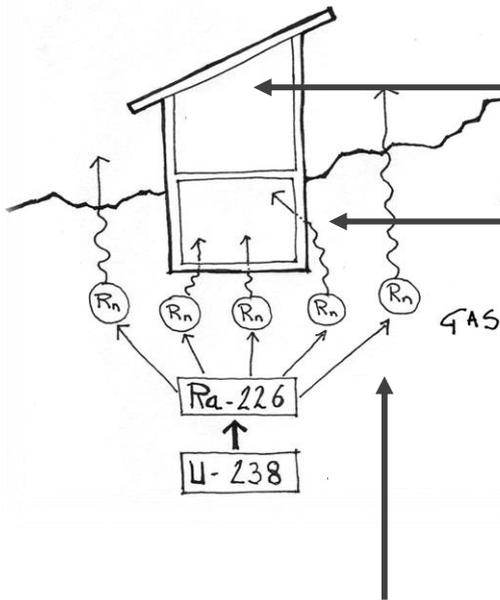
EL RADÓN EN LA EDIFICACIÓN



EL RADÓN EN LA EDIFICACIÓN

Acumulación : Riesgo en concentraciones > 300 Bq/m³

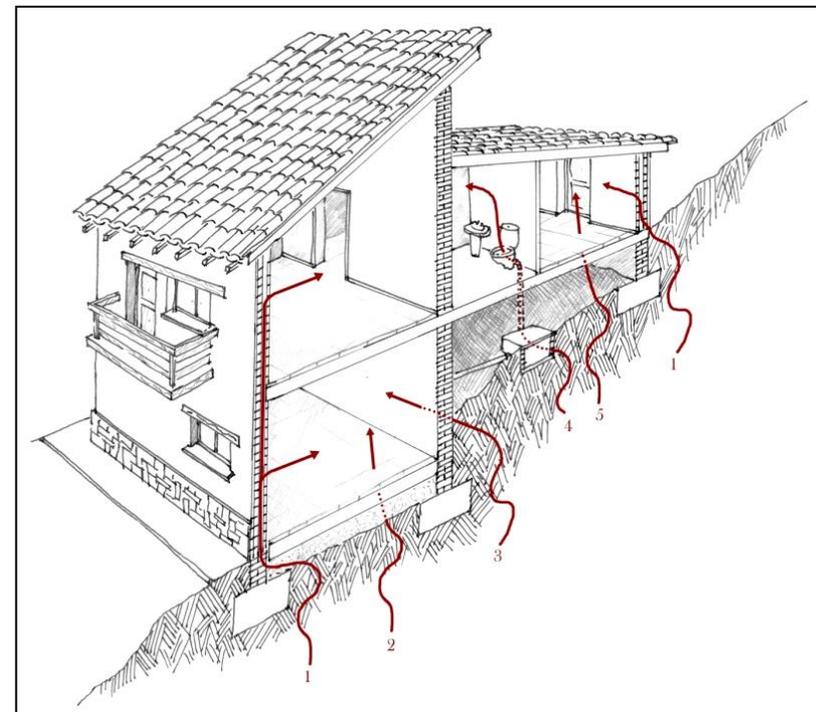
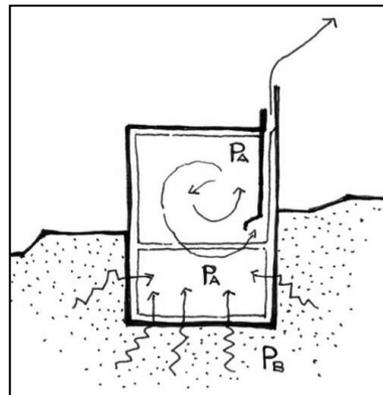
Transporte /Entrada:



Radon generation.

Advección : ($P_B > P_A$).
(porosidad) , fisuras, juntas

Difusión: A través de materiales

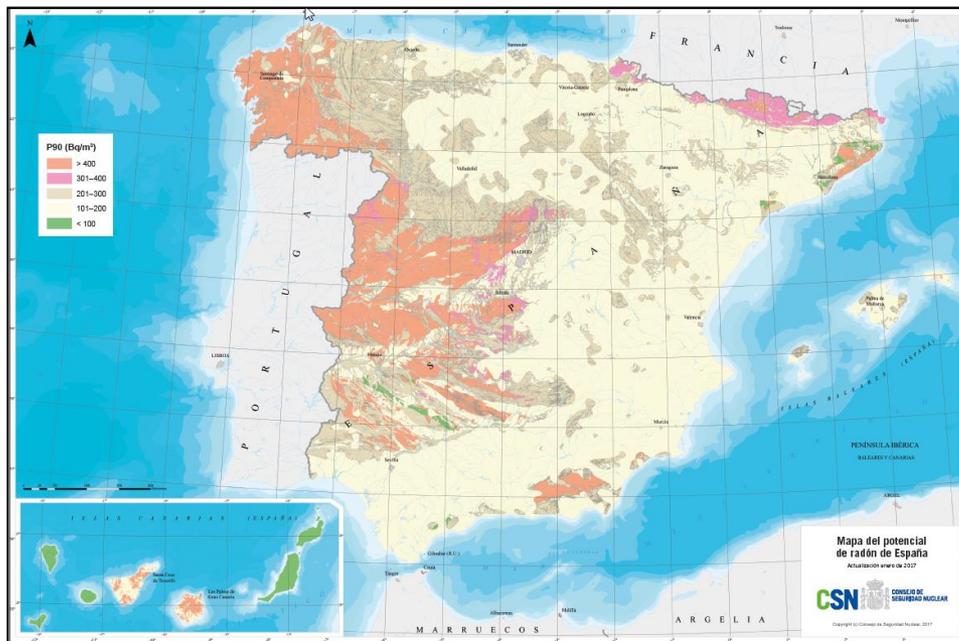


Vías de entrada

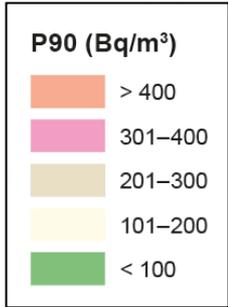


UMBRALES Y MARCO REGULADOR

	VIV. EXISTENTES	VIV. NUEVAS
Recomendación Europea. (90/143/EURATOM):	400 Bq/m ³	200 Bq/m ³
OMS (2009)	100 Bq/m ³	100 Bq/m ³
Directiva 2013/59/Euratom	300 Bq/m ³	300 Bq/m ³



CTE. DB HS-6 (*borrador*)
Protección frente al gas radón



Consejo de Seguridad Nuclear. 2017



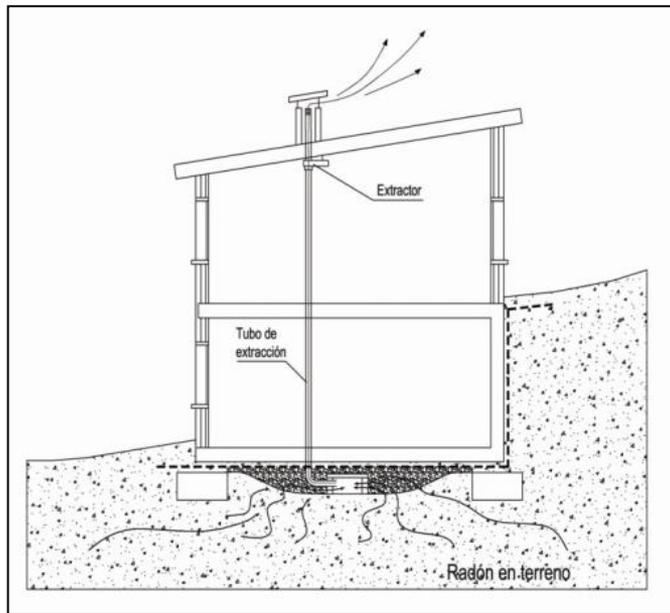
03

TÉCNICAS DE PROTECCIÓN



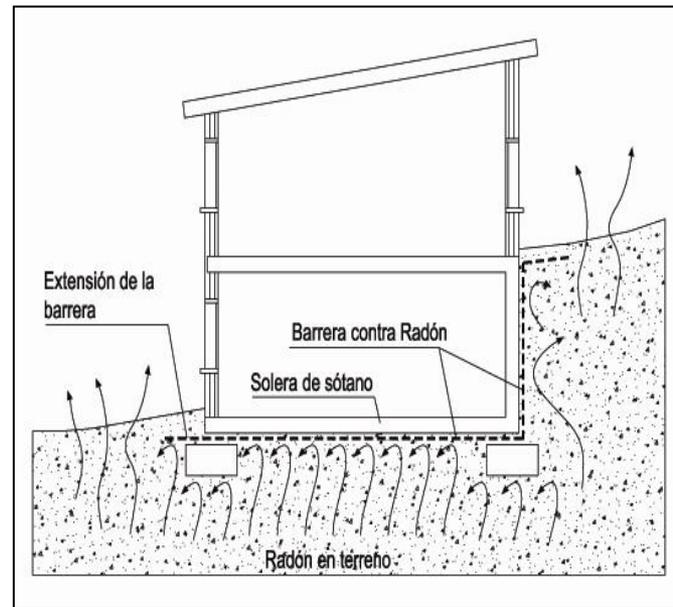
ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN

Basadas en **3 mecanismos básicos**



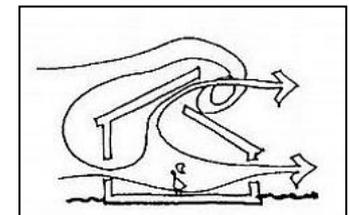
Despresurización del Terreno

Evacuar el gas. Crear vías preferentes



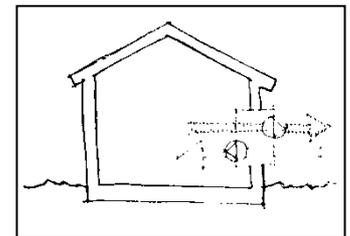
Barreras

Reforzar la estanquidad



Natural

Forzada



Ventilación

Dilución y sobre-presión



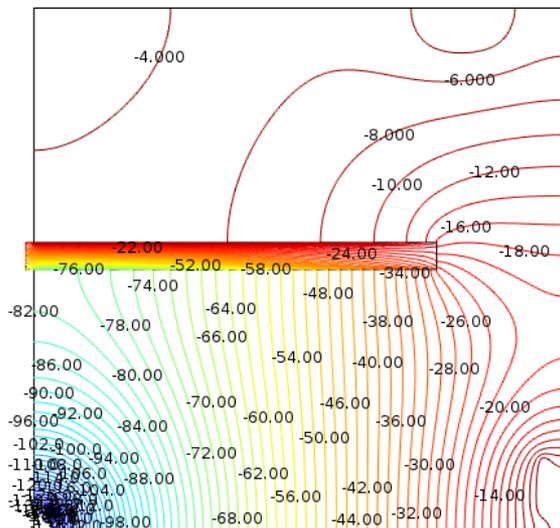
DESPRESURIZACIÓN DEL TERRENO

La extracción se puede crear mediante **NATURAL** ó **FORZADA**

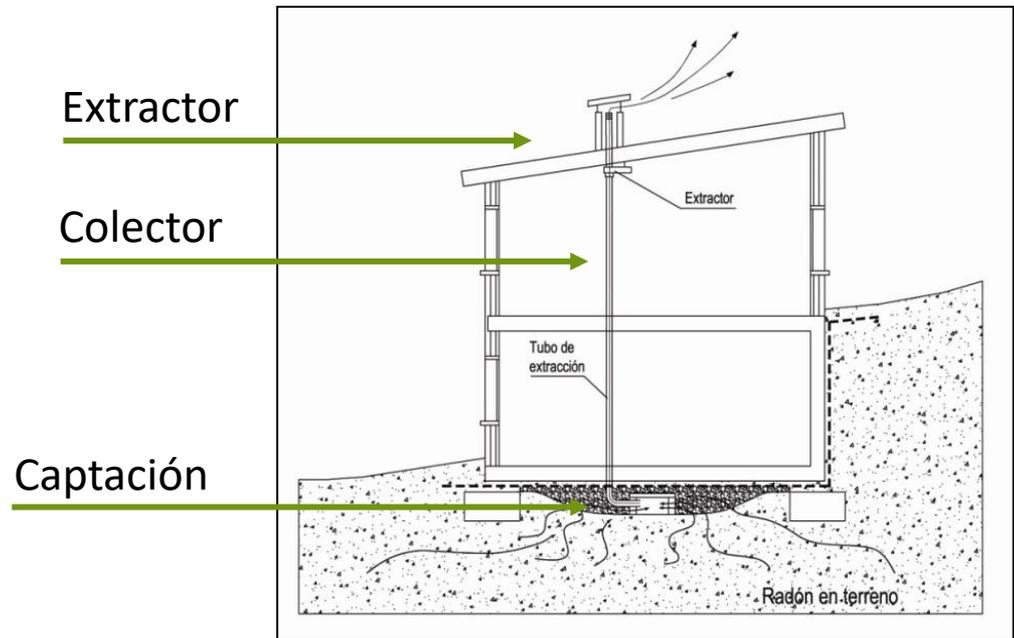
Objetivo.

Extender la presión a toda la superficie

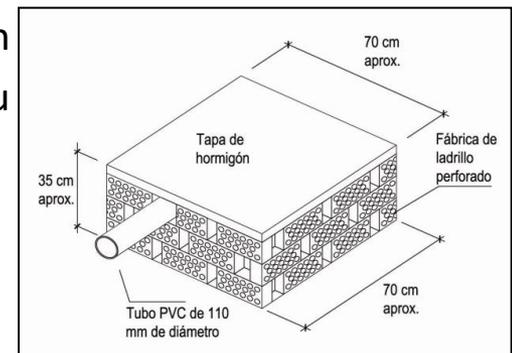
- Superficie y Permeabilidad de terreno
- Número de puntos
- Potencia necesaria



Simulación de flujos y presiones



Arqueta de captación
Construcción in situ



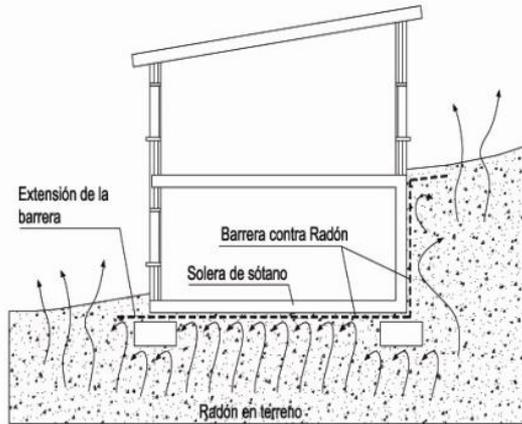


DESPRESURIZACIÓN DEL TERRENO



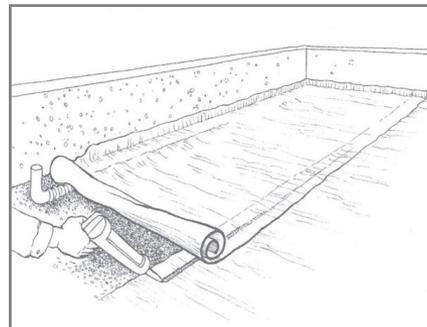
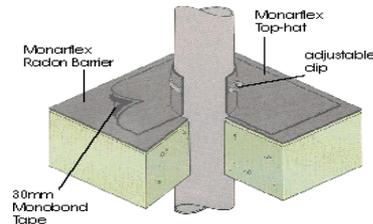
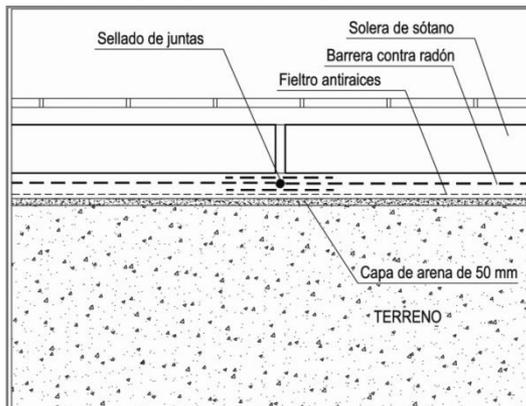


BARRERAS FRENTE A RADÓN



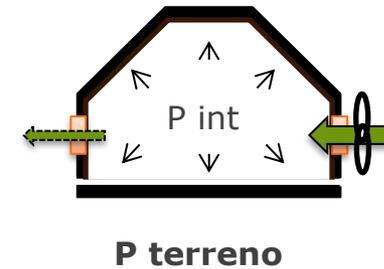
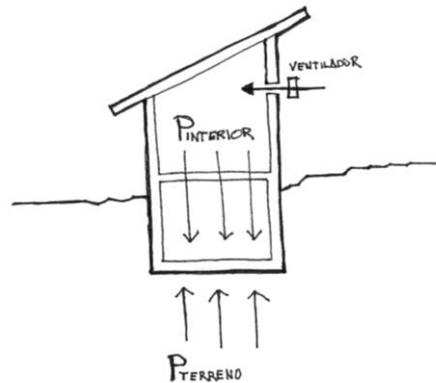
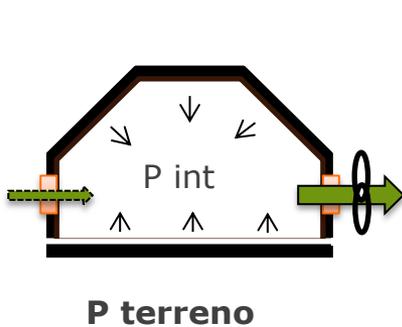
Obra nueva. Bajo solera

Puntos conflictivos





VENTILACIÓN/DILUCIÓN



ΔP (Terreno-Interior) NEGATIVO. Depresión

ΔP (Terreno-Interior) POSITIVO. Presurización

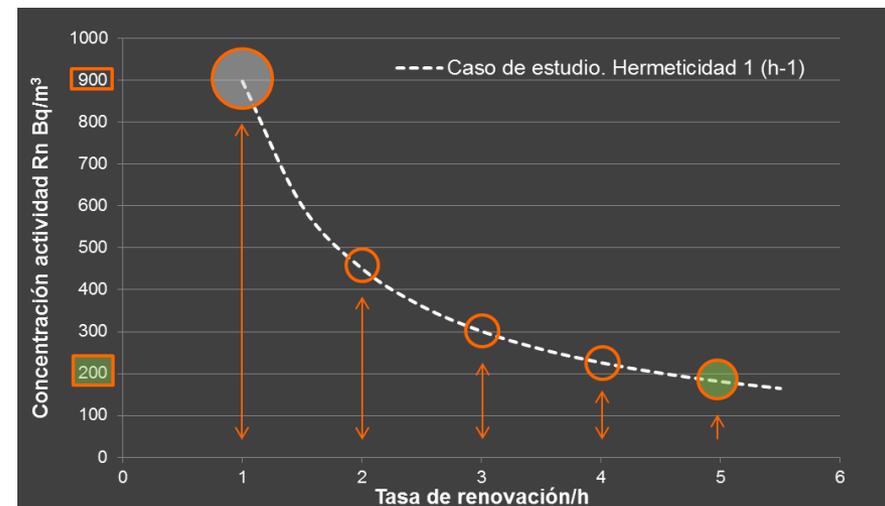
TASAS NECESARIAS

$$C = R / V \cdot \lambda t$$

$R = Bq/s$ Tasa de entrada de radón por el suelo.

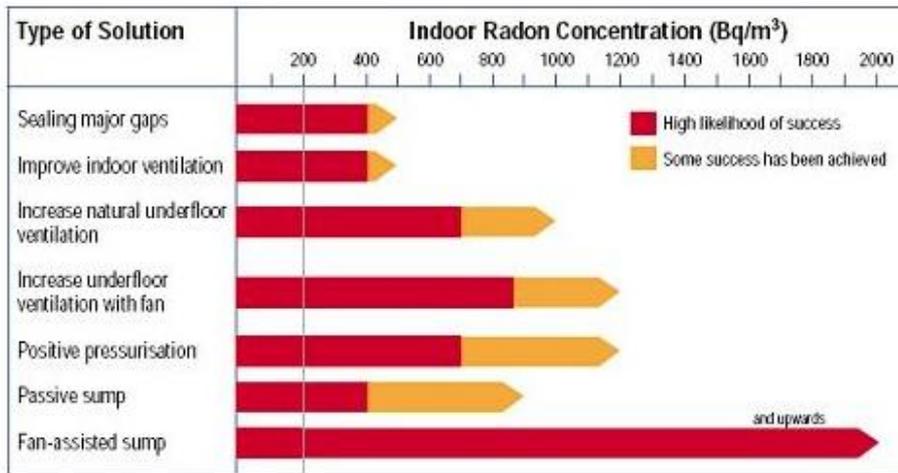
V . Volumen de acumulación. Espacio habitado.

λt (h^{-1}) Sumatorio (λ_d const desintegración + λ_h tasa de hermeticidad + λ_r tasa de renovaciones /h)

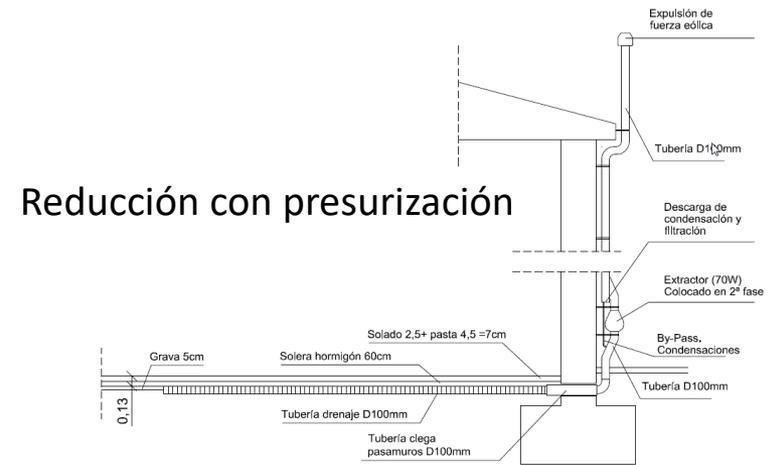




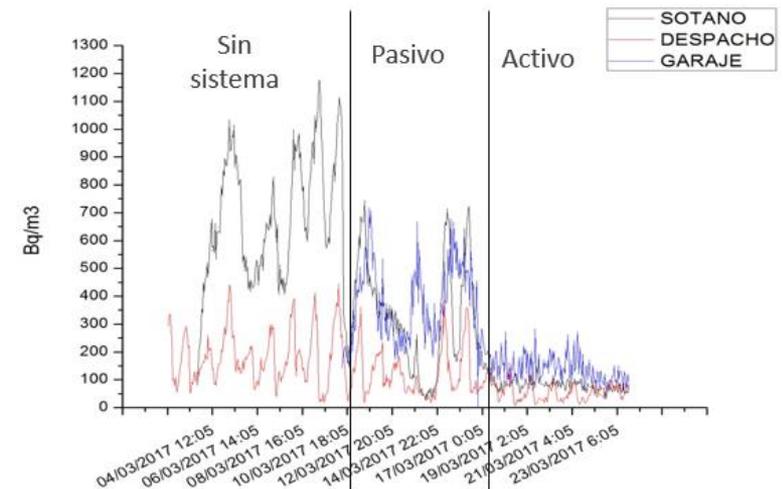
EFFECTIVIDADES



Source UK Building Research Establishment



Reducción con presurización



Las efectividades medias:

- Barreras : 40-60 %
- Ventilación interior: 50%
- Despresurización pasiva: 40-60%
- Despresurización activa: >90%



04

IMPLICACIONES TRANSVERSALES



TRATAMIENTO TRANSVERSAL CON OTROS REQUISITOS EN LA EDIFICACION

EFICIENCIA ENERGÉTICA.

La hermeticidad de un edificio repercute en la concentración interior

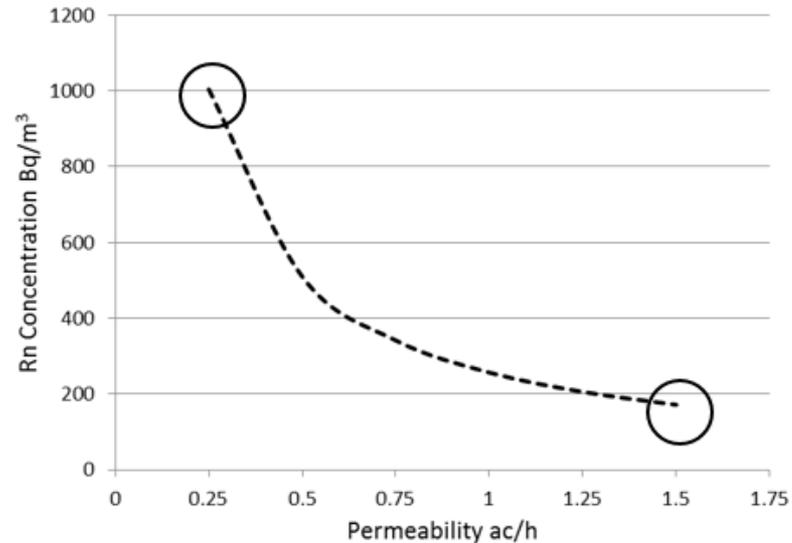
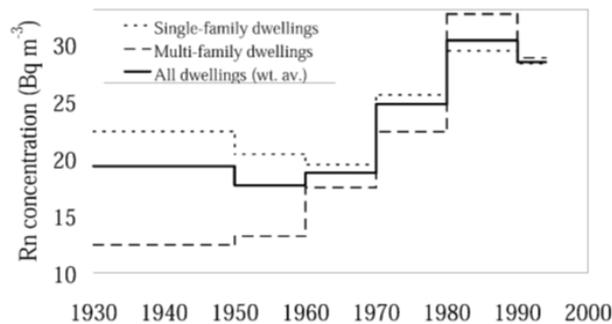
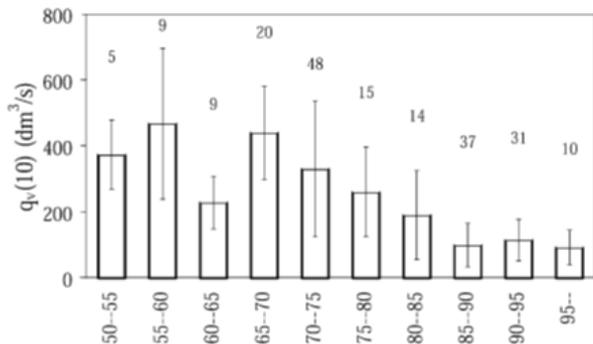


Figure 6: Permeability / Rn concentration

Cálculo teórico:

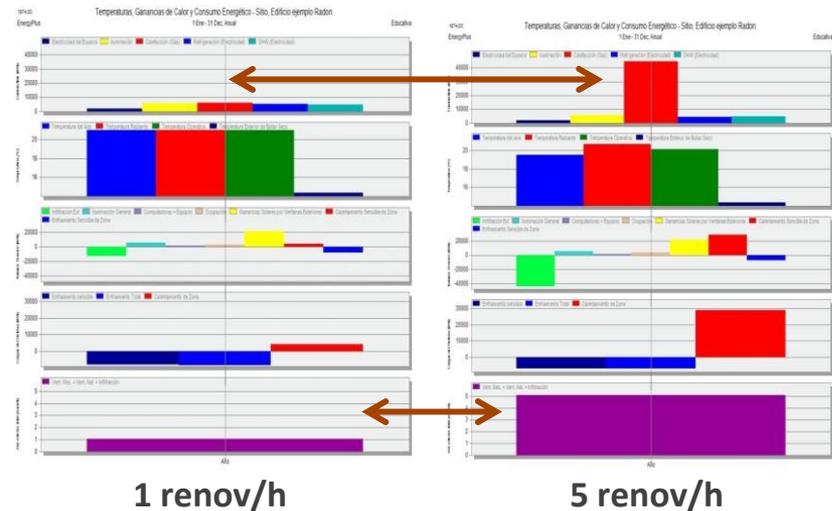
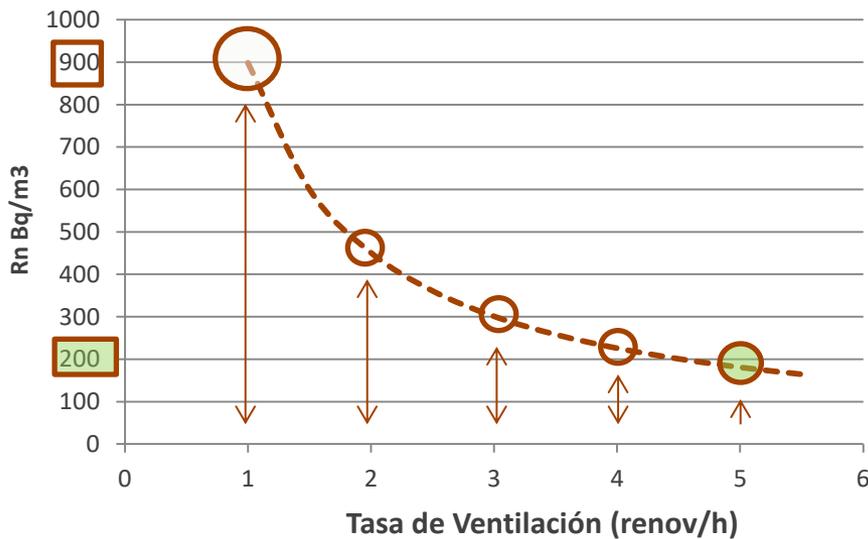
Repercusión de la infiltración de un edificio en la concentración interior.

Caso estudio en Alemania.
(Lembrechts 2001)

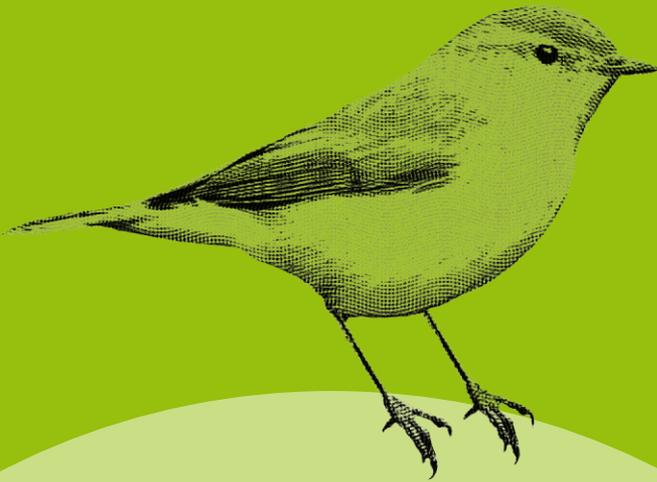


TRATAMIENTO TRANSVERSAL CON OTROS REQUISITOS EN LA EDIFICACION

Las **TASAS DE RENOVACIÓN** necesarias implican mermas en la eficiencia energética:



- El aumento de 1 a 5 renovaciones/hora, supone un gasto extra de: 33.380 kWh/year (2600€ año) para mantener las condiciones de confort.
- Con intercambiadores de calor se puede reducir del orden de 4 veces



¡Gracias!

#conama2018