

**XIII JORNADAS DE CALIDAD EN EL CONTROL
DE LA RADIATIVIDAD AMBIENTAL**

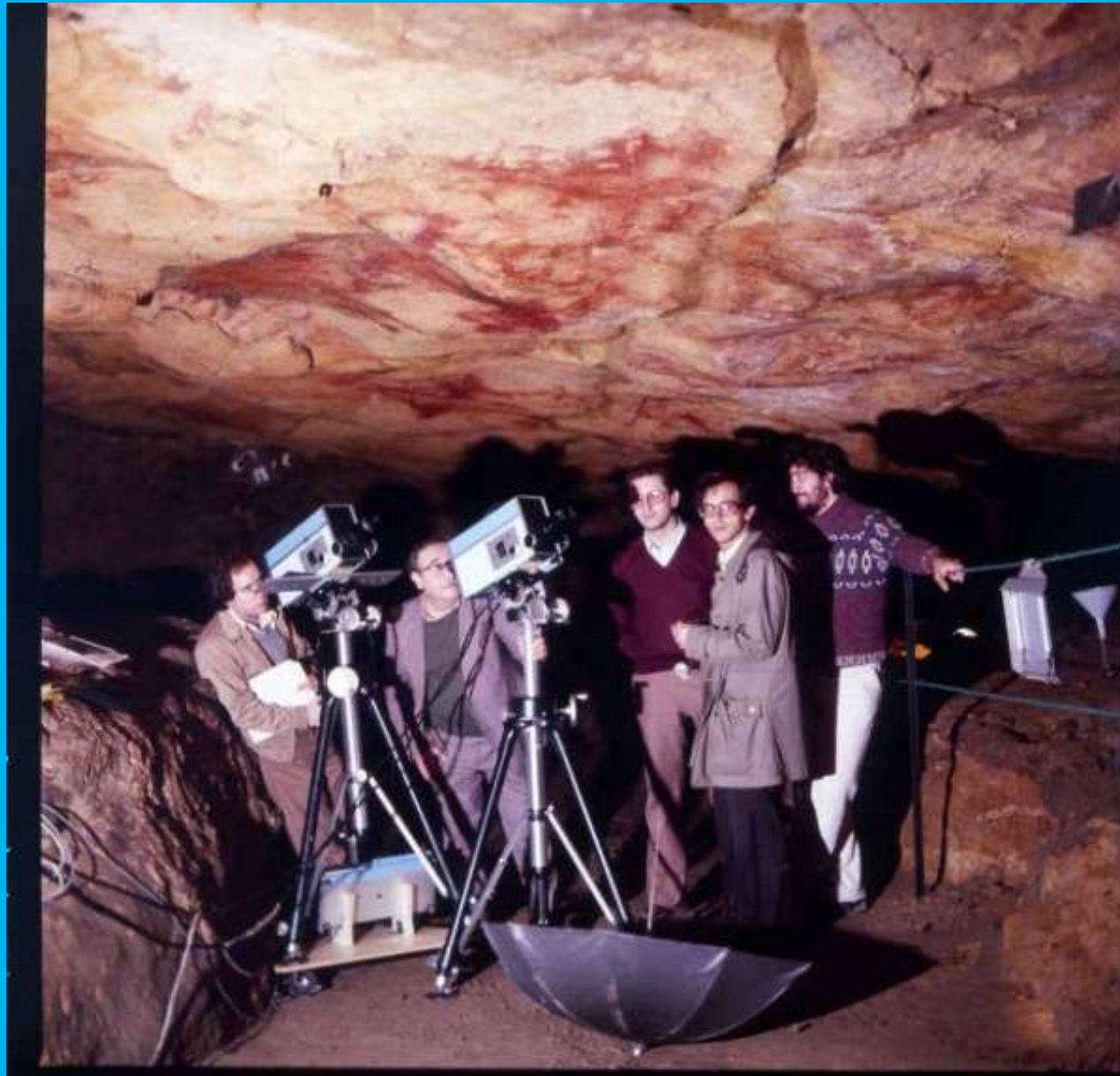


“Radon: ¿ Una nueva fuente de empleo?”

3 de junio de 2026

Paraninfo de la Universidad de Cantabria

**Luis Santiago Quindos Poncela
Catedrático Emérito ad Honorem de la
Universidad de Cantabria
GRUPO RADON**



1982

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Grupo Radon

49 AÑOS CON LA RADIACION NATURAL

.- 17000 MEDIDAS DE RADON: VIVIENDAS Y PUESTOS DE TRABAJO

.-17000 ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

.- 13000 MEDIDAS DE RADIACION GAMMA EXTERNA



2 CATEDRATICOS

2 Profesores Permanentes

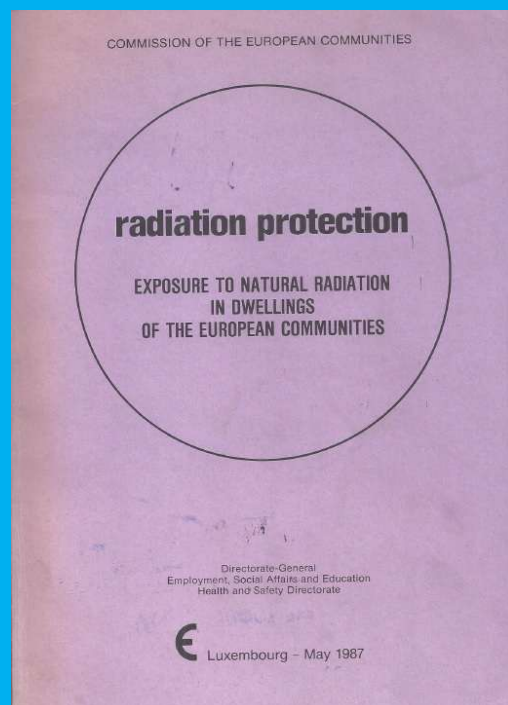
1 Ayudante doctor

4 Contratados de investigacion





TRACE Radon



1989

MetroRADON- TRACE Radon
Metrology for Radon Monitoring
An European research project
2021-2025

LeaRn4LIFE
Coordinator: APA, Portugal
2022-2027



.- ENSAYO UTILIZANDO
DETECTORES DE TRAZAS

.- CALIBRACION DE
MONITORES DE RADON Y
DETECTORES

Monitores de Radón en Continuo Detectores de trazas

Calibración – Verificación Factores de calibracion



VAMOS CON EL TEMA DE HOY.....

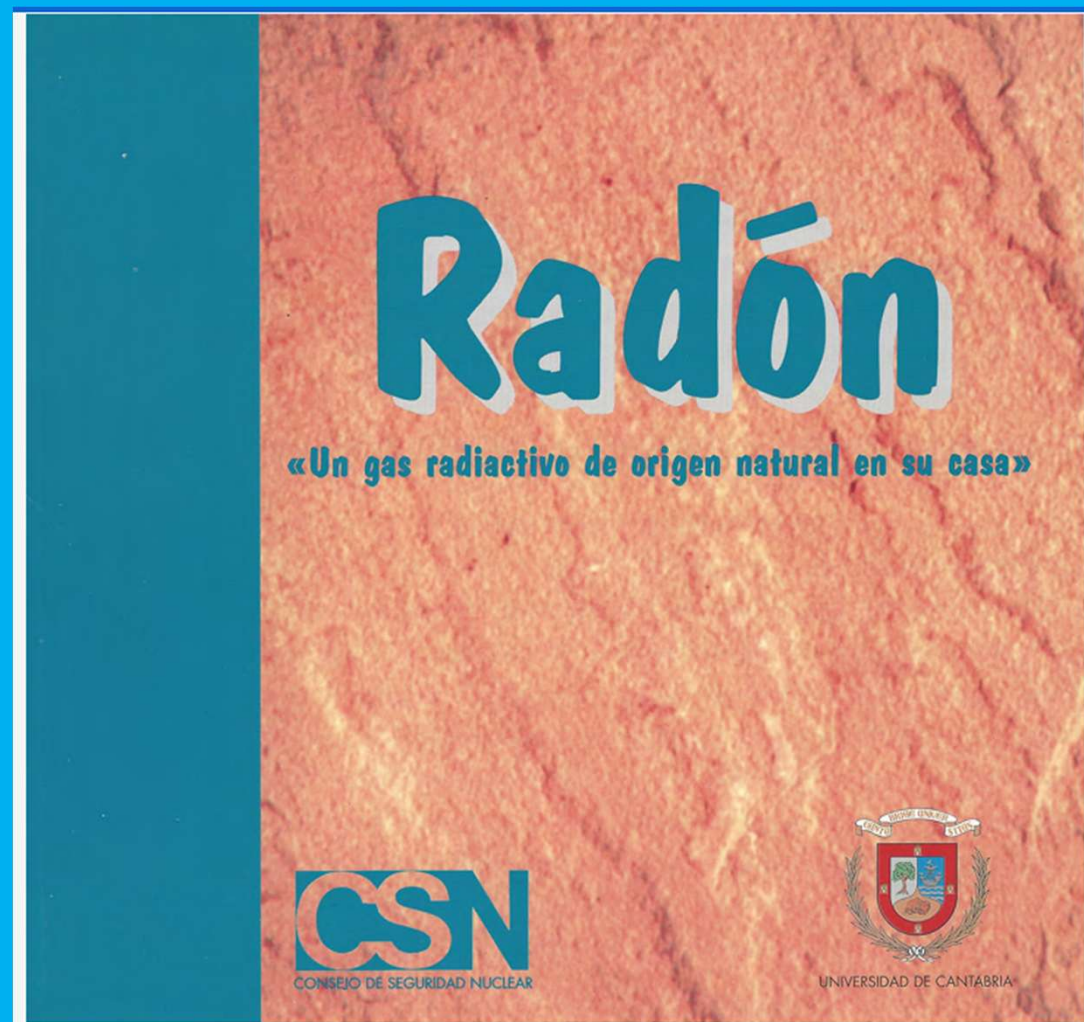
Primer folleto divulgativo: 1995



Video divulgativo: 2001



Video divulgativo: 2005
Radon: un nuevo reto para los
arquitectos del siglo XXI

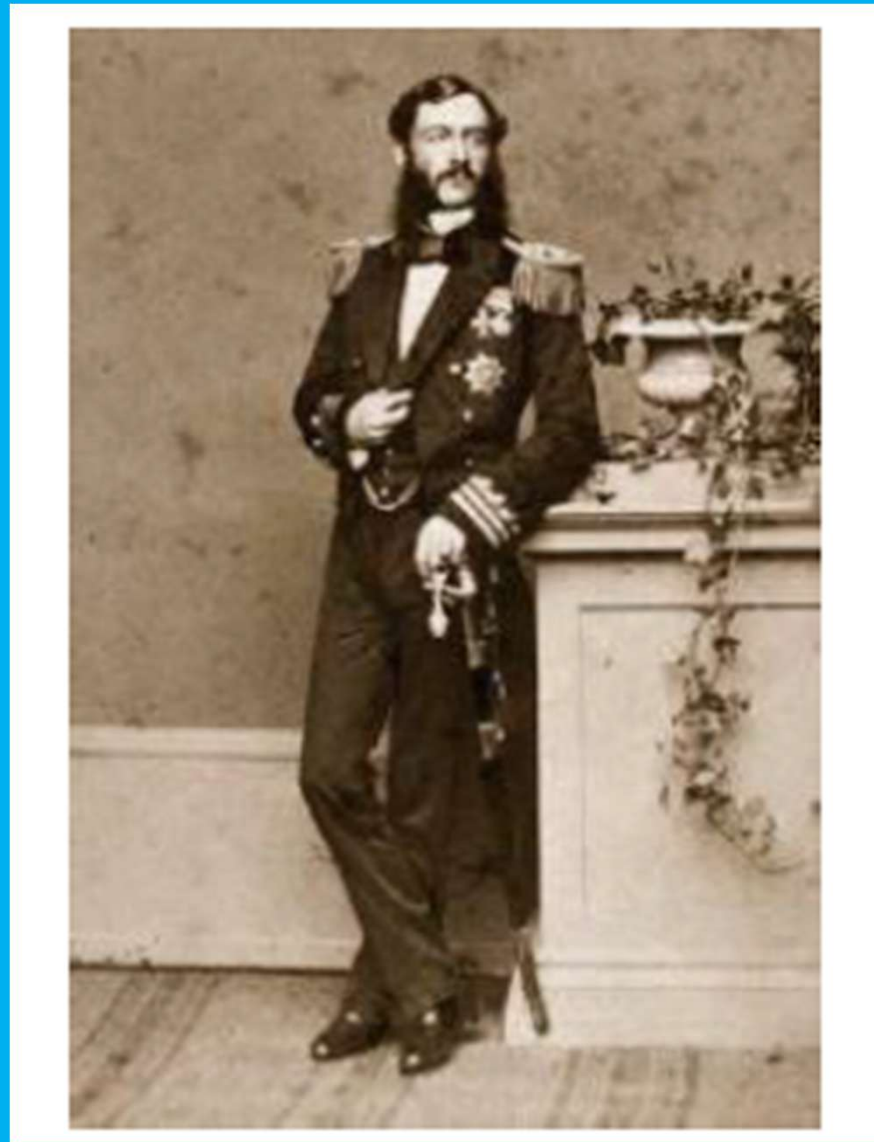


Diapositiva 8

QPLS1

i

Quindos Poncela, Luis Santiago; 11/12/2025



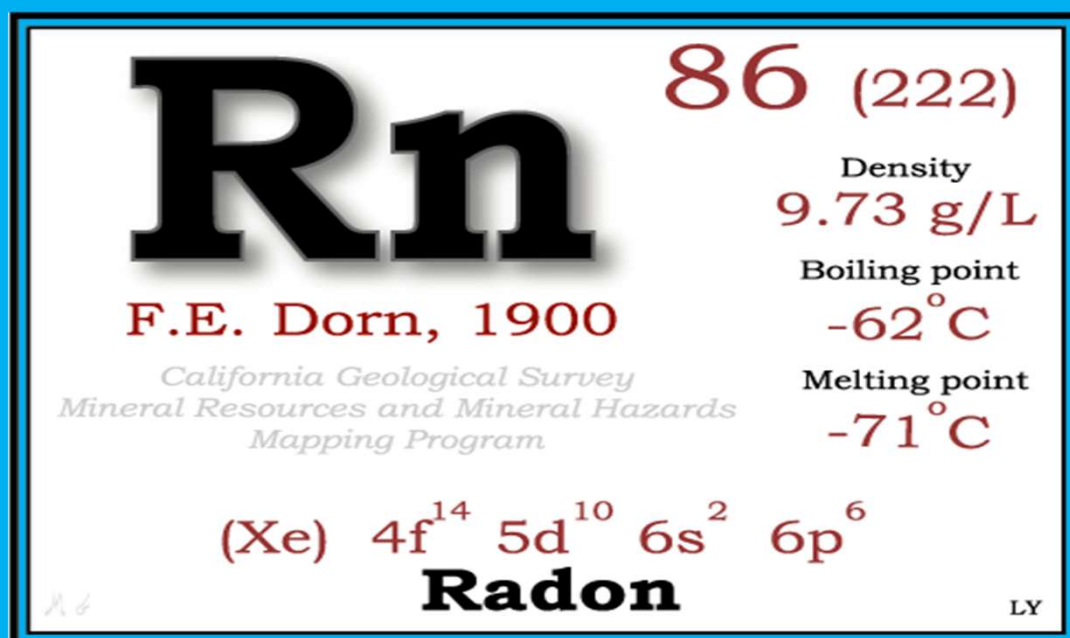
Friedrich Ernst Dorn

1890

“emanacion de radio”

NOBLE GAS

RADIOACTIVE: 47 %

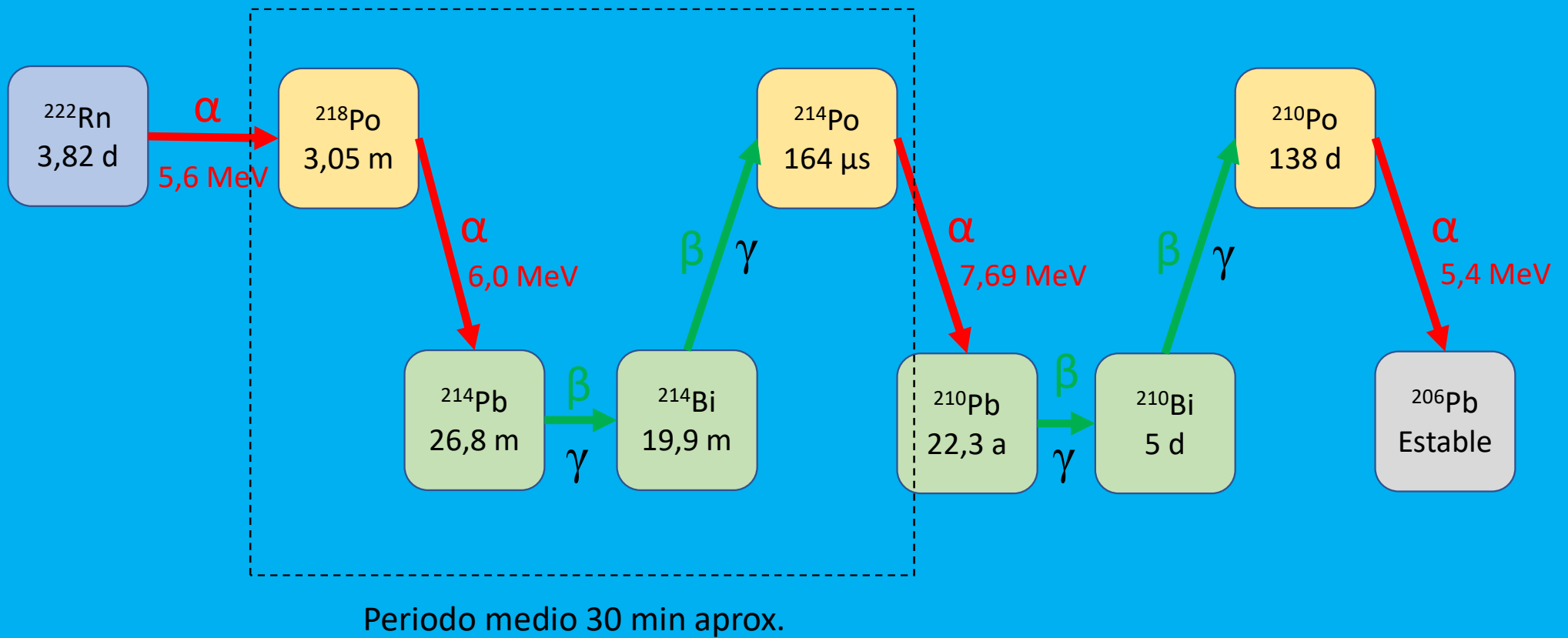


LARUC



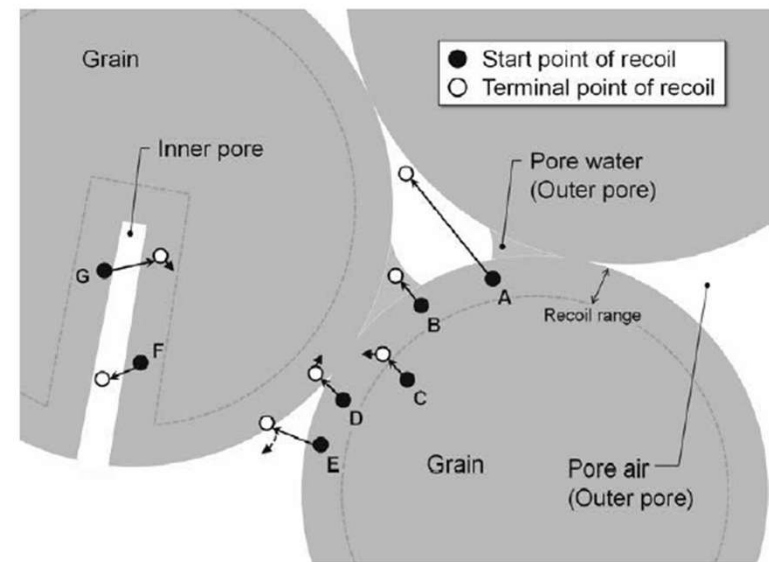
Prof. Eugenio Villar Garcia

Radon y descendientes



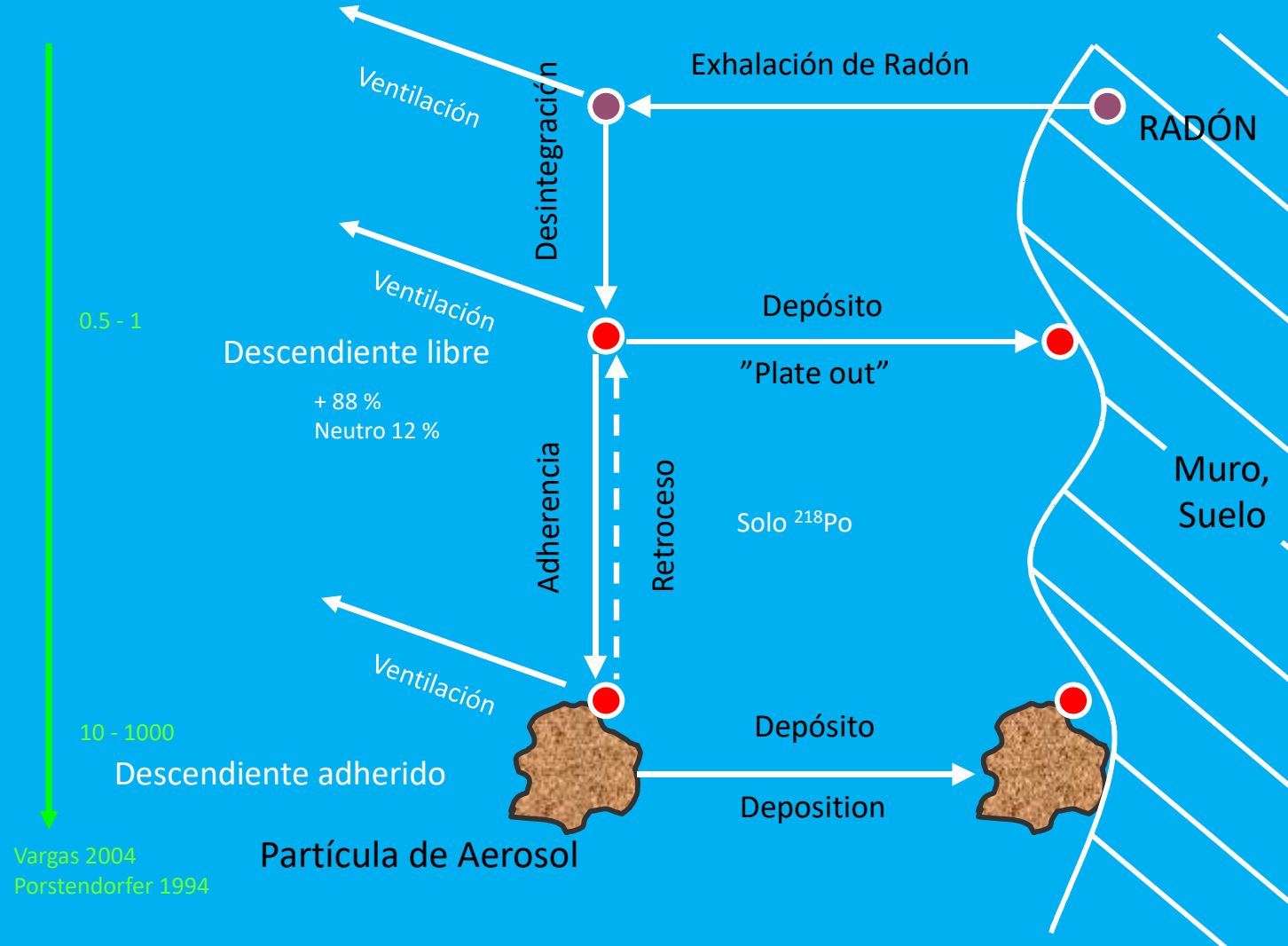
Emanation

- Recoil distances for Rn-222:
 - 20-70 nm for common minerals
 - 100 nm for water
 - 63 μm in air
- Radon emanation coefficient is the fraction of radon atoms that escape from a Ra-226 mineral grain into the adjacent pore space
- Representative value of radon emanation suggested by UNSCEAR is $\varepsilon=0.2$ in soils (within the range 0.01-0.8)
- Radon emanation is affected by many factors, such as: grain sizes, moisture content, porosity, permeability,...

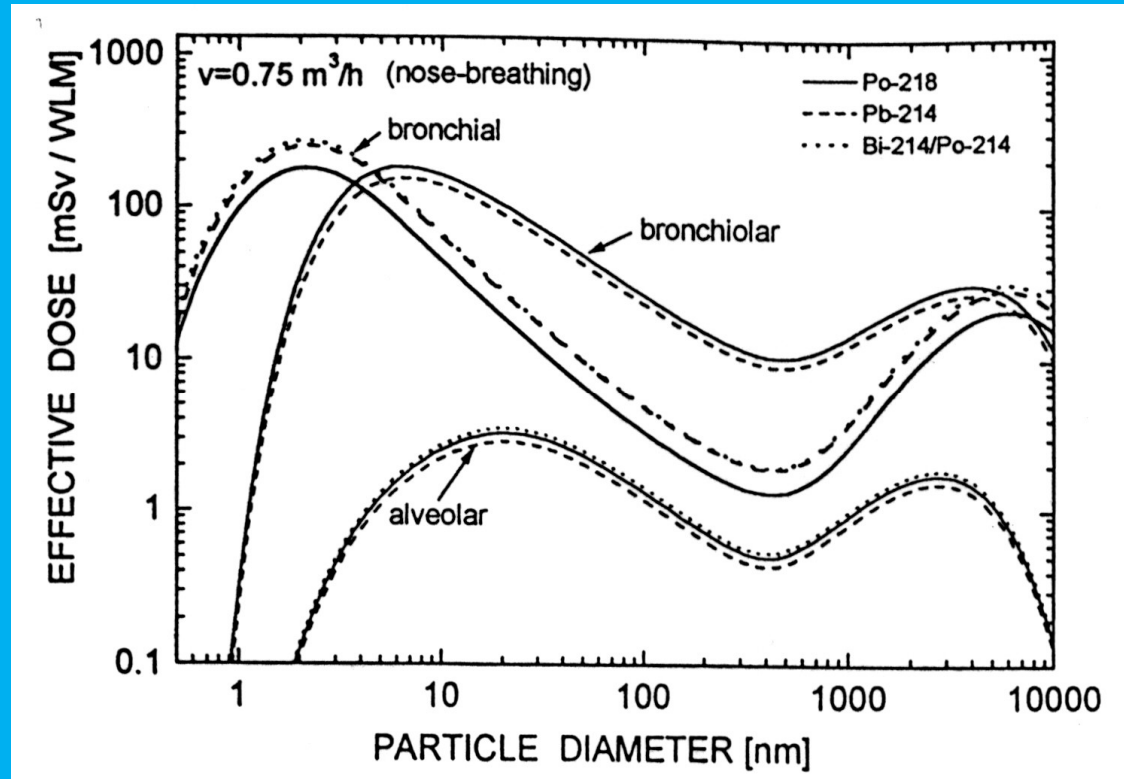


Descendientes del radón

Tamaño (nm)



Descendientes del radón



Ref: Porstendorfer and Reinniking, 1998

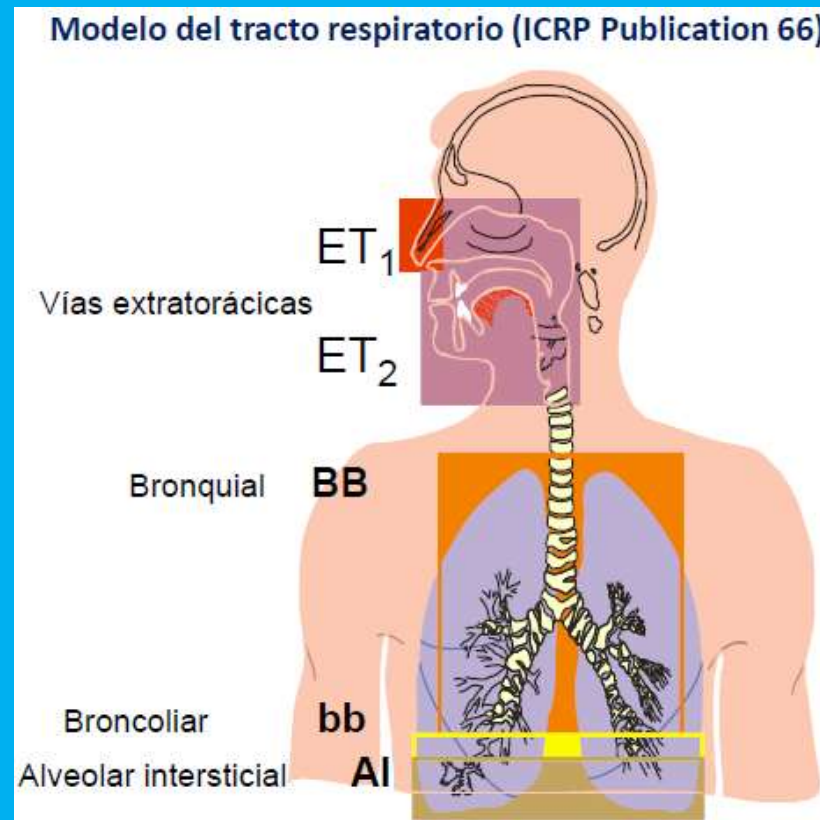
Radon y descendientes

Inhalación de aerosoles

Se distinguen las zonas con distinta sensibilidad a la radiación

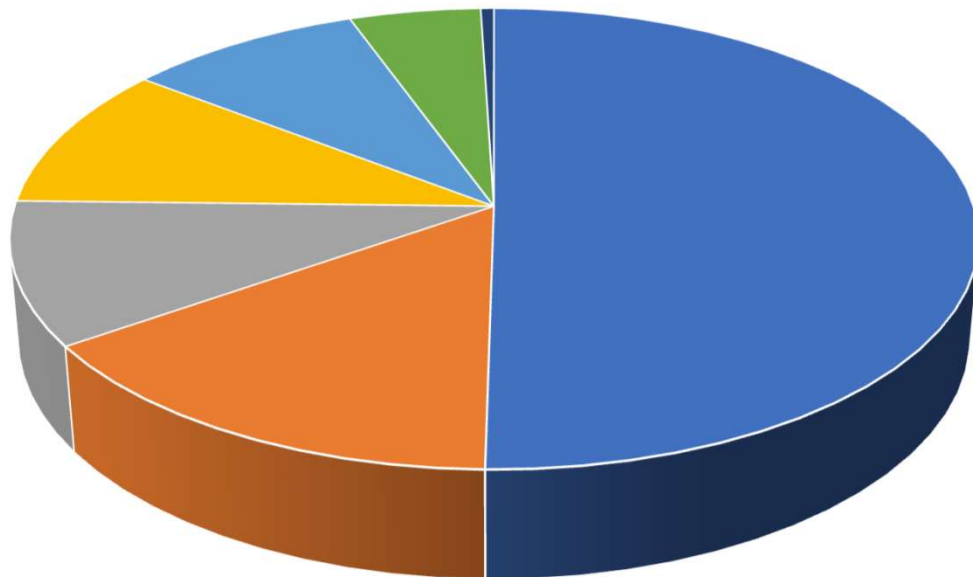
Importante determinar la concentración de descendientes

Tamaño de las partículas a las que se ligan o fracción libre

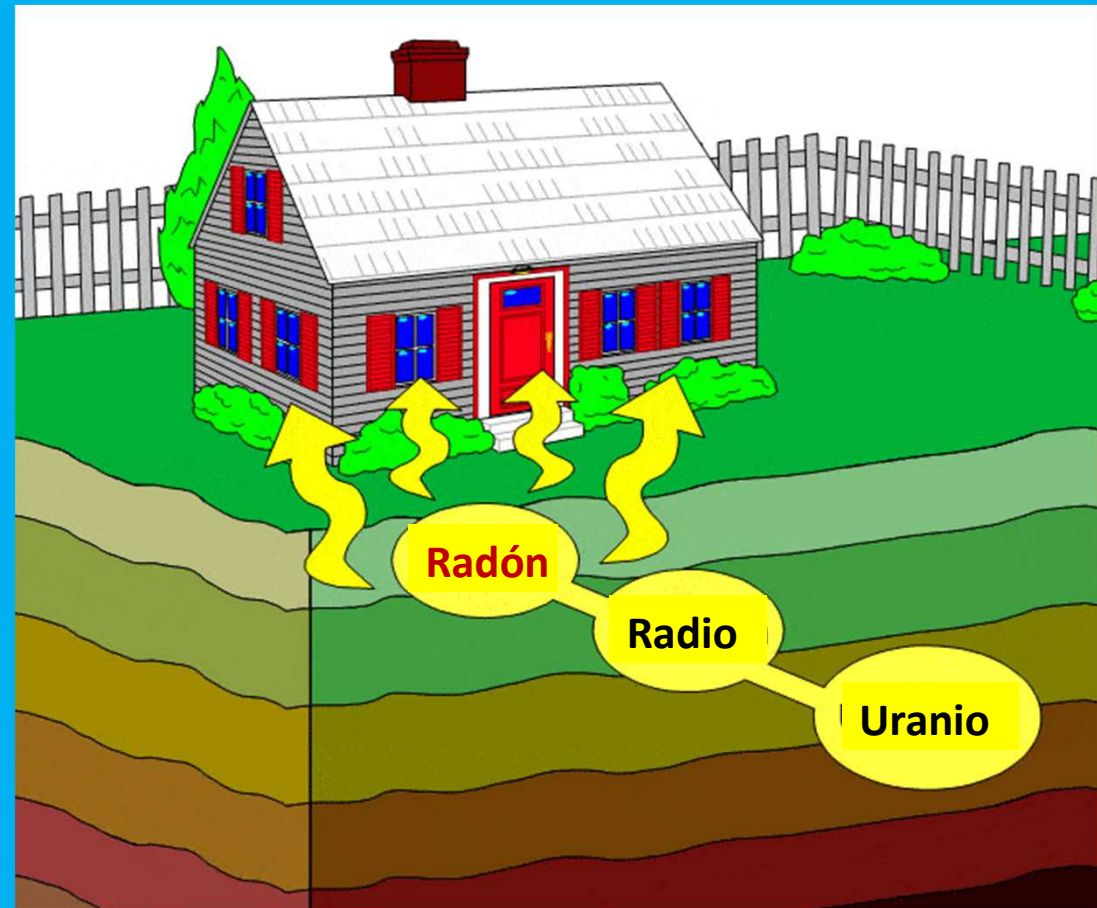


(ICRP 66, 1994)

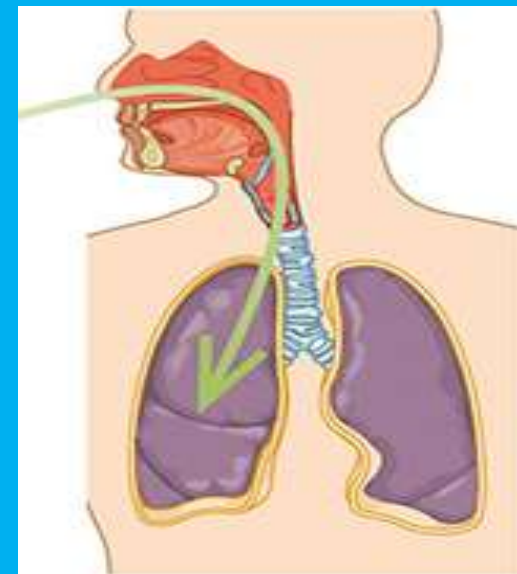
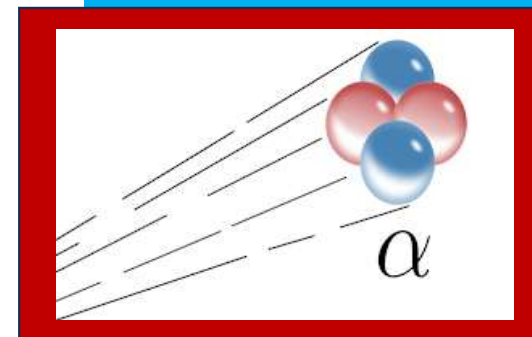
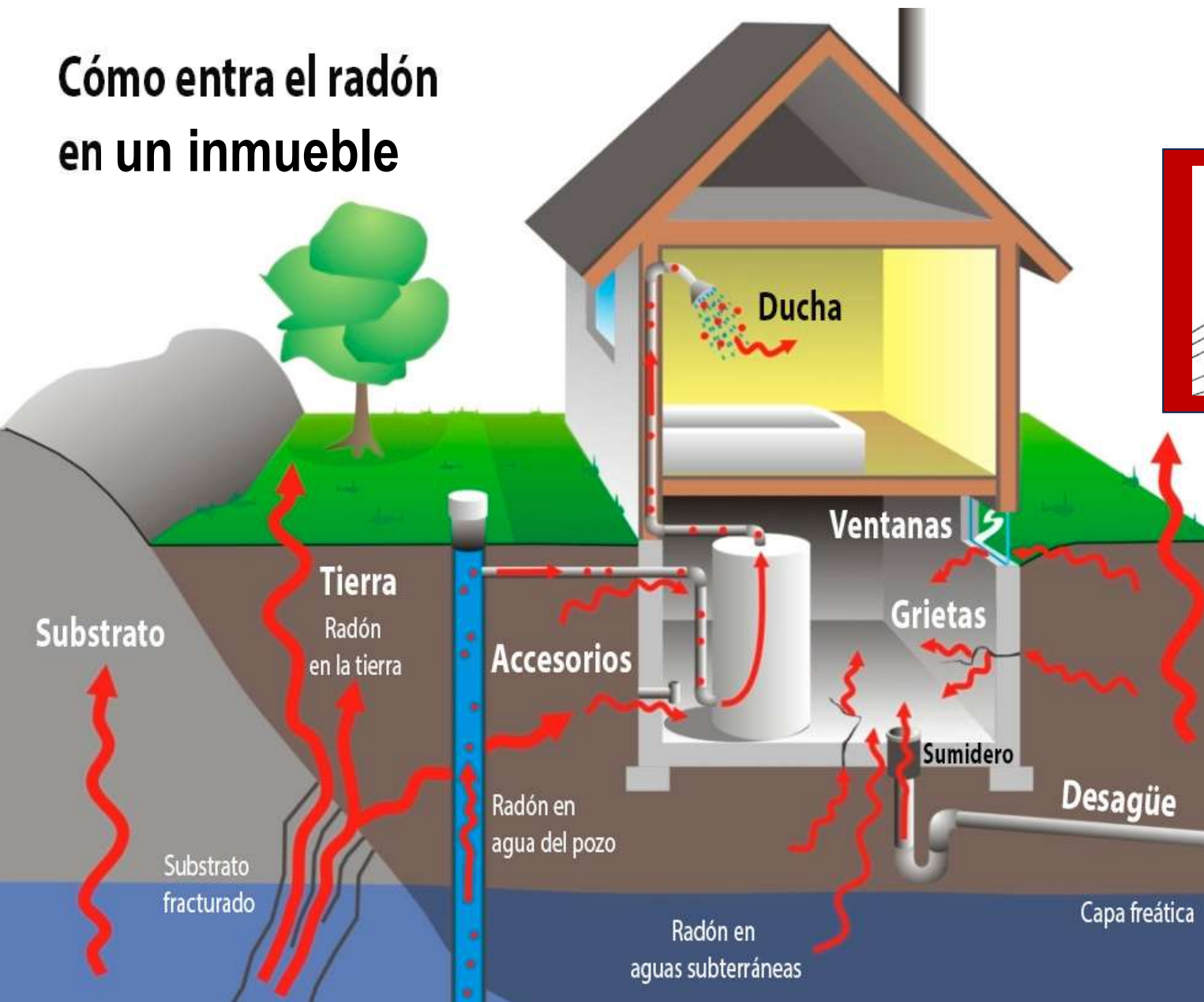
Radiación recibida por el humano



- **Radón**
- Diagnóstico médico
- Cósmica
- Corteza terrestre
- Propio cuerpo
- Productos consumo
- Nucleares

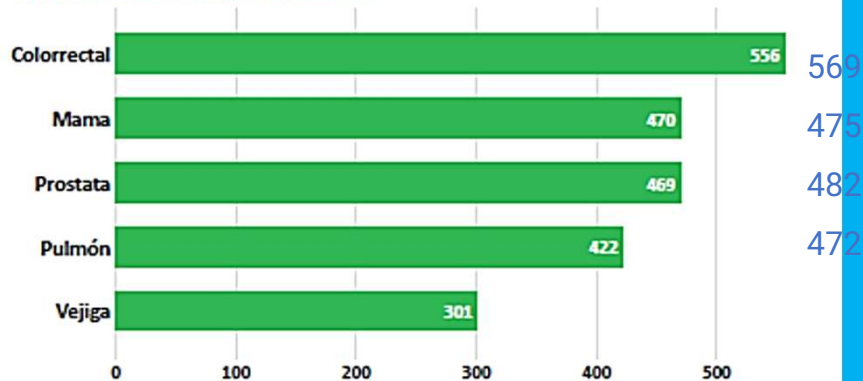


Cómo entra el radón en un inmueble



Cantabria 2023-24

Tipos de cáncer con más incidencias



10 tipos de tumores que provocan un mayor número de defunciones en Cantabria

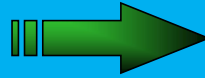


Cáncer de pulmón

- Solo 1/3 se diagnostica en estadios iniciales (potencialmente curables)
- La supervivencia a 5 años es $< 15\%$

Magnitudes y unidades

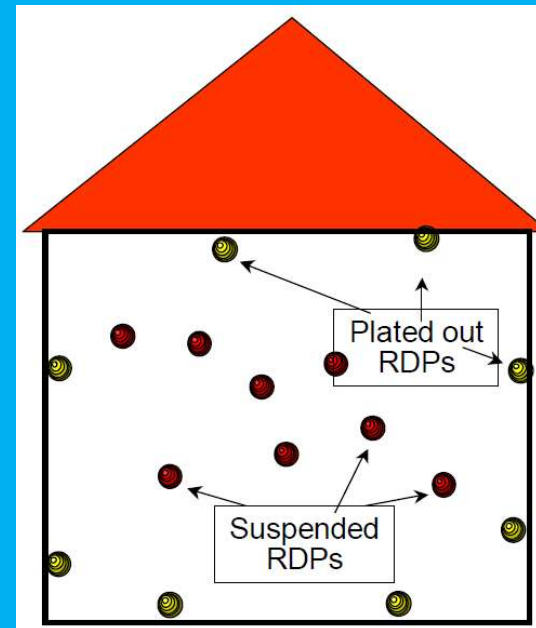
Factor de equilibrio



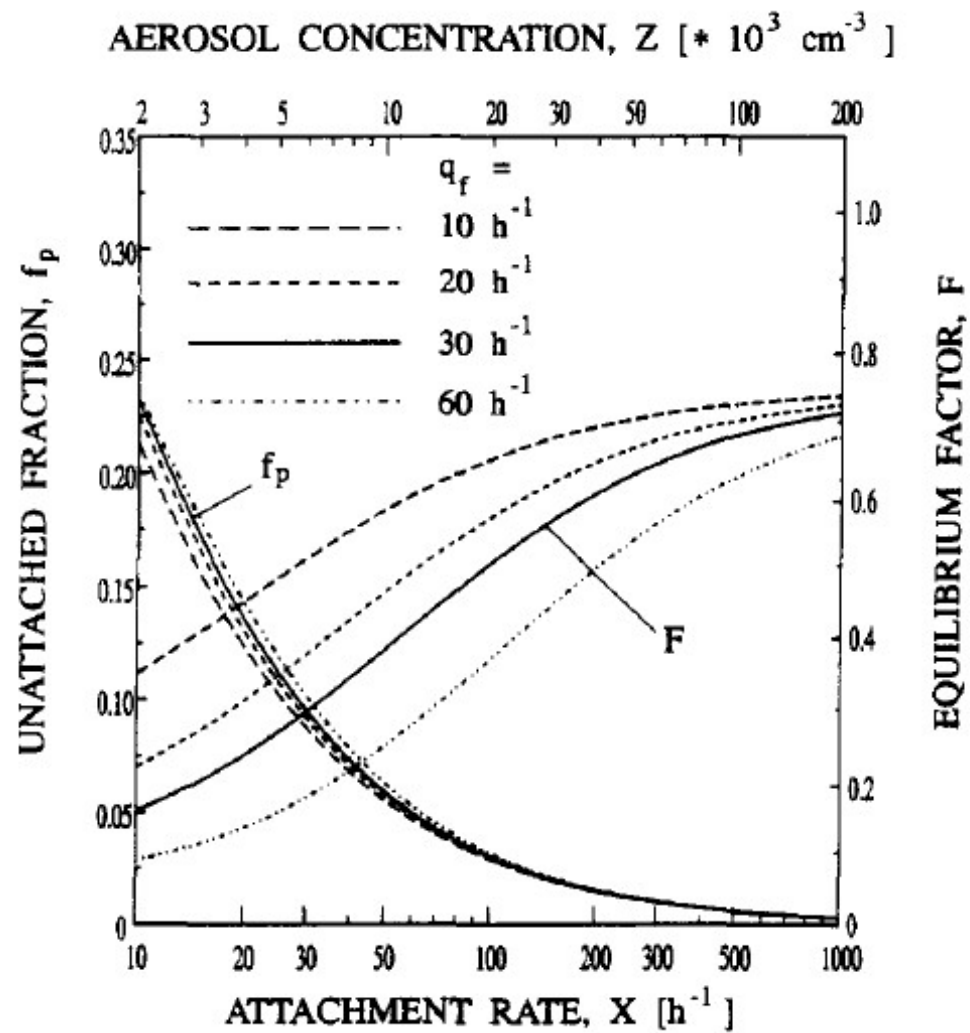
Relación entre concentración equivalente en equilibrio y concentración real de gas radón

$$F = \frac{C_{eq}}{C}$$

Fracción entre los descendientes realmente presentes en el aire, y todos los formados

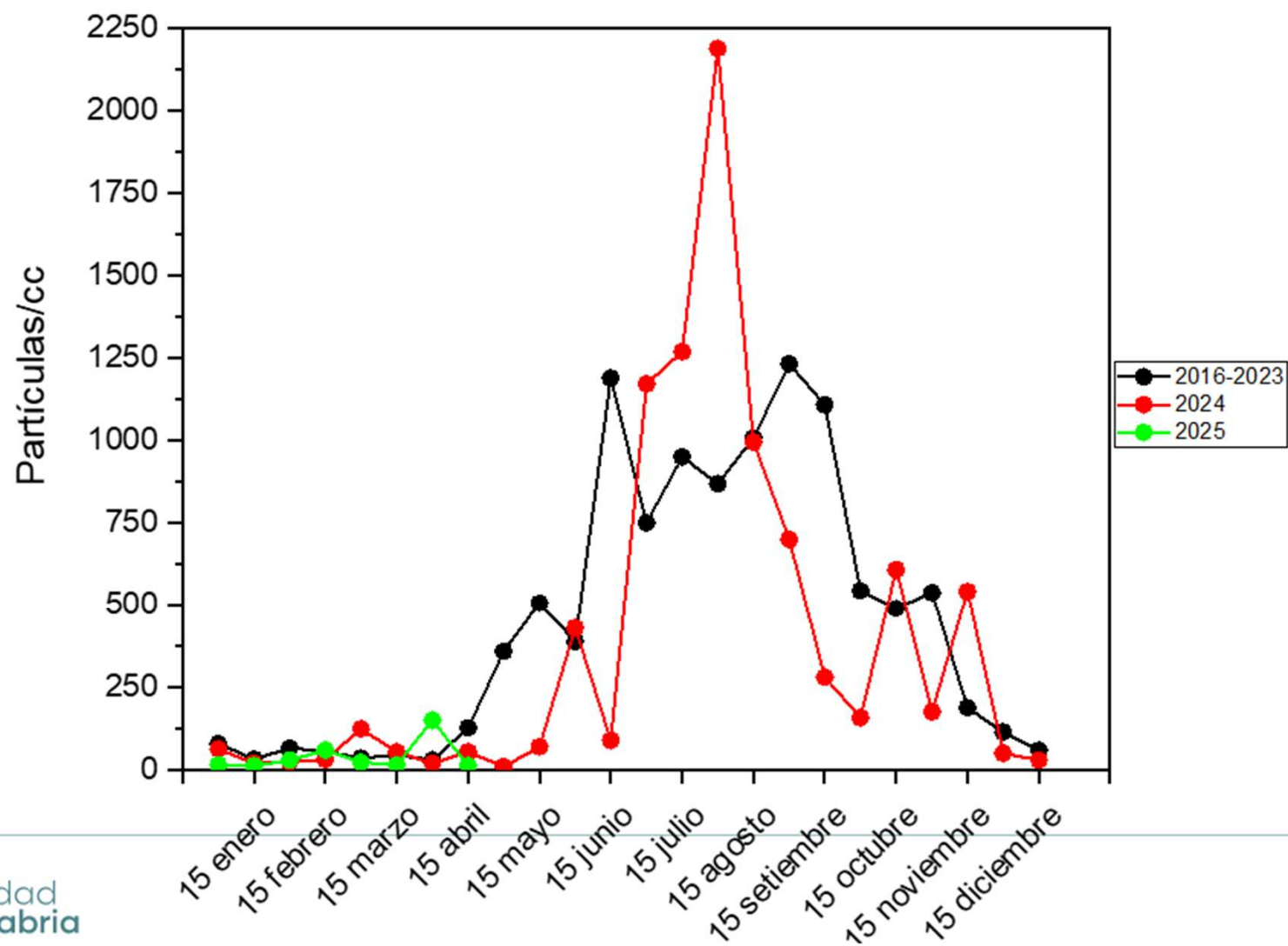


VALORES TÍPICOS:
 $F = 0,4$ INTERIORES
ICRP, 2017



Porstendorfer, 1996

Concentración de partículas en la Sala de Policromos



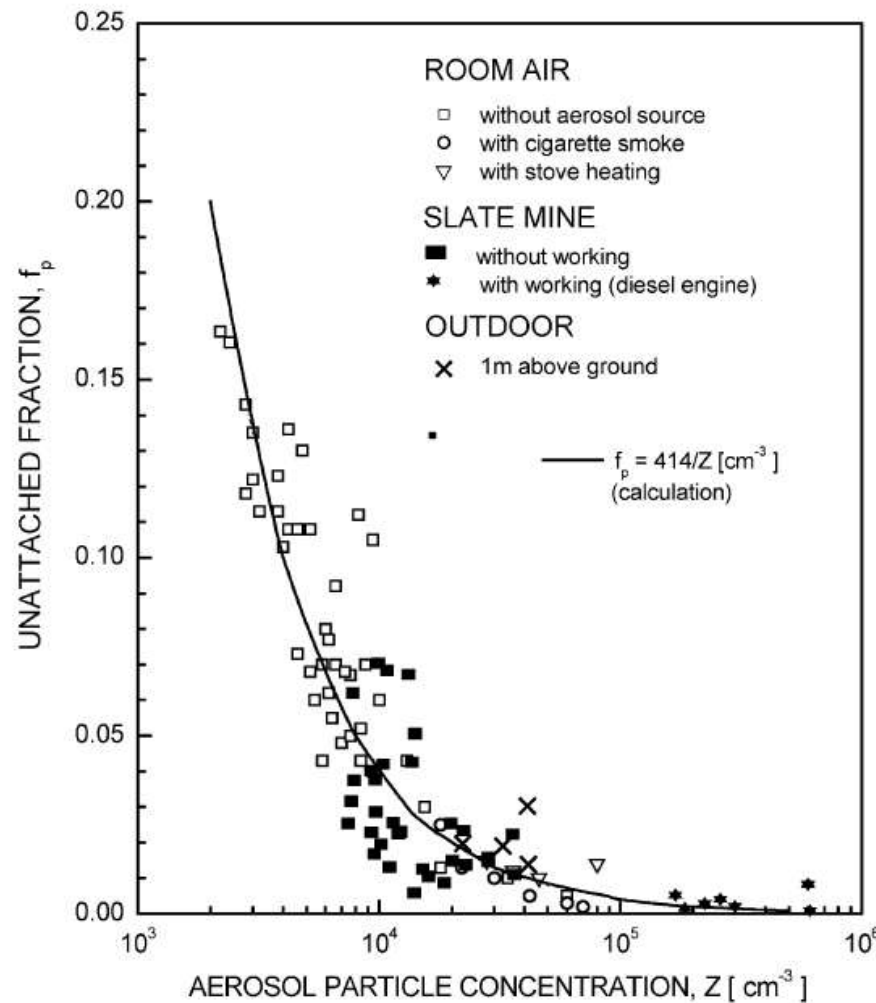


Fig. 3. Unattached fraction of the radon decay products (f_p) as function of the particle concentration of the aerosol.

$$f_p = \frac{414}{Z}$$

$$Z = \text{partículas/cm}^3$$

Reiniking & Porstendorfer, 1988

(Porstendorfer, 1994)

UN POCO DE HISTORIA LEGISLATIVA.....

- 1989: Inicio del mapa de radon en España
- 1990: Reunion promovida por el CSN sobre radon
- 1990:

COMMISSION RECOMMENDATION

of 21 February 1990

on the protection of the public against indoor exposure to radon

(90/143/Euratom)

- 1996:

Directiva 96/29/Euratom del Consejo, de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.

- 2001:

Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Directiva 96/29/Euratom del Consejo, de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.

TÍTULO VII del R.D. 783/2001 de 6 de julio por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

TÍTULO VII Fuentes naturales de radiación CAPÍTULO ÚNICO Incremento significativo de la exposición de a fuentes naturales de radiación Artículo 62. <i>Aplicación.</i> 1. La autoridad competente, con el asesor del Consejo de Seguridad Nuclear, requerirá a lares de las actividades laborales, no regulada apartado 1 del artículo 2, en las que existan naturales de radiación, que realicen los estudiosarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores miembros del público que no pueda considera	BOE núm. 178 Jueves 26 julio 2001 lógica. Entre las actividades que deben ser sometidas a dicha revisión se incluyen las siguientes: a) Actividades laborales en que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas. b) Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de miembros del público. c) Actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los miembros del público y, en su caso, de los trabajadores. d) Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves. 2. Los estudios a los que se refiere el apartado 1 se realizarán siguiendo las instrucciones dadas por la autoridad competente, las cuales estarán sujetas a las orientaciones que el Consejo de Seguridad Nuclear establezca al efecto. Régimen Artículo 6 1. Toda se mencio darán sor por el Co de vista d tes. 2. Se Seguridad Protección sonal, a fi diciones e sus actual 3. El en acta. 4. Lo tes de la i Penal, en Artículo 6
--	--

• 2011

**Instrucción IS-33, de 21
de diciembre de 2011,
del Consejo de Seguridad
Nuclear, sobre criterios
radiológicos para la protección
frente a la exposición a la
radiación natural**

Publicada en el BOE nº 22 de 26 de enero de 2012

2013

**D.2. LEGISLACIÓN EUROPEA
Directiva 2013/59/Euratom del Consejo**

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA,
RELACIONES CON LAS CORTES Y MEMORIA DEMOCRÁTICA

21682 *Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.*

MINISTERIO DE FOMENTO

18528 *Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.*

III. OTRAS DISPOSICIONES

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

- 8734** *Instrucción IS-47, de 9 de abril de 2025, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se aprueba el listado de términos municipales de actuación prioritaria contra el radón y se establecen directrices para las mediciones de radón en el aire interior de los centros de trabajo ubicados en ellos.*

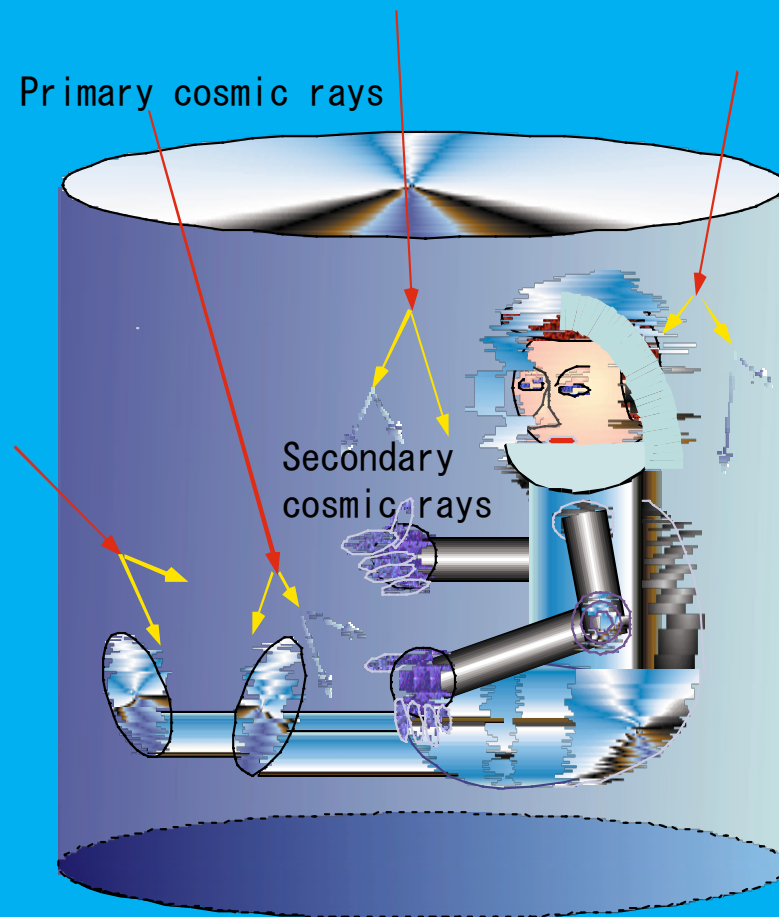
HABLEMOS DE DOSIS.....

TOTAL ANUAL : 2.8 mSv

**TRABAJADOR PROFESIONALMENTE
EXPUESTO: 20 mSv**

RADIOGRAFIA DE TORAX: 0.05- 0.10 mSv

SCANNER, PROMEDIO: 5-10 mSv



Aprox. 1 mSv/dia

ASTRONAUTA MUJER: Cristina Koch 328 días

ASTRONAUTA hombre USA: Frank Rubio 371 días

ASTRONAUTA hombre ruso: Valeri Polyakov 437 días

**VIAJE A MARTE: 5000-6000 mSv
686 dias**

Astronauts are also exposed to secondary part
(heavy ions, protons, neutrons,
pions, muons, electrons)



OPERACION ARTEMIS II

10 DIAS, 60 $\mu\text{Sv/h}$

15 mSv

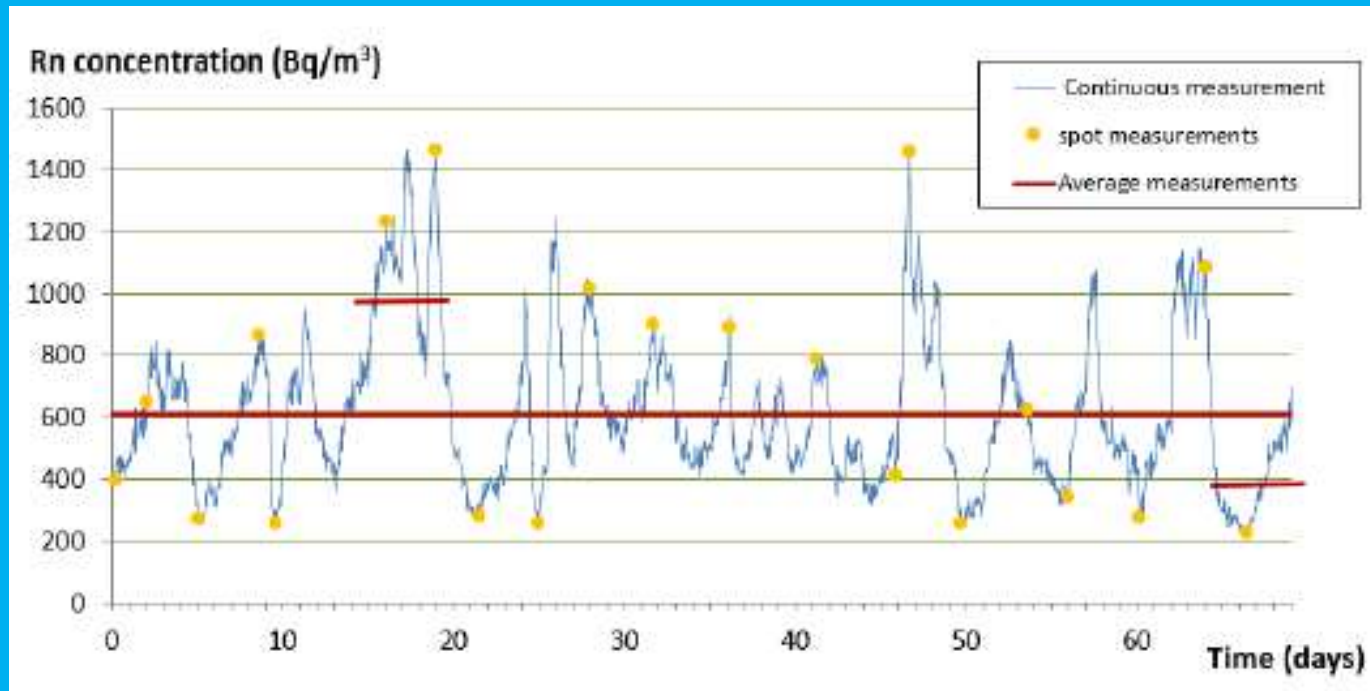
550 mSv/año

PARAMETROS BASICOS EN EL CAMPO DE LA DOSIMETRIA DE RADON

WORKING LEVEL: $WL = (F * C(\text{Bq/m}^3)) / 3700$

WORKING LEVEL MONTH: $WLM = (WL * t(\text{horas})) / 170$

SEGÚN PERIODO DE INTEGRACION



MEDIDAS INSTANTANEAS – IDENTIFICACION (valor puntual)

MEDIDAS INTEGRADAS – CUANTIFICACION (valor promedio)

MEDIDAS EN CONTINUO – DIAGNOSTICO/REMEDI,
INVESTIGACION (serie temporal)

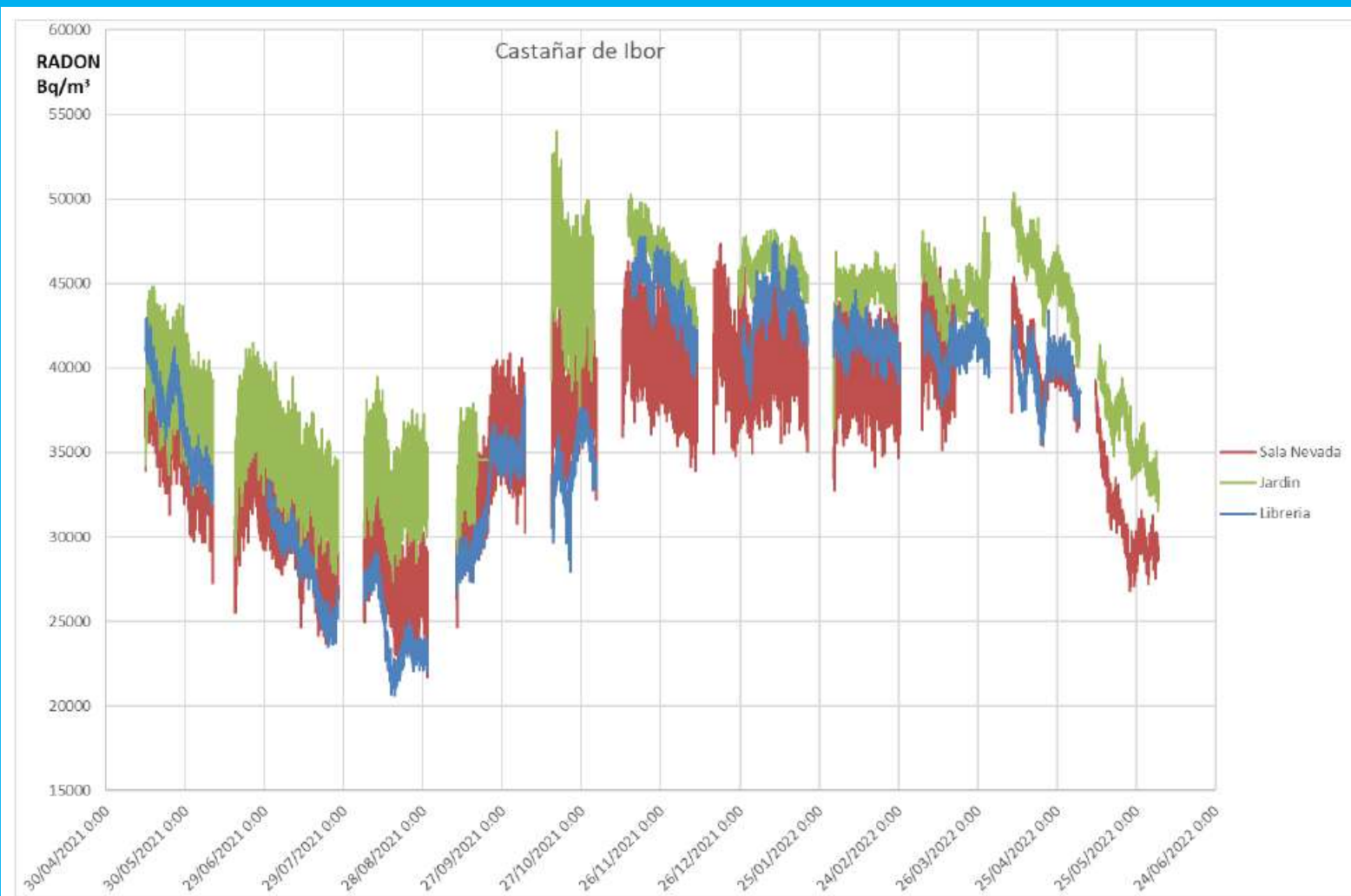
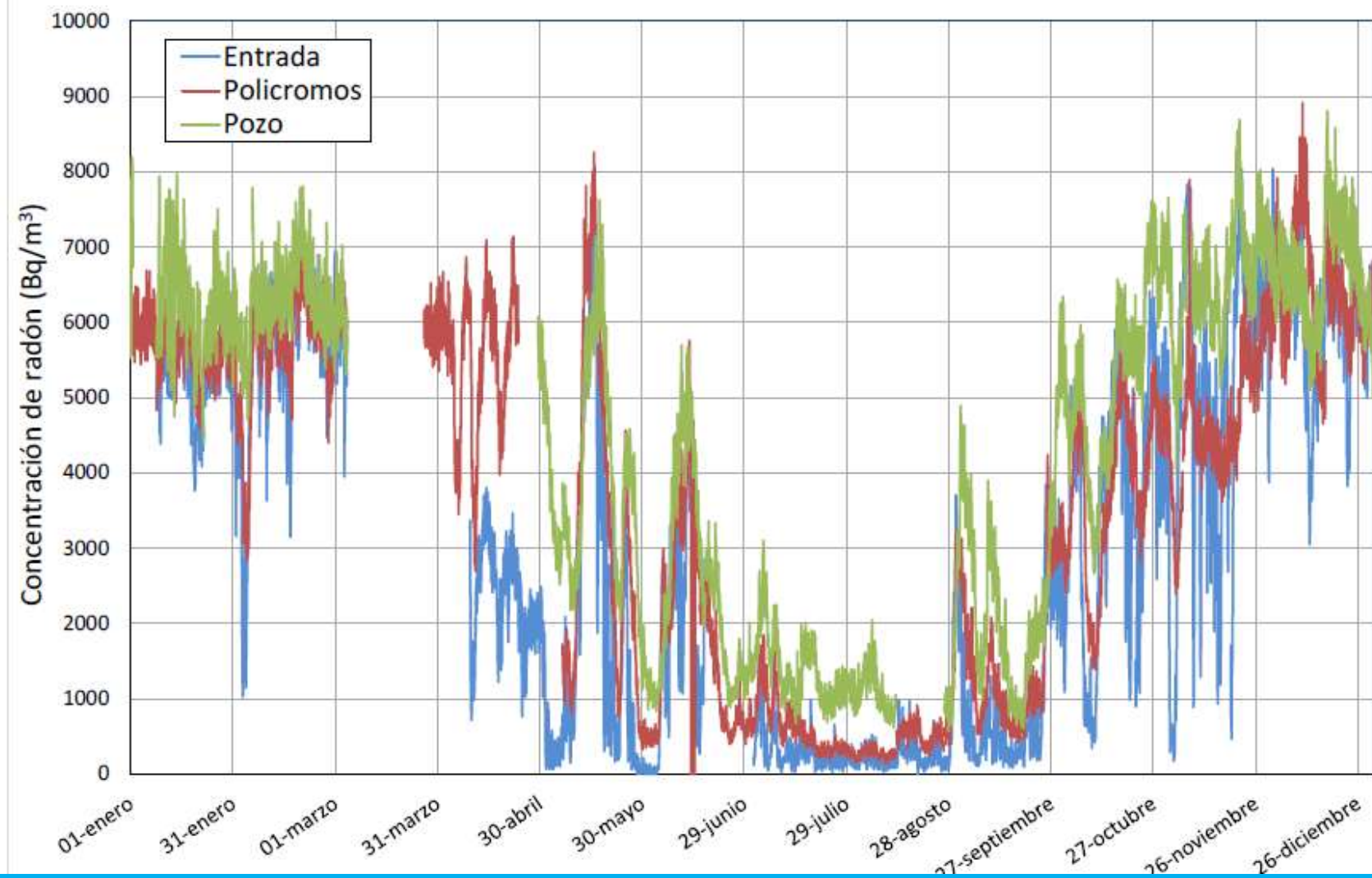


Figura 1.- Concentración de radón en tres zonas de la cueva de Castañar de Ibor



Actualidad ICRP 137 (2017)

ICRP tasa de respiración de referencia es $1.2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ($\frac{1}{3}$ sentado, $\frac{2}{3}$ ejercicio ligero)

Place	Unattached fraction, f_p	Effective dose per exposure [*]	F	mSv WLM ⁻¹
		mSv per WLM ⁻¹		
Radon (²²² Rn) progeny				
Indoor workplace	0.08	$86 f_p + 14 (1-f_p)$	0.4	20
Mine	0.01	$86 f_p + 10 (1-f_p)$	0.2	11
Tourist cave	0.15	$86 f_p + 12 (1-f_p)$	0.4	23

Volume 46 No. 3/4 2017

ISSN 0146-6453
ISBN 9781526440167

ICRP

Annals of the ICRP

ICRP Publication 137

Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3

ICRP
ICRP



Cálculo dosimétrico

$$E(\text{mSv}) = \frac{C (\text{Bq/m}^3) \cdot F \cdot t(\text{h})}{170 \cdot 3700} \cdot DCF (\text{mSv/WLM})$$

Lugar de trabajo: Recinto estándar, sin actividad física

CRn media anual=300 Bq/m³

$t = 2000$ horas al año

$$E(\text{mSv}) = \frac{300 \text{ Bq/m}^3 \cdot 0,4 \cdot 2000 \text{ h}}{170 \cdot 3700} \cdot 10 \text{ mSv/WLM} \approx 4 \text{ mSv}$$

Vivienda

CRn media anual=300 Bq/m³

$t = 7000$ horas al año

$$E(\text{mSv}) = \frac{300 \text{ Bq/m}^3 \cdot 0,4 \cdot 7000 \text{ h}}{170 \cdot 3700} \cdot 10 \text{ mSv/WLM} \approx 14 \text{ mSv}$$

ICRP 65 (1993): 5 mSv / WLM

ICRP 115 (2010) : 12 mSv / WLM

ICRP 137 (2017) : 10 mSv / WLM y 20 mSv /
WLM (trabajo físico y cuevas turísticas)

WLM aparece mas adelante en un ejemplo
como EEQ

Estudios Epidemiológicos Vs Modelos dosimétricos



Estudios
Epidemiológicos

Modelos
Dosimétricos

DCF (Público) 4 mSv/WLM
DCF (Trabajadores) 5 mSv/WLM

(ICRP 65, 1993)

DCF (Público) 12 mSv/WLM
DCF (Trabajadores) 15 mSv/WLM

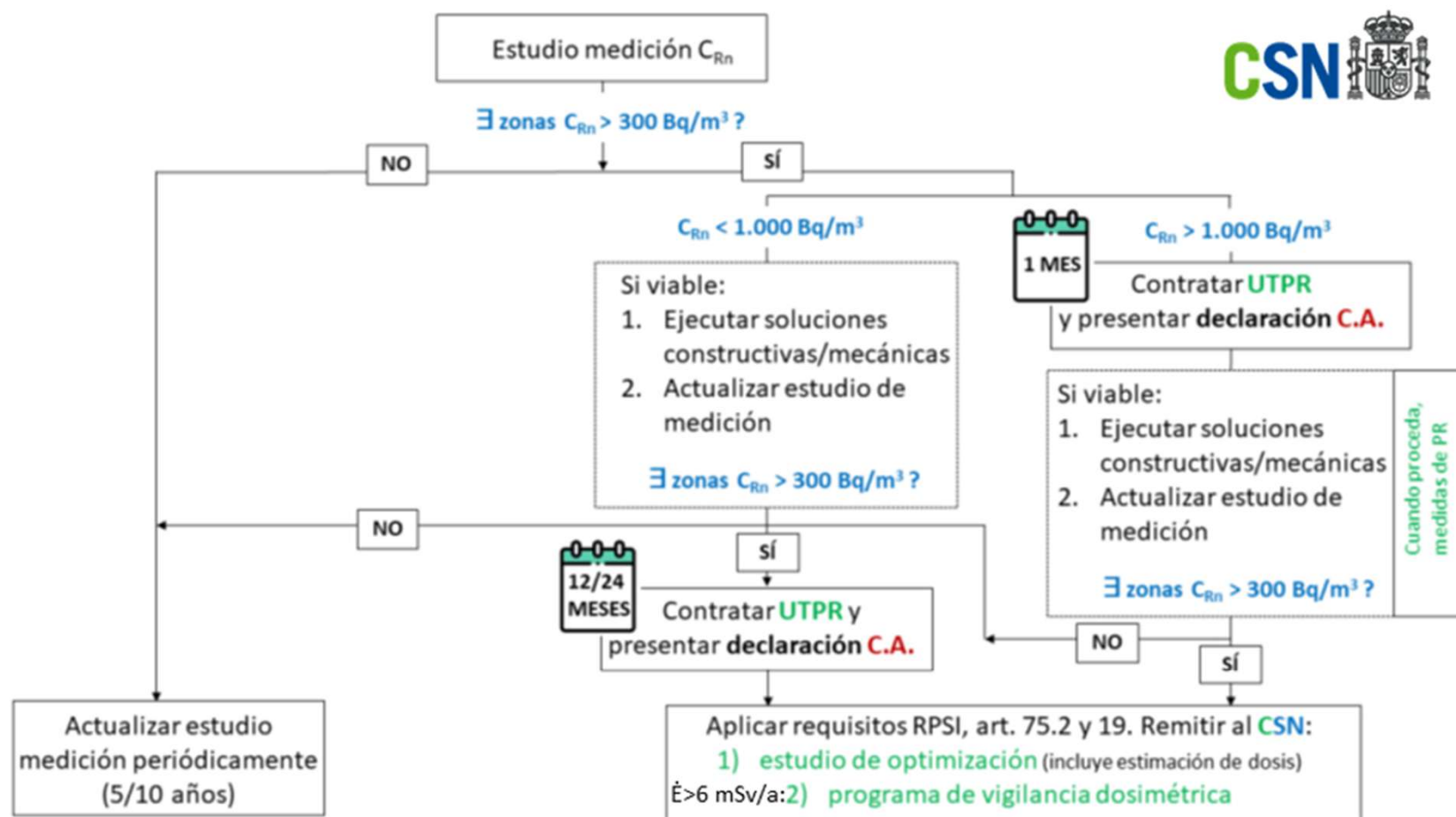
FACTOR 3

Cambio en los factores de la ICRP

Pulmon: 0,12 a 0,04

Partículas alfa: 20 a 4

Cambios significativos en la dosimetría de otros núcleos radiactivos



Documento Básico

HS

Salubridad

Con comentarios del MITMA

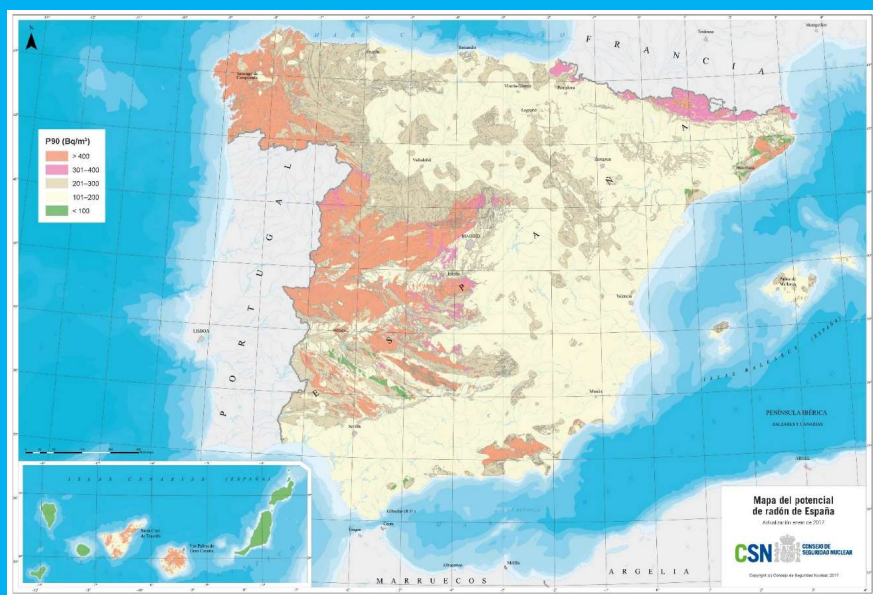
- HS 1 Protección frente a la humedad
- HS 2 Recogida y evacuación de residuos
- HS 3 Calidad del aire interior
- HS 4 Suministro de agua
- HS 5 Evacuación de aguas
- HS 6 Protección frente a la exposición al radón

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows

4. Sobre legislación: ámbito nacional

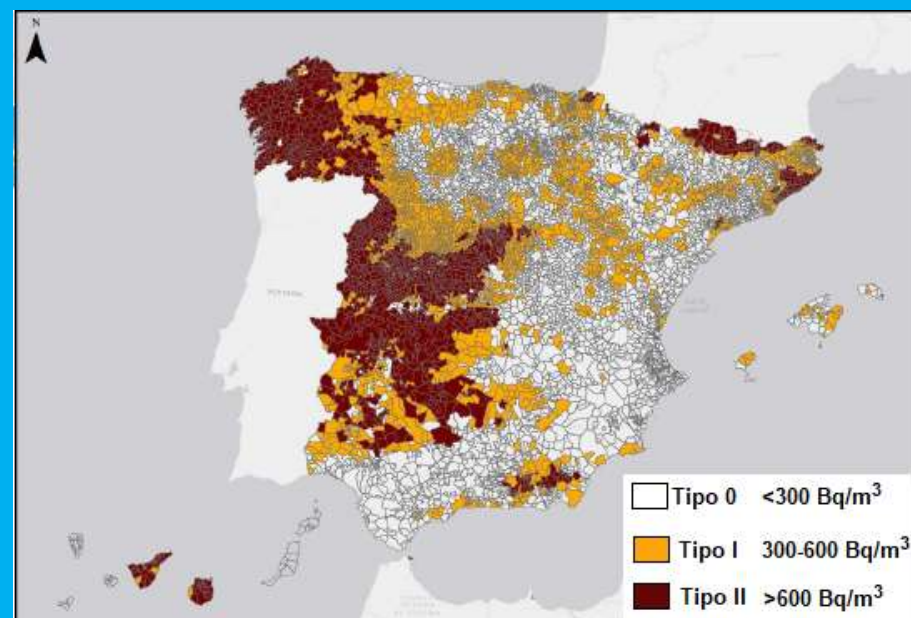
Proceso de elaboración del mapa de zonificación

Se ha generado:



Cartografía del Potencial de Radón de España (CSN)

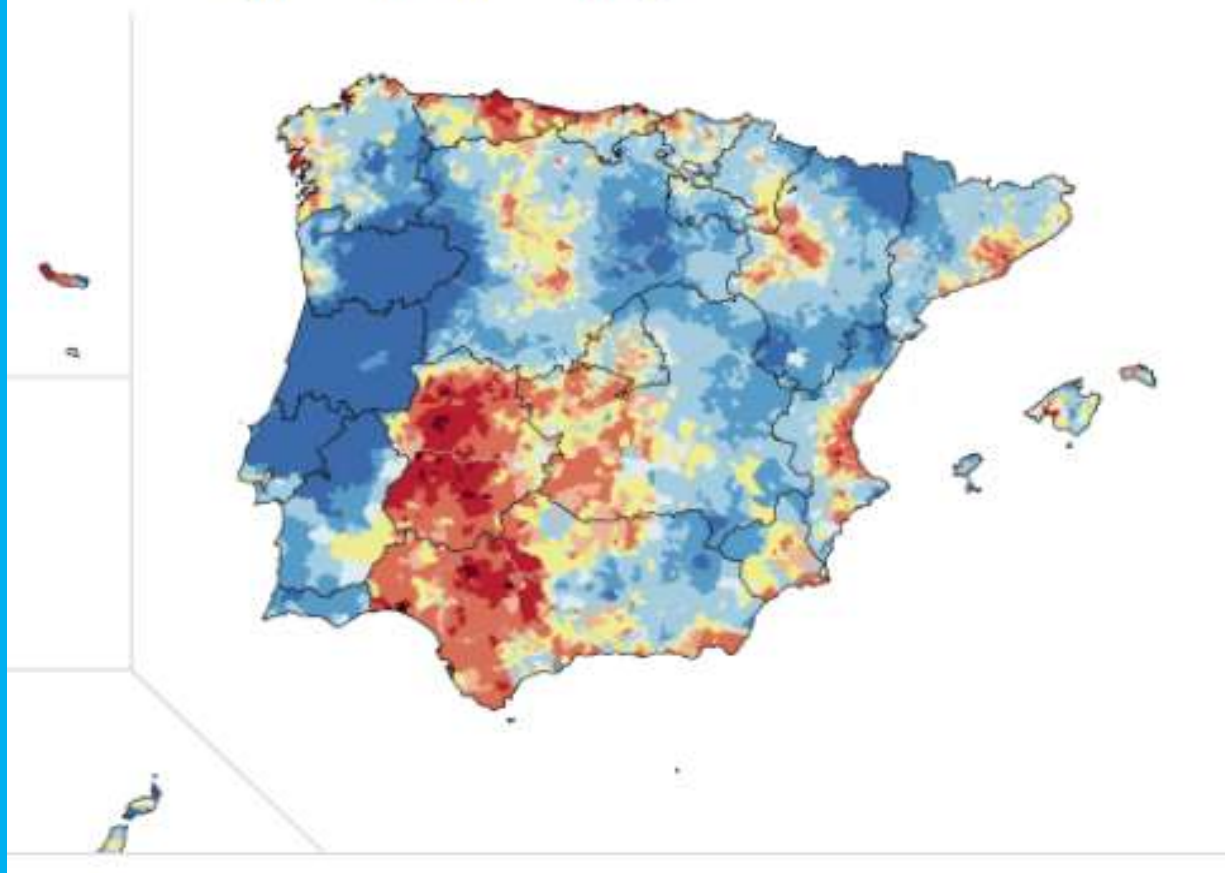
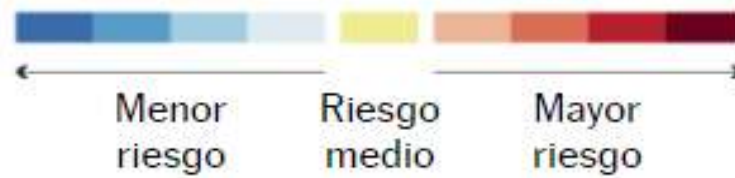
Que se traduce en el siguiente mapa de zonificación por municipios:



~ 4500 Municipios en Tipo 0

~ 2400 Tipo I y ~ 1600 Tipo II

Mapa del cáncer de pulmón



Instituto Carlos III
Madrid

2022

MAS DE 2.000.000 MEDIDAS HAY QUE
REALIZAR----- 100.000.000 EUROS

¿ES O NO UNA FUENTE DE EMPLEO?

Investigacion en curso

Development of an innovative system for indoor radon management with AI capabilities



Luis Santiago Quindós Poncela¹
Carlos Sainz Fernández¹
Ricardo Pol Sánchez²
Raúl Rodríguez Alas²

Ismael Fuente Merino¹
Daniel Rabago Gómez¹
Diego Sánchez Quintás²

¹ LaRUC University of Cantabria
² Siglo 21 Consultores



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
de
CANTABRIA
CONSEJERÍA DE INDUSTRIA, EMPLEO,
INNOVACIÓN Y COMERCIO



Fondos Europeos



AÑO JUBILAR
LEBANIEGO
2023·2024



Esta entidad ha recibido una ayuda cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través del Programa Operativo FEDER 2021-2027 de Cantabria por medio de la línea de subvenciones "Ayudas a proyectos de investigación con alto potencial industrial de agentes tecnológicos de excelencia para la competitividad industrial TCNIC.

MEDIDA DE FACTOR DE EQUILIBRIO Y FRACCION LIBRE EN CUEVAS TURISTICAS (ACTE)

Financiacion: Grupo Radon

THE RELATIVE SIZE OF PARTICLES

From the COVID-19 pandemic to the U.S. West Coast wildfires, some of the biggest threats now are also the most microscopic.

A particle needs to be 10 microns (μm) or less before it can be inhaled into your respiratory tract. But just how small are these specks?

Here's a look at the relative sizes of some familiar particles >

HUMAN HAIR 50-180 μm >
FOR SCALE

FINE BEACH SAND 90 μm >

GRAIN OF SALT 60 μm >

WHITE BLOOD CELL 25 μm >

GRAIN OF POLLEN 15 μm >

DUST PARTICLE (PM_{10}) <10 μm >

RED BLOOD CELL 7-8 μm >

RESPIRATORY DROPLETS 5-10 μm >

DUST PARTICLE ($\text{PM}_{2.5}$) 2.5 μm >

BACTERIUM 1-3 μm >

WILDFIRE SMOKE 0.4-0.7 μm >

CORONAVIRUS 0.1-0.5 μm >

T4 BACTERIOPHAGE 0.225 μm >

ZIKA VIRUS 0.045 μm >



Pollen can trigger allergic reactions and hay fever—which 1 in 5 Americans experience every year.

Source: Harvard Health

The visibility limits for what the naked eye can see hovers around 10-40 μm .



Respiratory droplets have the potential to carry smaller particles within them, such as dust or coronavirus.



Wildfire smoke can persist in the air for several days, and even months.

SOURCES Clearstream, Daniel Loverbey, EPA, Financial Times, News Medical, Science Direct, SCMR, Susan Sokolowski, Petroclear, U.S. Dept. of Energy
COLLABORATORS RESEARCH + WRITING Carmen Ang, Iman Ghosh | DESIGN + ART DIRECTION Harrison Schell



/visualcapitalist



@visualcap



visualcapitalist.com

Evaluation of commercial facemasks to reduce the radioactive dose of radon daughters

Volume 54: 1–16
© The Author(s) 2024
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/15280837241247342
journals.sagepub.com/home/jit
 Sage

Isidoro Gutiérrez-Álvarez^{1,2} , Santiago Celaya González¹ ,
Ismael Fuente Merino¹ , Luis Santiago Quindós¹ and
Carlos Saínz Fernández¹

Abstract

Commercial facemasks have become a common tool during the COVID-19 pandemic. They are cheap, simple to use and some are capable of filtering out most particles in the air, protecting the user. These qualities are usually employed in relation to harmful viruses or contaminants, but they could also be used to prevent the radioactive dose due to radon, which is the second leading cause of lung cancer worldwide. For that reason, the main goal of this study is to verify if facemasks could prevent radon decay products from entering the potential user's lungs. Since these decay products are the main source of radioactive dose, several commercial facemasks were tested by exposing them to radon and then measuring the presence of radon daughters by gamma spectroscopy. Reusable facemasks made from materials such as cotton, polyester or neoprene appeared to be inefficient with only 40% filtering efficiency. Polypropylene woven masks being the only exception, with 80% efficiency. Surgical masks presented filtering efficiencies between 90 and 98%. FFP3 and FFP2 proved to be the most reliable, almost completely filtering out radon daughters with filtering efficiencies up to 98%. Results prove that the use of

¹Radon Group, University of Cantabria, Santander, Spain

²Integrated Sciences Department, University of Huelva, Faculty of Experimental Sciences, Huelva, Spain

Corresponding author:

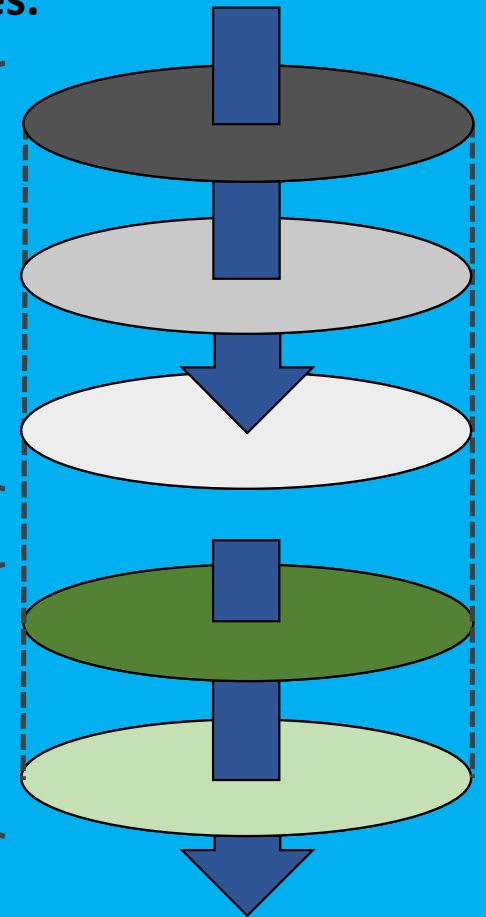
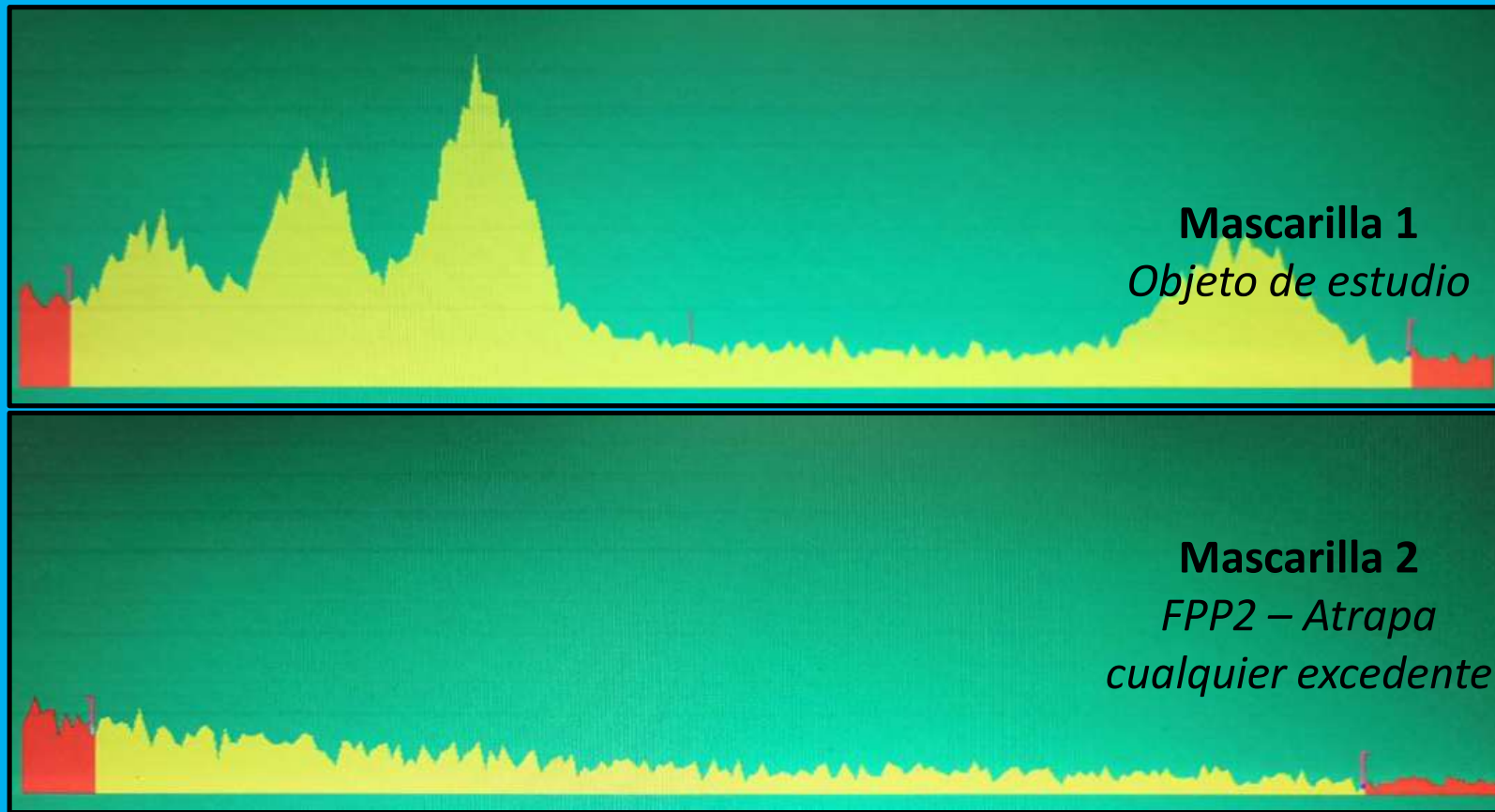
Santiago Celaya González, Faculty of Medicine, Department of Medical and Surgical Sciences, University of Cantabria, Cardenal Herrera Oria, Santander 39011, Spain.

Email: celayas@unican.es

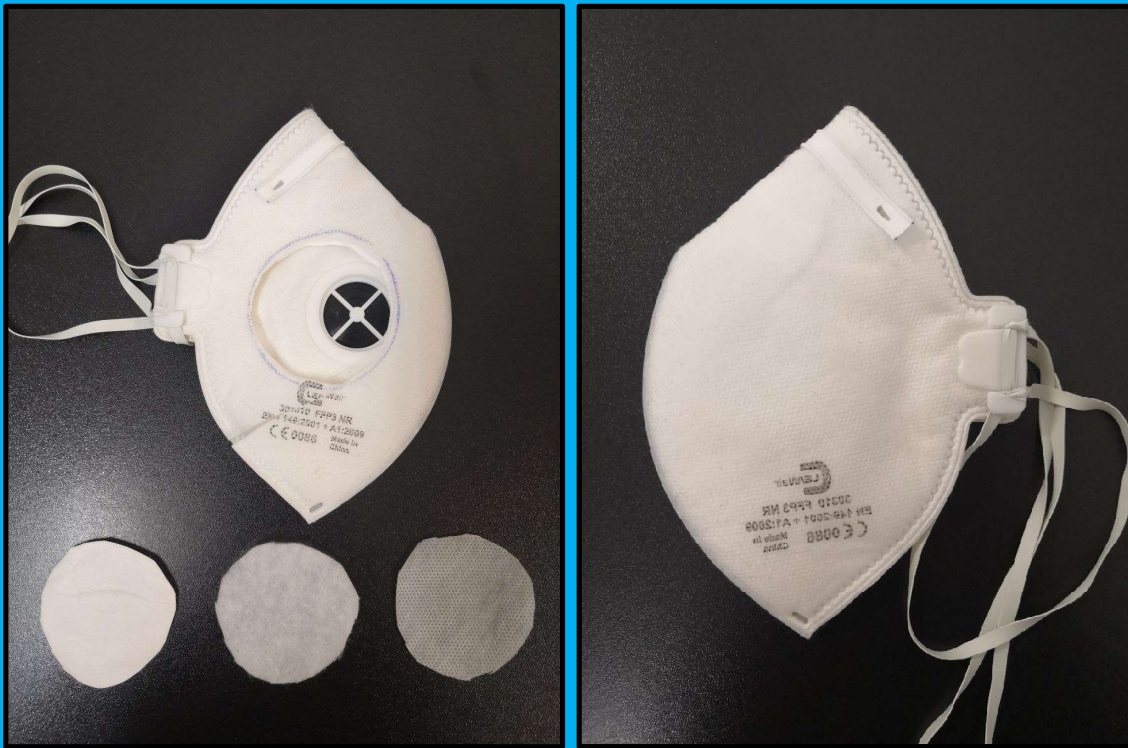


Creative Commons Non-Commercial CC BY-NC: This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits non-commercial use, reproduction and distribution of the work without further permission provided the original work is attributed as specified on the SAGE and Open Access pages (<https://us.sagepub.com/en-us/ham/open-access-at-sage>).

- En general las primeras capas detienen completamente el paso de los descendientes.
- La capa específica varía en función de la mascarillas (FPP3, FPP2, etc.)
- La mascarilla 2 no recoge descendientes.
 - **Los descendientes de radón no serían capaces de llegar a los pulmones.**

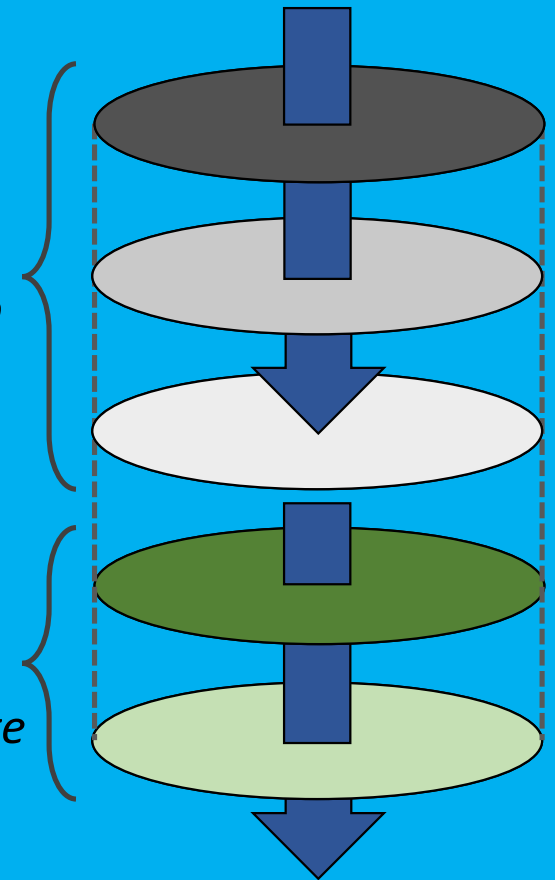


1. Se recorta una sección circular del filtro objeto de estudio.
2. Se coloca en un portafiltros junto a otra sección de un filtro FPP2.
 - Simulación de los pulmones. Atrapa las partículas que escapan las primeras capas.
3. Se fuerza la circulación de aire enriquecido en radón a través de las mascarillas.
4. Se mide la actividad de cada capa mediante un detector gamma.



Mascarilla 1
Objeto de estudio

Mascarilla 2
FPP2 – Atrapa cualquier excedente



elradon.com



Catálogo de Minerales Radiactivos

Descárgalo aquí

¿Qué es el Radón?

Normativa

Biblioteca

Convocatorias

Noticias

¿Quiere saber más?

Enlaces

Otros tipos de radiación

Solicite el nuevo vídeo
sobre el Radón



Precio: 6 euros

Para más información:
info@elradon.com



Noticias

.....
::Nuevo::
.....

**V Workshop "Radiación
Natural y Medio Ambiente"**

3-7 de Julio de 2006. Valladolid,
España.

Ya puede inscribirse o
consultar más información
pulsando [aquí](#)



National Forums

**Acceso a la información
de los Workshops "Radon
y Medio Ambiente"
realizados.**

[I Workshop.- Suances 2002](#)

[II Workshop.- Santiago 2003](#)

[III Workshop.- Madrid 2004](#)

[IV Workshop.- Suances 2005](#)

Proyectos de Investigación en Desarrollo

**"Dosis de radiación artificial vs natural en
trabajadores con radiaciones ionizantes".** Plan
Nacional de I+D+I (2004-2007)

**"Estudio de la viabilidad y la efectividad de las
acciones de remedio frente a la presencia de
gas radon en los edificios existentes. CSIC".**
Consejo de Seguridad Nuclear

WHO RESIDENTIAL RADON RISK PROJECT
World Health Organization, Geneva, 2005-2007

**Artículos publicados por el Grupo
Radon de la Universidad de Cantabria**

[\[pincha aquí\]](#)



Si desea medir
el radón en su
casa, solicite el
Kit Radón (pulse
sobre la
imagen)

**Nace la primera empresa privada en
España dedicada a medidas de radón:
RADUCAN... [\[más información\]](#)**

MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ATENCION

quindosl@unican.es

665654573

www.elradon.com