

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



Curso de Formación Continua
22-26 Noviembre 2010

Xoán Miguel Barros Dios

Profesor Titular de Medicina Preventiva e Saúde Pública

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Facultativo Especialista de Área

COMPLEXO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE SANTIAGO



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

EVIDENCIAS CIENTÍFICAS DEL RADÓN RESIDENCIAL COMO RIESGO PARA LA SALUD

Xoán Miguel Barros Dios

Profesor Titular de Medicina Preventiva e Saúde Pública

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Facultativo Especialista de Área

COMPLEXO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE SANTIAGO

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

TABLA 6.1. A) SUPERVIVENCIA DEL CÁNCER EN ESPAÑA POR LOCALIZACIÓN TUMORAL. RESULTADOS DEL PROYECTO EUROCCARE-3. HOMBRES

Cáncer	Observaciones	Supervivencia	Supervivencia	Supervivencia	IC 95%
		1 año %	3 años %	5 años %	
CAVIDAD ORAL Y FARINGE	2021	71	42	36	[34-39]
ESÓFAGO	992	33	14	13	[10-16]
ESTÓMAGO	2848	44	28	27	[25-29]
COLON / RECTO	5044	72	57	53	[51-55]
HIGADO	881	26	13	10	[8-13]
PANCREAS	762	15	6	5	[3-8]
LARINGE	2214	88	71	67	[64-69]
PULMÓN	8789	37	14	12	[12-13]
MELANOMA DE PIEL	498	90	77	74	[69-79]
PROSTATA	3635	86	70	65	[63-68]
TESTÍCULO	298	92	89	87	[84-91]
VEJIGA	3998	86	77	75	[73-78]
RINÓN	999	71	58	56	[52-60]
ENCEFALO, SISTEMA NERVIOSO	651	34	21	19	[16-22]
TIROIDES	122	84	81	82	[68-98]
LINFOMA NO HODGKIN	277	87	79	73	[68-79]
ENFERMEDAD DE HODGKIN	1083	69	57	53	[49-57]
MIELOMA MÚLTIPLE	350	70	46	34	[28-41]
LEUCEMIA	764	64	50	47	[42-52]
TODAS LOCALIZACIONES EXCEPTO PIEL	36021	62	47	44	[43-45]

Fuente: Berrino F, Capocaccia R, Coleman MP, Estève J, Gatta G, Hakulinen T, Micheli A, Sant M, Verdecchia A. Survival of Cancer Patients in Europe: EUROCCARE-3 Study. *Annals of Oncology* 2003; 14 (Suppl 5).

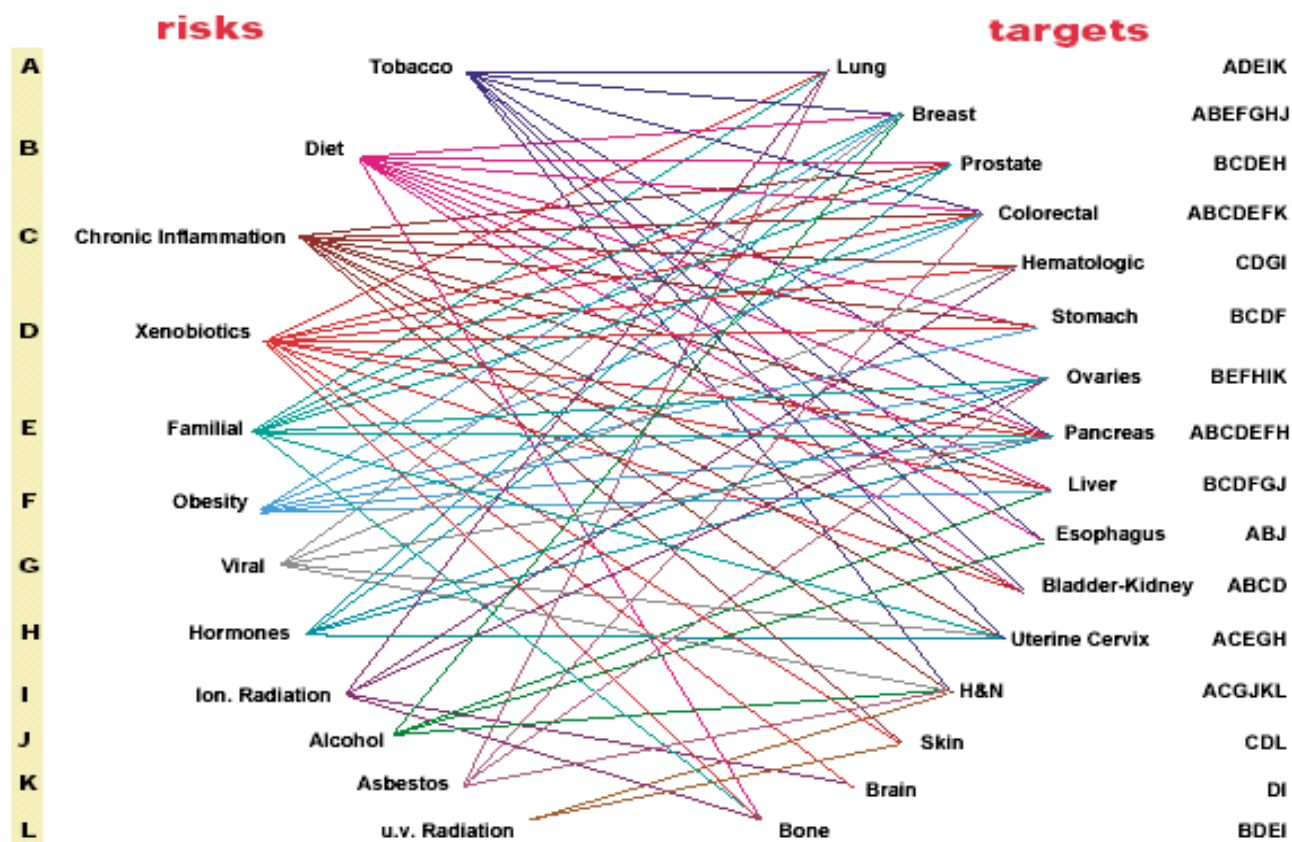
EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Factores de riesgo del cáncer de pulmón

- Tabaco
- Exposición a radón en interior de domicilios y edificios.
- Ocupación:
 - Exposiciones a productos químicos concretos: Asbesto. Polvo de madera. Sílice.
- Polución ambiental
- Humo ambiental de tabaco
- Dieta
- Susceptibilidad genética
- Genes supresores de tumores.

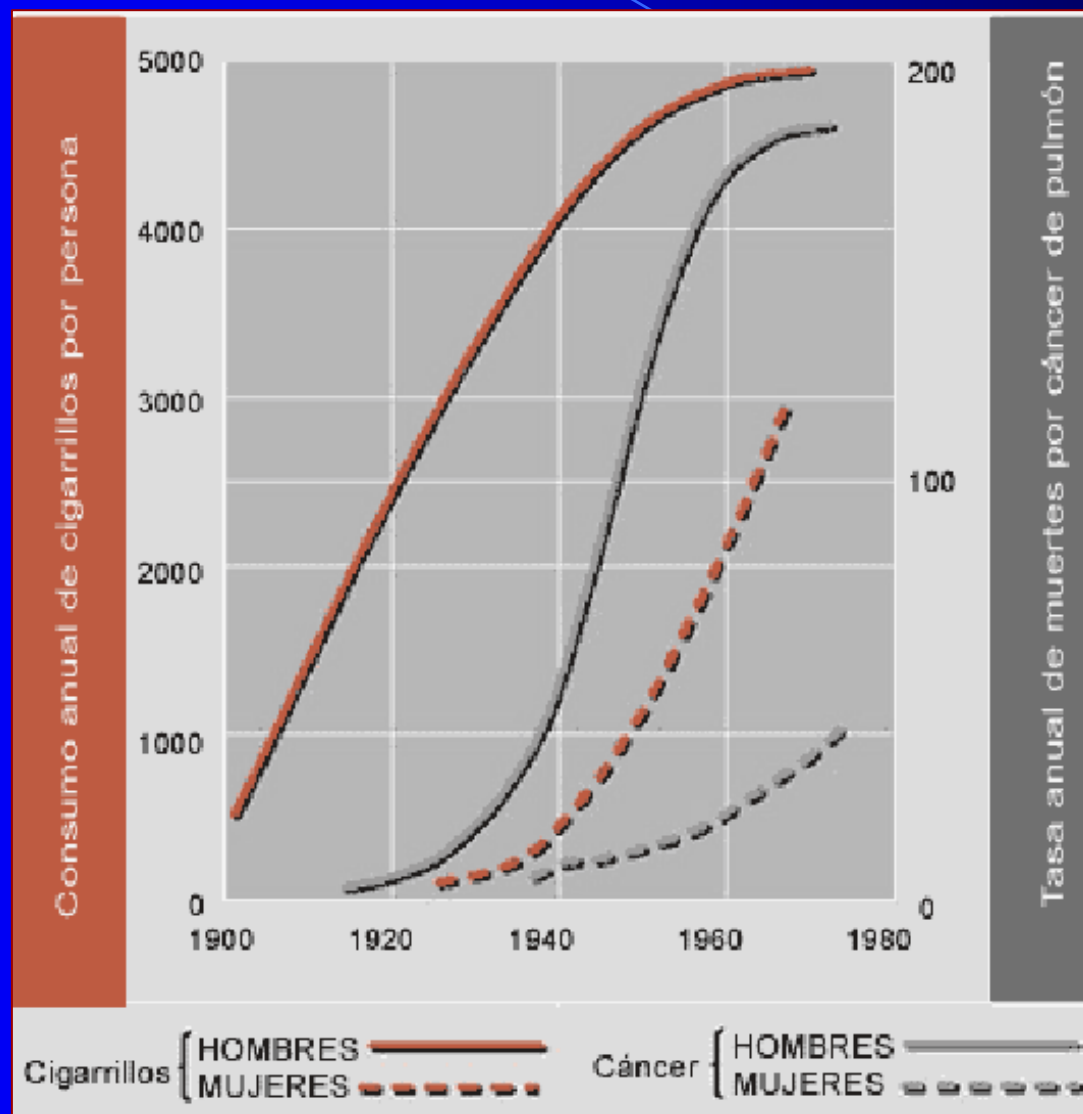
EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

prioritized risks for cancer prevention



© 2003 International Society for Preventive Oncology

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

RADÓN
Y
CÁNCER DE PULMÓN

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



Pennsylvania

1985

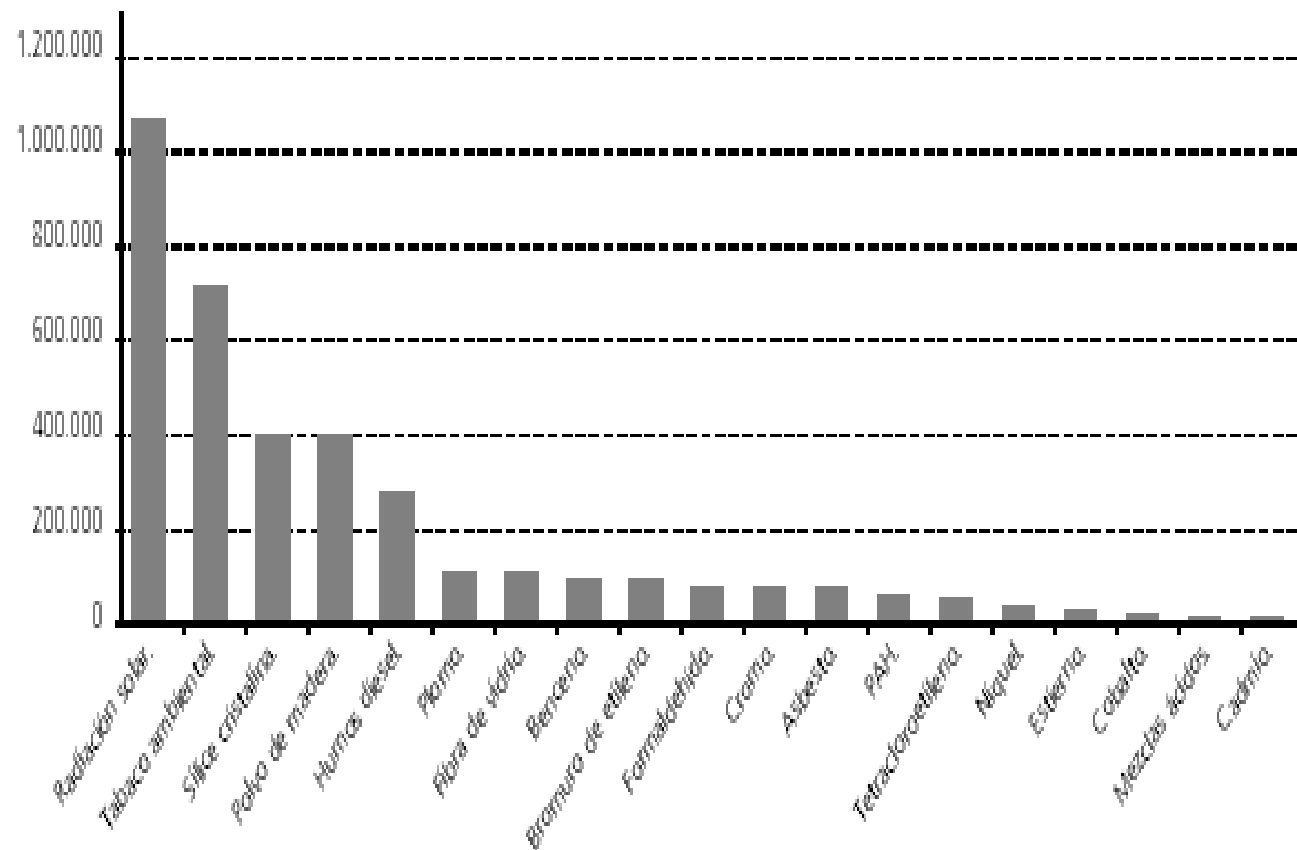
- **Stanley Watras**

Empleado de Central Nuclear al que se detectaba cientos de veces más radiactividad que la medida en el trabajo y cuando llegaba de su casa.

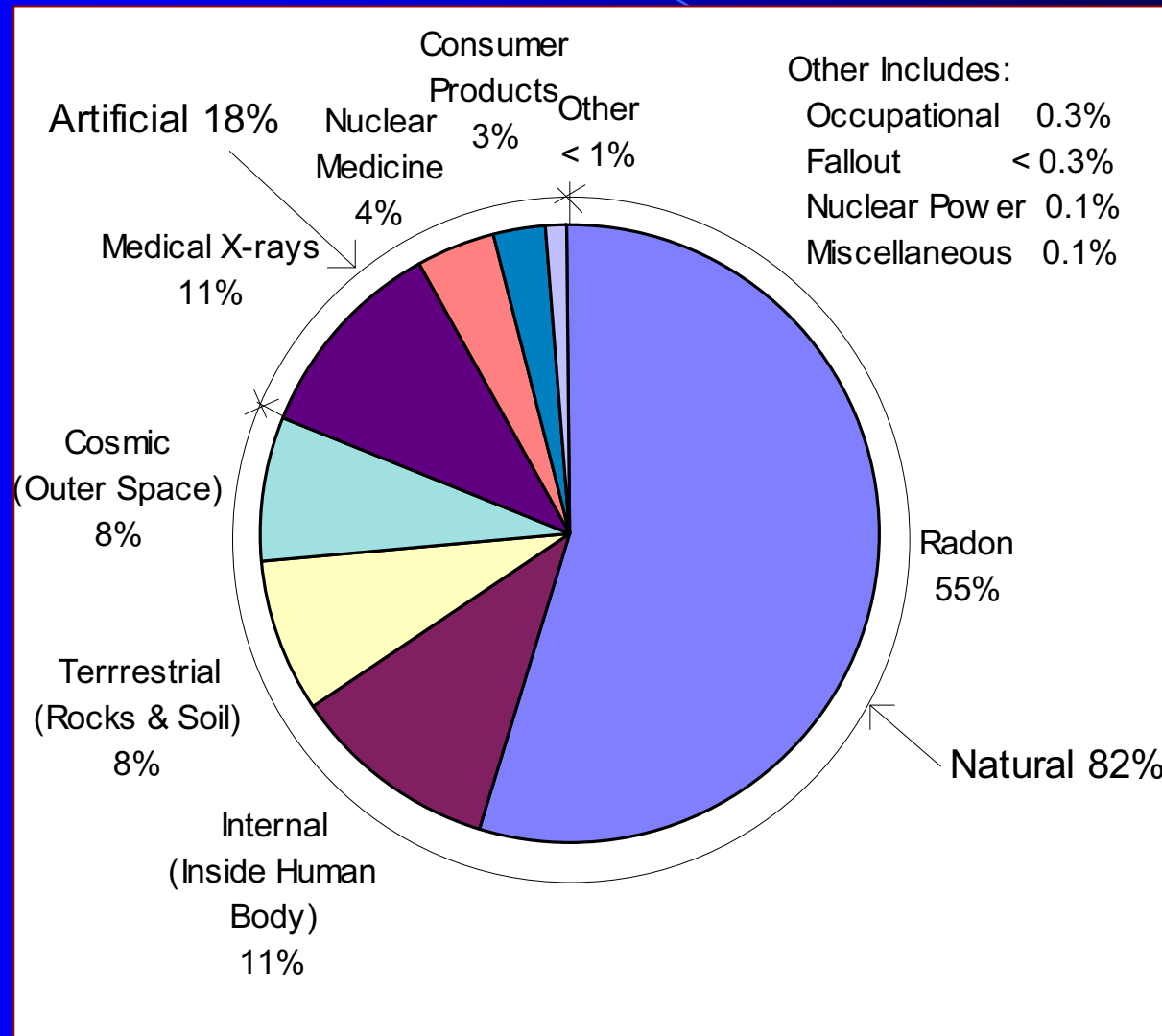


EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

FIGURA 9.5. EXPOSICIONES OCUPACIONALES MÁS FRECUENTES EN ESPAÑA ENTRE 1990 Y 1993



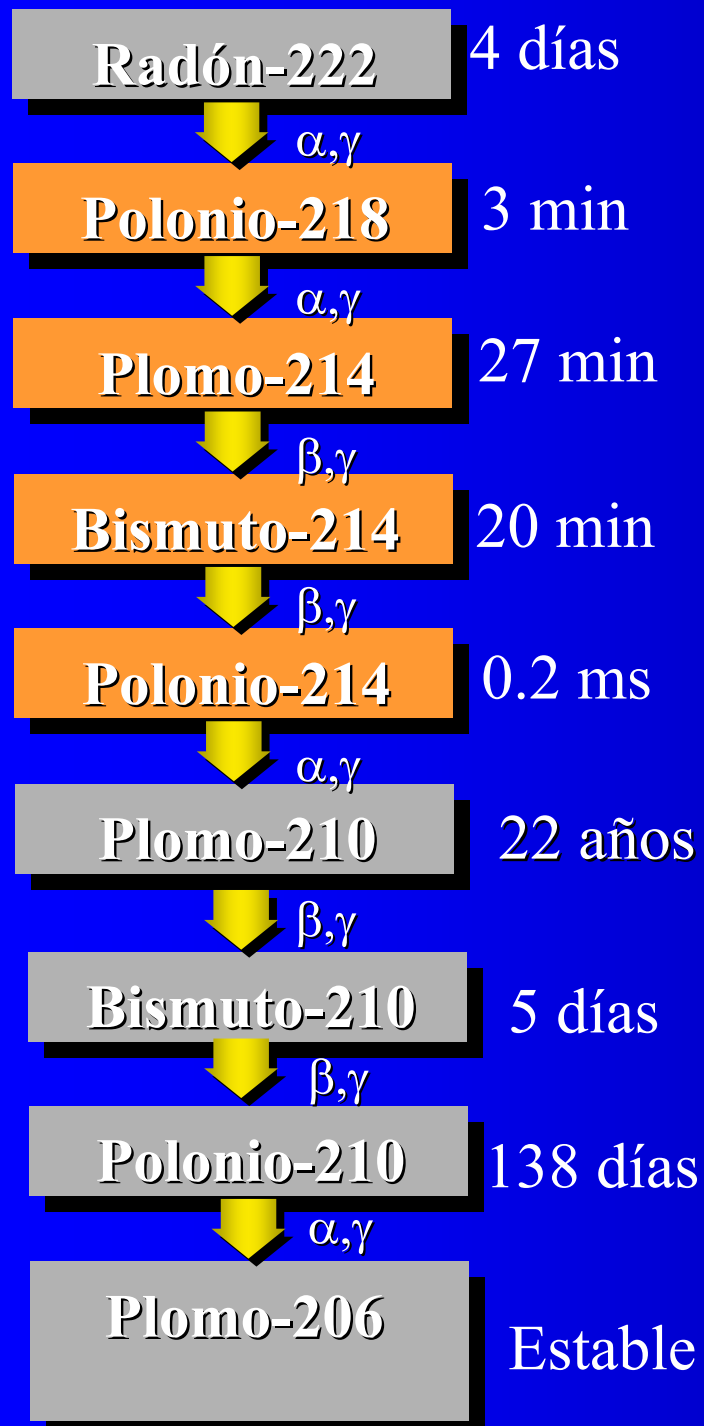
EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Dosis efectiva media mundial de radiación en 2000, de origen natural y antropogénico (mSv)
(Fuente: UNSCEAR 2000).

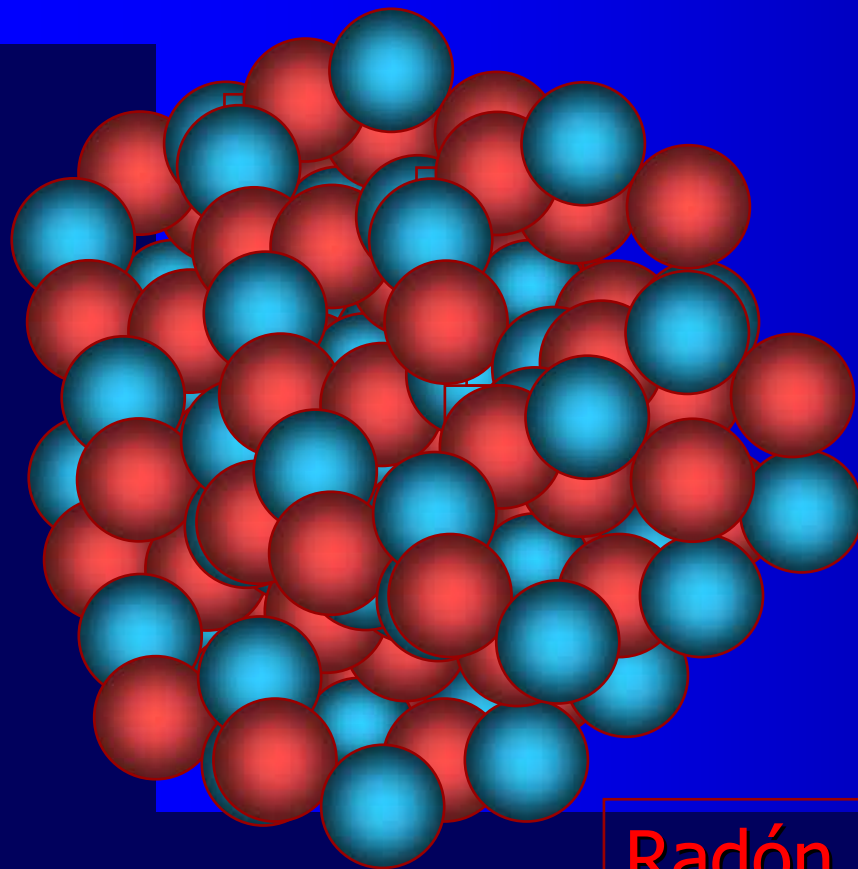
FUENTE DE RADIACIÓN	DOSIS (mSv)
Fondo natural (total, todas las fuentes)	2,4
Inhalación (principalmente radón)	1,2
Rayos gamma terrestres	0,5
Rayos cósmicos	0,4
Ingestión	0,3
Diagnósticos médicos	0,4
“testing” nucleares atmosféricos	0,005
Accidente de Chernobyl	0,002
Producción energía nuclear	0,002



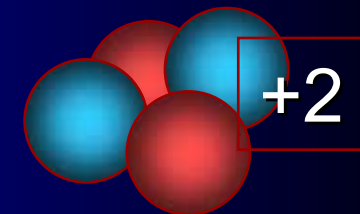
^{218}Po y ^{214}Po se reparten la dosis radiactiva significativa para el epitelio respiratorio

Descendientes del radón

Producción de radiación alfa (α)



Núcleo de ${}^4\text{He}$ emitido por el núcleo ${}^{226}\text{Rn}$

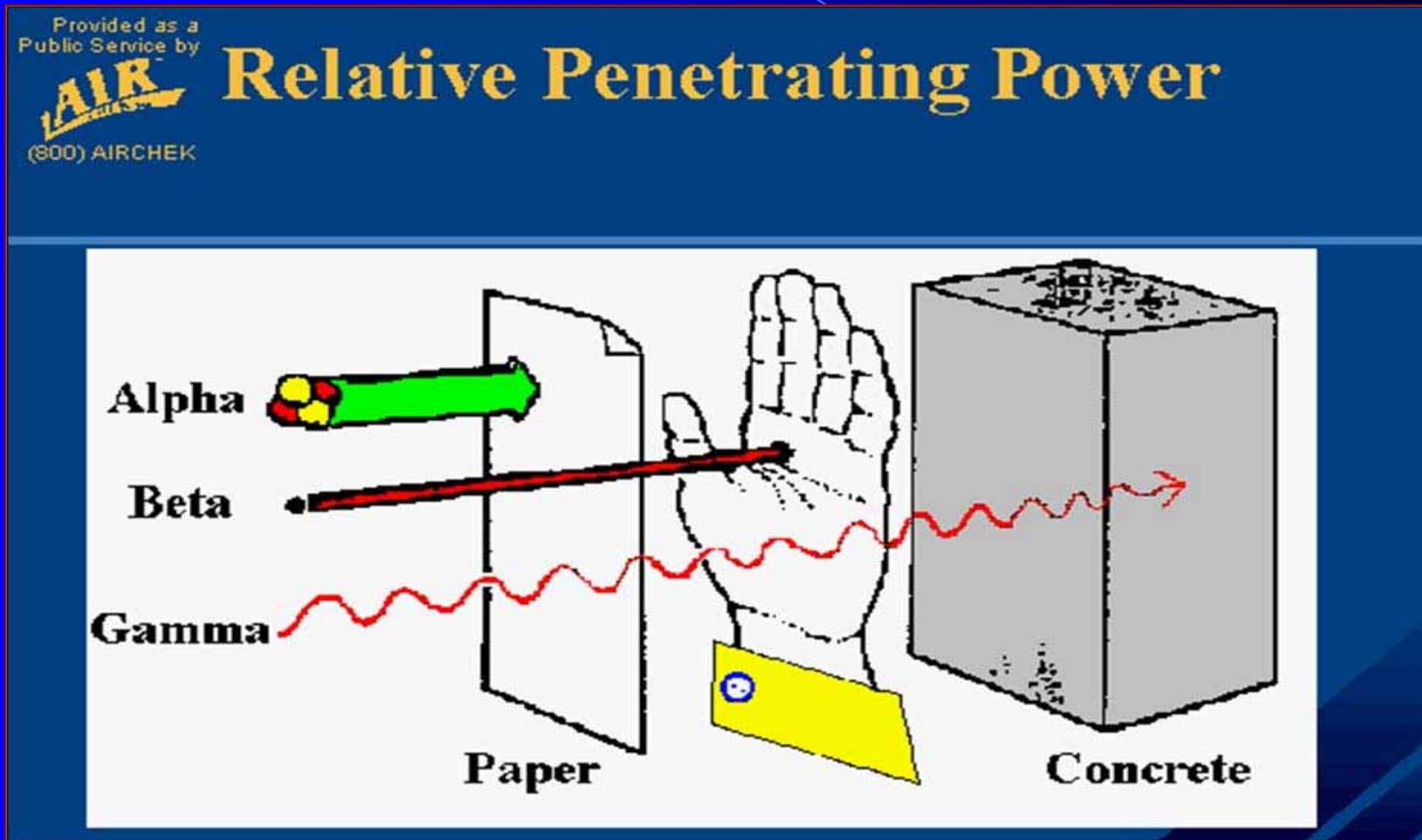


Radón - 222

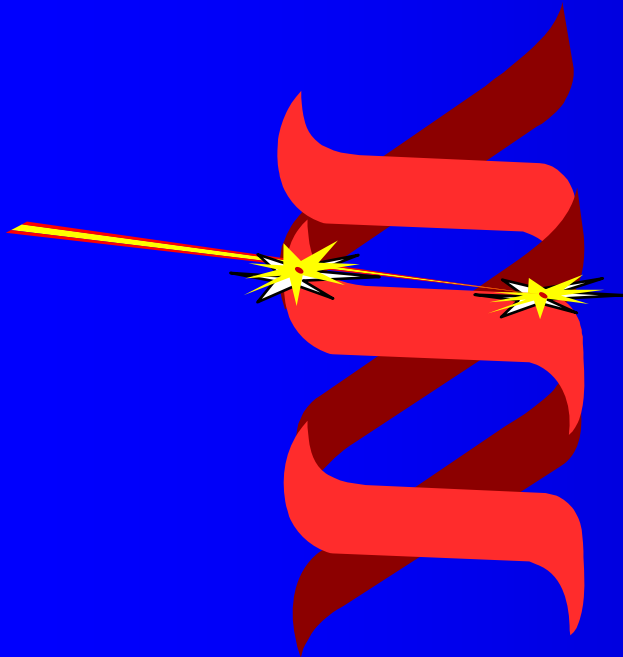


${}^4\text{He} + {}^{218}\text{Po}$

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



¿Qué ocurre cuando se inhala el radón?



Lesión en la doble hélice

- Partículas altamente radioactivas se adhieren al tejido pulmonar, donde pueden irradiar sensiblemente las células broncopulmonares.
- La radiación puede alterar las células, incrementando el riesgo potencial para el cáncer.

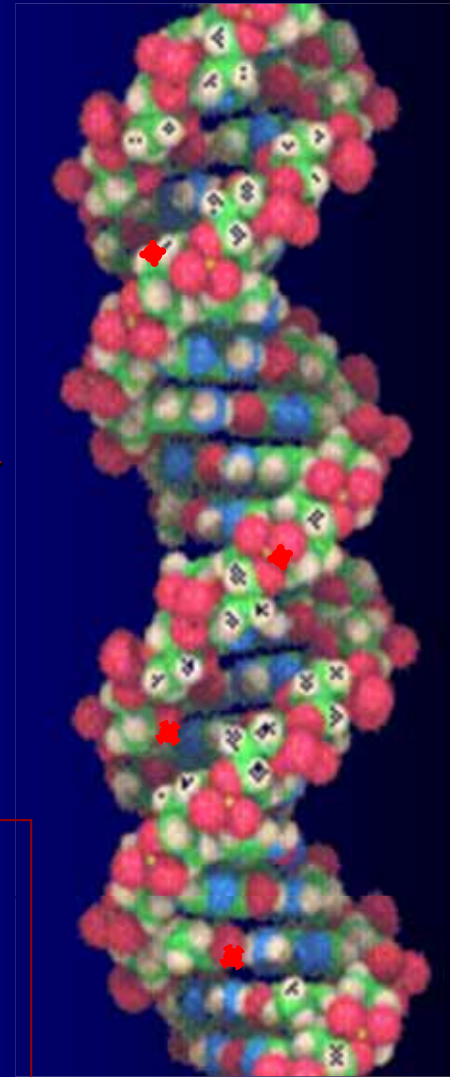
La radiación ionizante puede dañar directa e indirectamente el DNA

**Partícula
Alfa**

Formación de
radicales
libres
Lesiones en las
cadenas del DNA

Defectos en el gen – p53
supresor de tumores

El riesgo individual ↑ en ausencia del
gen codificador de la enzima GSTM₁
(glutathione S-transferase M1)



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

1500- Agrícola observa mayor mortalidad por una enfermedad respiratoria en la minas de Erz (Este de Europa).

1879- Karting y Hesse identifican como cáncer pulmonar aquella enfermedad respiratoria.

1921- Uhling relaciona las emanaciones de radio con el cáncer pulmonar.

Años 70- Publicación de primeros estudios que relacionan la exposición a radón y el cáncer pulmonar en mineros.

1987- La EPA (Environmental Protection Agency) establece los 148 Bq/m³ como concentración que no debe sobrepasarse y a partir de la que se deben realizar reducción de radón en los domicilios.

1988- BEIR IV (Committee of Biological Effects on Ionizing Radiations) National Academy of Sciences/National Research Council: Análisis pormenorizado de los trabajos sobre exposición a radón de mineros y de animales. Asocia evidencias publicadas con la aparición de cáncer pulmonar.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

1990 - EURATOM Publicación de normativa europea recomendando no superar los 400 Bq/m³ en casas ya construídas ni los 200 Bq/m³ en las de nueva construcción.

Años 90 – Estudios sobre exposición residencial a radón y cáncer pulmonar.

1999 – BEIR VI Actualización del BEIR IV definiendo el radón como segundo factor de riesgo de cáncer pulmonar después del tabaco.

2003 – Publicación en Bull Wld Hlth Org 2003:Meta-análisis de 17 estudios de casos y controles en todo el mundo.

2004/05 – Publicación del estudio colaborativo de 13 investigaciones europeas de C-C (*pooling study*). (Darby et al.*Br Med J*)

2005 – Publicación del *pooling study* americano (USA-Canadá) (Krewski et al. *Epidemiology*)

2005- Inicio del International Radon Project de la OMS para elaboración de un Handbook o Informe Técnico de recomendaciones para implantar Programas de reducción de radón por los Gobiernos miembros. (Genève, marzo 2005; Genève 2006; München 2007).

2008 – Publicación prevista del *pooling study* mundial y del Informe técnico de la OMS.

2009 – Publicación del “Handbook of radon” de la WHO, Informe Técnico del IRP.



Minas de “radón”



Usos, supuestamente
saludables,
del aire cargado de
radón en las minas,
principalmente de
uranio.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Table: Mortality from lung cancer among miners exposed to radon

Mines	Number of lung cancer deaths	
	Expected (without radon)	Observed
Colorado Plateau, USA	59	256
Ontario, Canada	68	152
Beaverlodge, Canada	34	65
Port Radium, Canada	25	57
West Bohemia, Czech Republic	138	702
Malmberget, Sweden	15	51
New Mexico, USA	17	68
Newfoundland, Canada	22	113
Yunnan Province, China	267	981
Cornwall, UK	67	105
Radium Hill, Australia	23	32
France	21	45
Total	756	2627

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

TABLA 2

Resultados de los estudios de casos y controles y de los análisis conjuntos de estudios sobre radón residencial y cáncer de pulmón

Autor y año	Lugar	Tamaño muestral	Resultados
Darby et al ¹⁶ , 2005	Análisis conjunto de estudios europeos	14 estudios incluidos	El riesgo de CP por cada 100 Bq/m ³ aumenta en 1,16 (IC del 95%, 1,05-1,31)
Krewski et al ¹⁷ , 2005	Análisis conjunto de estudios norteamericanos	7 estudios incluidos	El riesgo de CP por cada 100 Bq/m ³ aumenta en 1,11 (IC del 95%, 1,00-1,28)
Lubin et al ¹⁹ , 2004	Análisis conjunto de estudios chinos	2 estudios incluidos	El riesgo de CP por cada 100 Bq/m ³ aumenta en 1,33 (IC del 95%, 1,01-1,36)
Bochicchio et al ²⁰ , 2004	Italia	384 casos y 404 controles	Riesgos de 1,30 (IC del 95%, 1,03-1,64); 1,48 (IC del 95%, 1,06-2,02); 1,49 (IC del 95%, 0,82-2,71), y 2,89 (IC del 95%, 0,45-18,06) para exposiciones de 50-99, 100-199, 200-399 y > 399 Bq/m ³ , respectivamente, al comparar con exposiciones < 50 Bq/m ³
Pavia et al ¹⁰ , 2003	Metaanálisis	17 estudios incluidos	El riesgo para los expuestos > 150 Bq/m ³ es de 1,24 (IC del 95%, 1,11-1,38)
Kreienbrock et al ²¹ , 2001	Antigua Alemania Occidental	1.449 casos y 2.297 controles	Riesgos de 1,57 (IC del 95%, 1,08-2,27); 1,93 (IC del 95%, 1,19-3,13), y 1,93 (IC del 95%, 0,99-3,77) para concentraciones de 50-80, 81-140 y > 140 Bq/m ³ , respectivamente, tomando como referencia concentraciones < 50 Bq/m ³
Baysson et al ²² , 2004	Francia	486 casos y 964 controles	Riesgos de 0,85 (IC del 95%, 0,59-1,22); 1,19 (IC del 95%, 0,81-1,77); 1,04 (IC del 95%, 0,64-1,67), y 1,11 (IC del 95%, 0,59-2,09) para concentraciones de 50-100, 100-200, 200-400 y > 400 Bq/m ³ , tomando como referencia a los expuestos a < 50 Bq/m ³
Barros-Dios et al ¹⁸ , 2002	Galicia, España	163 casos y 241 controles	Riesgos de 2,73 (IC del 95%, 1,12-5,48); 2,48 (IC del 95%, 1,21-6,79), y 2,96 (IC del 95%, 1,29-6,79) para los expuestos a 37-55, 55-148 y > 148 Bq/m ³ , respectivamente, tomando como referencia a los expuestos a < 37 Bq/m ³
Letourneau et al ²³ , 1994	Canadá	738 casos y 738 controles	No hubo diferencias en los riesgos de CP para expuestos frente a no expuestos
Alavanja et al ²⁴ , 1999	Missouri (EE UU)	783 casos y 742 controles expuestos durante 25 años a radón residencial	Riesgos de 1,3 para nunca fumadores y de 4,8 para muy fumadores
Auvinen et al ²⁵ , 1996	Finlandia	517 casos y 517 controles	Riesgos de 1,03 (IC del 95%, 0,84-1,26); 1,00 (IC del 95%, 0,78-1,29); 0,91 (IC del 95%, 0,61-1,35), y 1,15 (IC del 95%, 0,69-1,93) para concentraciones de 50-99, 100-199, 200-399 y 400-1237 Bq/m ³ , respectivamente, tomando como referencia concentraciones < 50 Bq/m ³
Pershagen et al ¹¹ , 1994	Suecia	1.360 casos y 2.847 controles	Riesgos de 1,3 (IC del 95%, 1,1-1,6) y 1,8 (IC del 95%, 1,1-2,9) para expuestos a 140-400 y > 400 Bq/m ³ , respectivamente, tomando como referencia a expuestos a < 50 Bq/m ³

CP: cáncer de pulmón; IC: intervalo de confianza.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



Free Executive Summary

Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI

Committee on Health Risks of Exposure to Radon
(BEIR VI), National Research Council

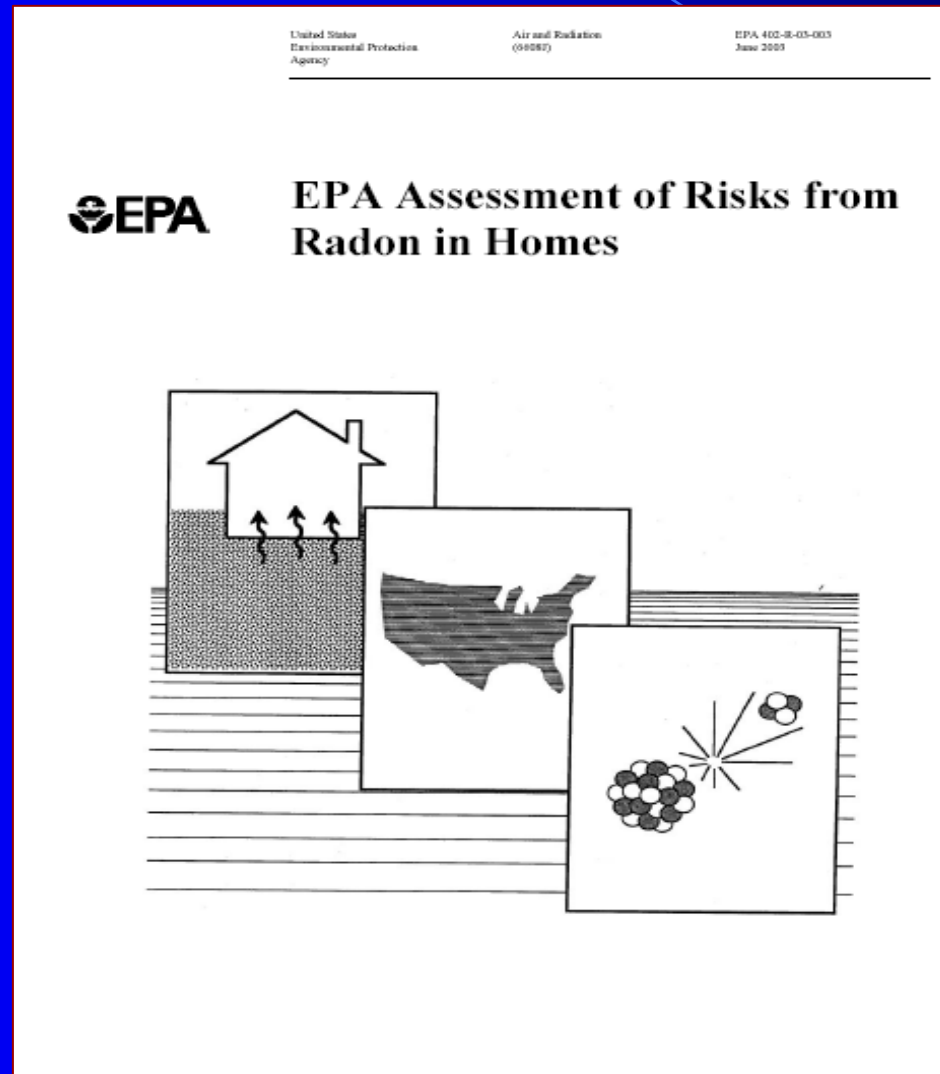
ISBN: 0-309-05645-4, 516 pages, 6 x 9, hardback (1999)

**EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD.
SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN**

HEALTH EFFECTS OF
EXPOSURE TO
RADON

BEIR VI

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

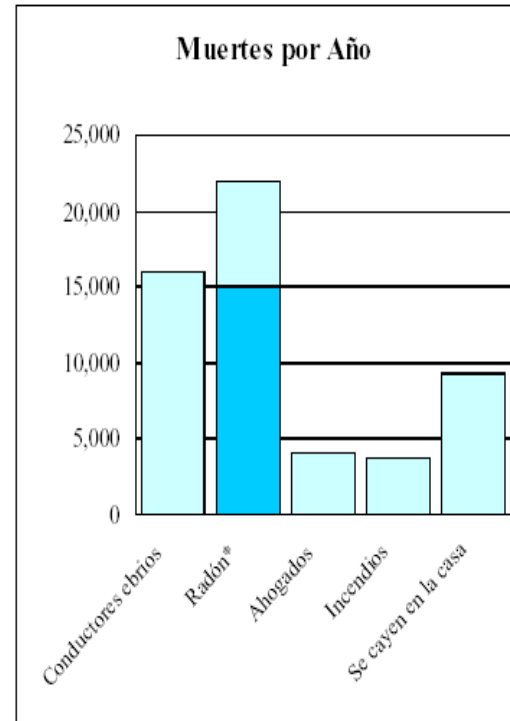
EPA ASSESSMENT OF RISKS FROM RADON IN HOMES

June 2003

Office of Radiation and Indoor Air
United States Environmental Protection Agency
Washington, DC 20460

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

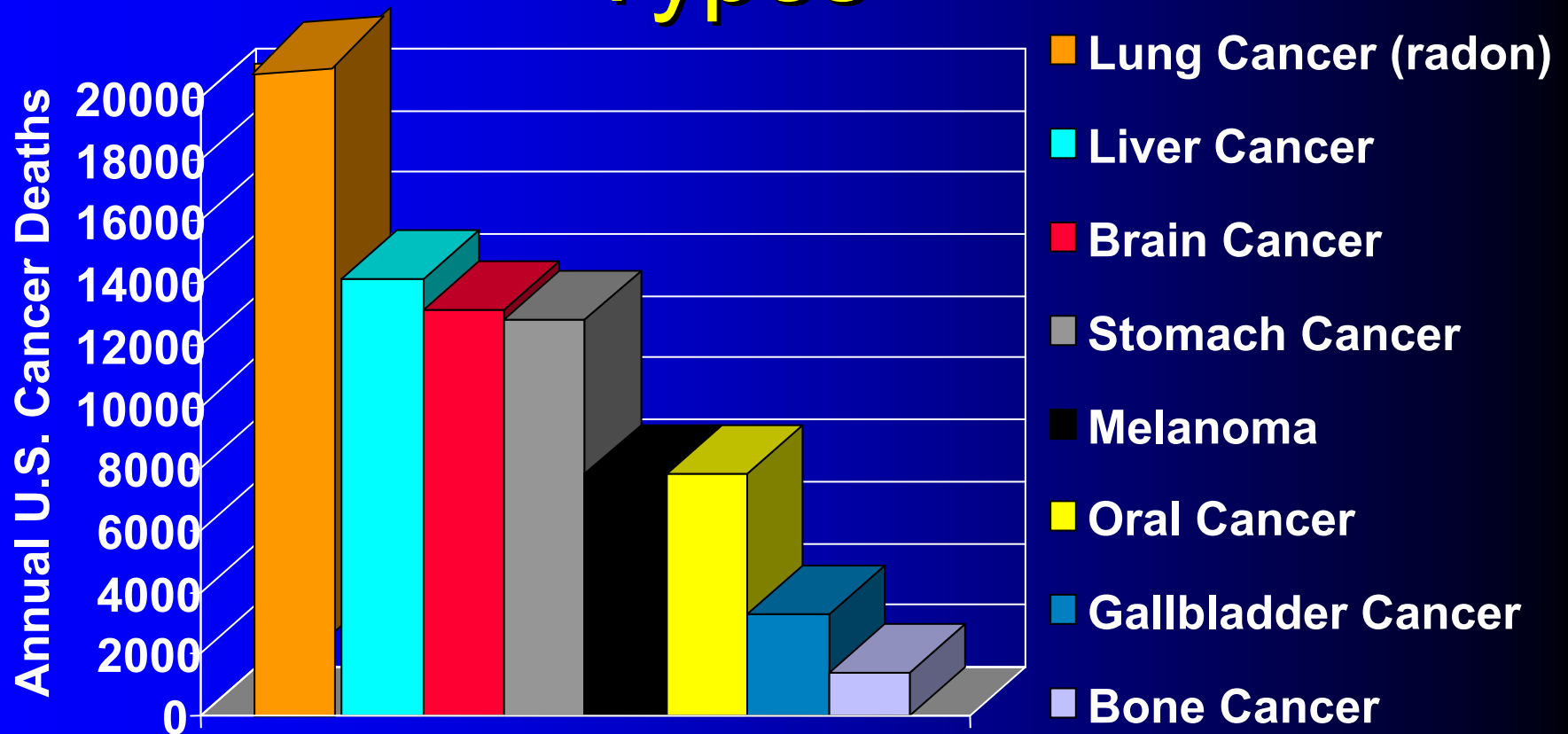
La EPA estima que el radón causa miles de muertes de cáncer al año en EE.UU.



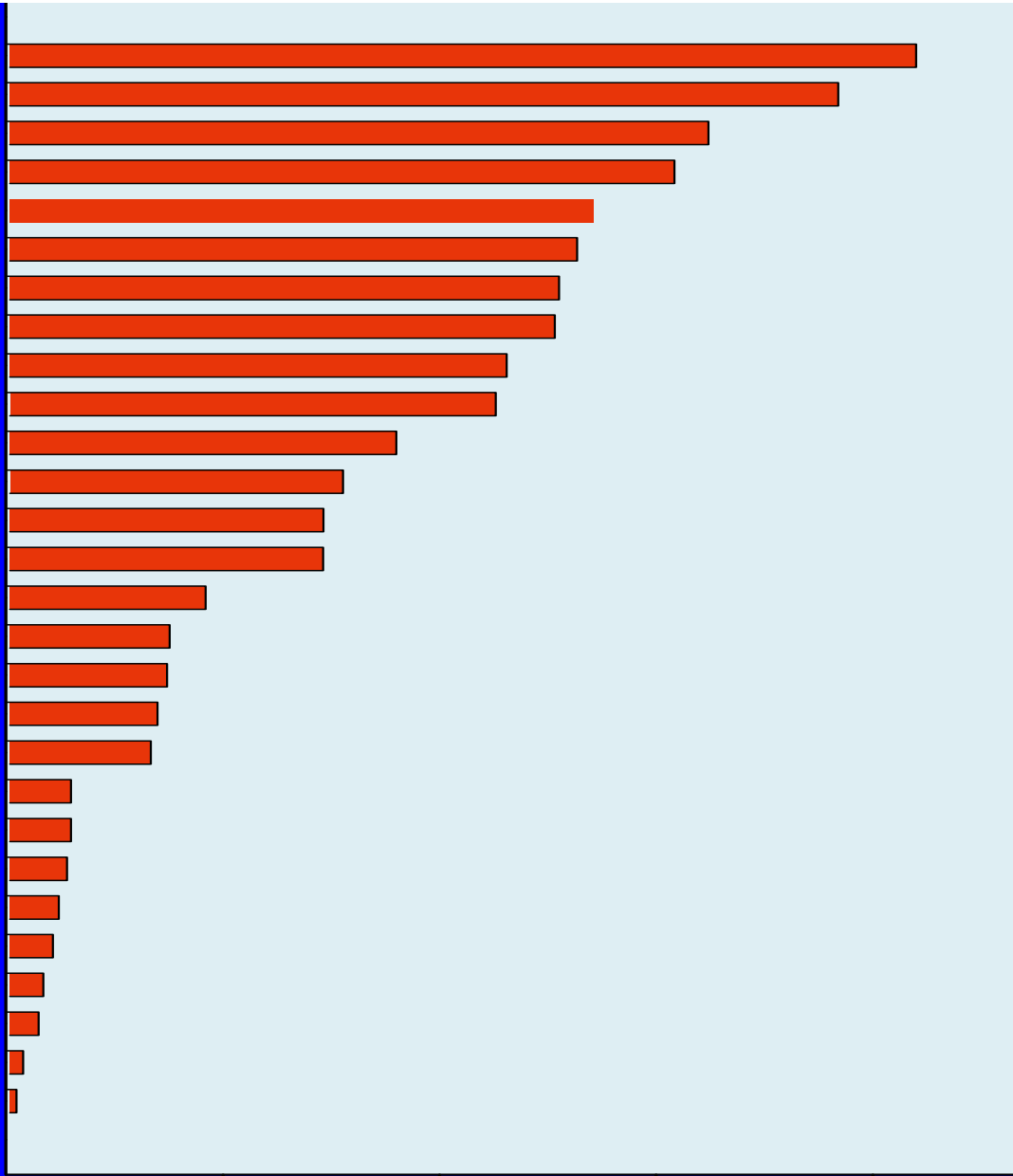
* De acuerdo con la información incluida en el informe de la Academia Nacional de Ciencias, *The Health Effects of Exposure to Indoor Radon* (Efectos sobre la Salud de la Exposición al Radón en Interiores) se estima que el radón causa entre 15.000 y 22.000 muertes de cáncer de pulmón por año. Los datos sobre las causas de muerte (no relacionadas con el radón) pertenecen a la publicación *Injury Facts*, Edición 1999 del National Safety Council (Consejo Nacional de Seguridad), Itasca, IL.

Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE.UU. 402-K-02-001, Julio de 2002

Comparing Radon Related Cancer to Other Cancer Types



Radon Induced Lung Cancer
Non-Hodgkin Lymphoma
Ovary
Liver
Esophagus
Bladder
Brain
Kidney
Stomach
Multiple Myeloma
Acute Myeloid Leukemia
Melanoma
Oral Cavity and Pharynx
Uterine Corpus
Chronic Lymphocytic Leukemia
Larynx
Uterine Cervix
Soft tissue
Gall Bladder
Thyroid
Acute Lymphocytic Leukemia
Hodgkin Disease
Bone and Joint
Small Intestine
Chronic Myeloid Leukemia
Ureter
Testis
Eye



Cancer Mortality per Year - United States



BASTET

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

EVIDENCIAS RECIENTES DE LA RELACIÓN
RADÓN / CÁNCER DE PULMÓN

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

EL RADÓN EN GALICIA: 1992-2010

GRUPO GALEGO DO RADÓN

(Área de Medicina Preventiva e Saúde Pública)

USC

Xoán M. Barros Dios

Adolfo Figueiras Guzmán

Agustín Montes Martínez

Alberto Ruano Raviña

Ana A. Barreiro Carracedo

Mónica Pérez Ríos

Joaquín Peón González

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

EXPOSICIÓN RESIDENCIAL AL RADÓN Y RIESGO DE CÁNCER PULMONAR

Resultados del estudio en Galicia 1992-1994

(I)

American Journal of Epidemiology (2002)

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

EL RADÓN EN GALICIA: 1992-2008

1.- Proyecto FIS 1992-1994. C-C sobre exposición domiciliar a radón y ocurrencia de cáncer primario de pulmón en el Área sanitaria de Santiago.

Resultados: Tesis Doctoral de Ana Barreiro (1999)

Artículo en *American Journal of Epidemiology* (2002)



American Journal of Epidemiology
Copyright © 2002 by the Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health
All rights reserved

Vol. 156, No. 6
Printed in U.S.A.
DOI: 10.1093/aje/kwf070

Exposure to Residential Radon and Lung Cancer in Spain: A Population-based Case-Control Study

Juan Miguel Barros-Dios^{1,2}, María Amparo Barreiro¹, Alberto Ruano-Ravina¹, and Adolfo Figueiras¹

¹ Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Spain.

² Preventive Medicine Unit, Santiago de Compostela University Teaching Hospital, Santiago de Compostela, Spain.

Received for publication July 26, 2001; accepted for publication May 8, 2002.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

TABLE 1. Breakdown of cases and controls by variables of major relevance, Spain, 1992–1994

	Cases	Controls
No. of males (%)	151 (92.6)	219 (90.9)
Age (years) (mean (SD*))	65.7 (10.5)	57.7 (12.5)
No. of subjects with a family history of cancer (%)	28 (18.4)	20 (8.5)
Tobacco consumption		
No. of smokers (%)	145 (91.8)	129 (54.7)
Mean (SD)†	24.2 (16.9)	7.1 (9.9)
Median (pct* 25, 75)†	21.9 (14.6, 35.3)	7.1 (0.0, 10.9)
Radon (Bq/m ³)		
Arithmetic mean (SD)	141.4 (231.9)	114.0 (135.3)
Geometric mean (GSD*)	75.4 (2.4)	66.4 (3.0)
Median (pct 25, 75)	66.6 (40.7, 154.5)	51.8 (29.6, 118.4)
Time of occupancy in dwelling (years)		
5–9 (%)	13 (8.0)	35 (14.5)
10–19 (%)	35 (21.5)	62 (25.7)
≥20 (%)	114 (69.9)	142 (58.9)
Presence of monitoring device (days) (mean (SD))	155.3 (31.1)	150.9 (55.3)

* SD, standard deviation; pct, percentile; GSD, geometric standard deviation.

† Thousands of packs smoked over a lifetime.

American Journal of Epidemiology (2002)

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

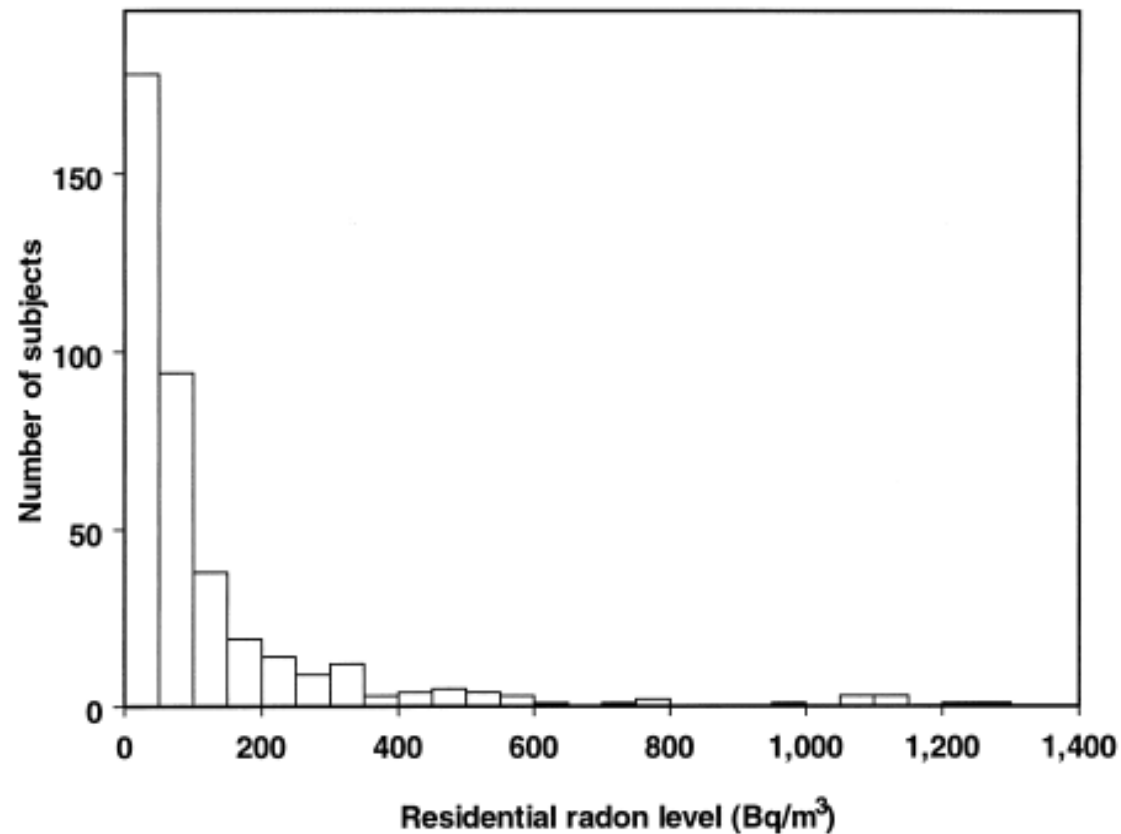


FIGURE 2. Distribution of the study population by residential radon level, Spain, 1992–1994.

American Journal of Epidemiology (2002)

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

TABLE 2. Effect of radon concentration on the risk of lung cancer, Spain, 1992–1994

Radon concentration [†]		No. of subjects		Crude analysis		Adjusted analysis [‡]	
Bq/m ³	pCi/liter	Cases	Controls	OR [‡]	95% CI [‡]	OR	95% CI
0–36.9	0.0–0.9	28	73	1.00	1.15, 3.75	1.00	1.21, 6.18
37.0–55.1	1.0–1.4	43	54	2.08	1.05, 3.34	2.73	1.12, 5.48
55.2–147.9	1.5–3.9	46	64	1.87	1.30, 4.36	2.48	1.29, 6.79
≥148.0	≥4.0	42	46	2.38	1.30, 4.36	2.96	1.29, 6.79

* Categorized in quartiles for all subjects and expressed in Bq/m³ and pCi/liter.

† Adjusted for age, sex, family history, and lifetime tobacco consumption (measured in packs and categorized in quartiles).

‡ OR, odds ratio; CI, confidence interval.

American Journal of Epidemiology (2002)

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

TABLE 3. Interaction between exposure to radon and lifetime tobacco consumption, Spain, 1992–1994

Lifetime tobacco consumption	Radon concentration		No. of subjects		Adjusted* analysis	
	Bq/m ³	pCi/liter	Cases	Controls	OR†	95% CI†
Nonsmokers	0–36.9	0.0–0.9	2	28	1.00	
	≥37.0	≥1.0	11	76	1.81	0.33, 10.09
Smokers	0–36.9	0.0–0.9	24	43	20.16	3.43, 118.55
	≥37.0	≥1.0	118	85	46.45	8.46, 254.85

* Adjusted for age, sex, and family history.

† OR, odds ratio; CI, confidence interval.

American Journal of Epidemiology (2002)

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

RIESGO DE CÁNCER DE PULMÓN EN UNA
COHORTE EXPUESTA
A RADÓN DOMICILIARIO
EN EL ÁREA SANITARIA DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA EN EL PERÍODO
1994-2006

Resultados del estudio 1992-1994 en Galicia.
(II)

Epidemiology (2009; Vol 20)

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

EPIDEMIOLOGY

LETTERS TO THE EDITOR

Residential Radon and Lung Cancer

To the Editor:

Residential radon exposure causes lung cancer. The International Agency for Research on Cancer declared radon as a human carcinogen in 1988.¹ Evidence for this statement is based mainly on studies in miners² and residential case-control studies.^{3,4} There are no published cohort studies assessing the relationship between residential radon exposure and the development of lung cancer.

Between 1992 and 1994, we enrolled 241 randomly selected controls in a population-based case-control study on residential radon and lung cancer by using 1991 census data for the Santiago de Compostela Health District.⁵ Initially, 500 persons from the general population were selected through sex-stratified random sampling. Of these, 391 met the eligibility criteria and 241 were finally included (32% refused and 5% were not located after 3 attempts).

Participants younger than 35 years of age, those with previous cancers, and those who had lived fewer than 5 years in the same dwelling were excluded. All participants were personally interviewed on lung cancer risk factors, and radon concentration was measured in the main bedroom under standard conditions.

Cohort follow-up ended on 31 May 2007. For each cohort member, the vital status was assessed through 2 databases: hospital records at the Clinic University Hospital of Santiago de Compostela and the Galician Mortality Registry, which covers the whole Galician population. The survival outcomes were (a) alive, (b) death from a cause other than cancer, (c) incidence or death from cancer other than lung cancer, and (d) incidence or death from lung cancer. Radon exposure at baseline was compared among persons without cancer, those with cancer other than lung cancer,

TABLE 1. Baseline Cohort Characteristics and Radon Relative Risks (1992–1994)

Variable	Initial Cohort (Baseline Characteristics) n = 211	Cancer Other Than Lung Cancer n = 25	Lung Cancer n = 5
Age (%) ^a			
35–50	71 (34)	7 (28)	0 (0)
51–70	106 (50)	12 (48)	3 (60)
>70	34 (16)	6 (24)	2 (40)
Men (%)	187 (89)	19 (76)	5 (100)
Current smoking* (%)	77 (36)	9 (36)	2 (40)
Quartiles of lifetime smoking in packets (only for ever smokers) [†]			
25	5	2	12
50	11	11	21
75	18	17	32
Have lived >20 yr in the same residence (%)	127 (60)	52 (52)	4 (80)
Quartiles of radon concentration (Bq/m ³)			
25	30	35	85
50	52	52	226
75	117	96	729
Subjects above the EPA level (148 Bq/m ³) (%)	41 (20)	3 (12)	3 (60)
RR (CI 95%)	1.00	0.68 (0.2–2.2)	6.6 (1.2–38)

^aBaseline characteristics of those subjects who developed lung or other cancer type on the follow-up.

and those with lung cancer at the end of the follow-up.

We could not determine outcome status of 211 persons (88%); median follow-up was 12 years. During the follow-up, 11% (25 subjects) had developed some type of cancer, of whom 5 had lung cancer. Tobacco consumption was similar among groups at the baseline (Table 1). The median radon concentration was 226 Bq/m³ among future lung cancer cases and 52 Bq/m³ among all others. All lung cancer cases lived in the same dwelling until the end of the follow-up. The crude relative risk for lung cancer among those exposed to radon concentrations higher than 148 Bq/m³ compared with nonexposed was 6.6 (95% confidence interval = 1.2–38), whereas the relative risk for any cancer type was 0.68 (0.2–2.2).

To our knowledge these are the first cohort data on residential radon exposure and lung cancer, and the results confirm an association. Residential

radon concentration in those who developed lung cancer was 4.5-fold higher than the radon concentration in the other groups, the median concentration being far above the action level considered by EPA or European Union (148 and 200 Bq/m³, respectively).

This study has a small sample size, which does not allow a detailed analysis. Nevertheless, these are the first data of their kind and add evidence that radon concentration predicts the risk of lung cancer years before its onset. An advantage in this investigation is that the proportion of smokers was similar among the study groups, and therefore, we believe that the higher lung cancer incidence in those exposed to higher radon concentrations is not due to higher tobacco consumption.

Other researchers who have conducted residential case-control studies may be able to add to these results using larger samples.



Letters to the Editor

Epidemiology • Volume 20, Number 1, January 2009

Alberto Ruano-Ravina
Department of Preventive Medicine and Public Health
University of Santiago de Compostela
Santiago de Compostela, Galicia, Spain

CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP)
Barcelona, Spain
Galician Agency for Health Technology Assessment
Department of Health
Santiago de Compostela, Galicia, Spain

Miguel Conde Rodríguez
Ferrol Health Department
Galician Health Service
Ferrol, Galicia, Spain

Sara Cerdeira-Caramés
Service of Epidemiology
Galician Directorate of Public Health
Santiago de Compostela, Galicia, Spain

Juam M. Barros-Dios
Department of Preventive Medicine and Public Health
University of Santiago de Compostela
Santiago de Compostela, Galicia, Spain

CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP)
Barcelona, Spain
Service of Preventive Medicine
University Hospital of Santiago de Compostela
Galician Health Service
Santiago de Compostela, Galicia, Spain

REFERENCES

- IARC. Man-made mineral fibres and radon. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. 1988;43:39.
- Darby SC, Whitley E, Howe GR, et al. Radon and cancers other than lung cancer in underground miners: a collaborative analysis of 11 studies. *J Natl Cancer Inst.* 1995;87:378–384.

- Darby S, Hill D, Auvinen A, et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ.* 2005;330:223–227.
- Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM, et al. Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case-control studies. *Epidemiology.* 2005;16:137–145.
- Barros-Dios JM, Barreiro MA, Ruano-Ravina A, et al. Exposure to residential radon and lung cancer in Spain: a population-based case-control study. *Am J Epidemiol.* 2002;156:548–555.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Sujetos a estudio:

Los participantes son 241 individuos que fueron seleccionados aleatoriamente del censo de 1991 entre los habitantes del Área Sanitaria de Santiago, con un muestreo por frecuencia de sexo (respecto a casos de cáncer de pulmón) y en función del peso poblacional de cada comarca.

Se trata de los controles utilizados para el estudio de casos y controles sobre radón y cáncer de pulmón realizado entre 1992 y 1995

(Barros-Dios et al. Am J Epidemiol 2002).

Se restringió la muestra a mayores de 30 años sin límite de edad.



American Journal of Epidemiology
Copyright © 2002 by the Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health
All rights reserved

Vol. 156, No. 8
Printed in U.S.A.
DOI: 10.1093/aje/kwf070

Exposure to Residential Radon and Lung Cancer in Spain: A Population-based Case-Control Study

Juan Miguel Barros-Dios^{1,2}, María Amparo Barreiro¹, Alberto Ruano-Ravina¹, and Adolfo Figueiras¹

¹ Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Spain.

² Preventive Medicine Unit, Santiago de Compostela University Teaching Hospital, Santiago de Compostela, Spain.

Received for publication July 26, 2001; accepted for publication May 8, 2002.

Although high radon concentrations have been linked to increased risk of lung cancer by both experimental studies and investigations of underground miners, epidemiologic studies of residential radon exposure display inconsistencies. The authors therefore decided to conduct a population-based case-control study in northwest Spain to determine the risk of lung cancer associated with exposure to residential radon. The study covered a total of 163 subjects with incident lung cancer and a population sample of 241 cancer-free subjects since 1992–1994. Odds ratios for radon were estimated using logistic regression adjusted for sex, age, lifetime tobacco use, family history, and habitat. The adjusted odds ratios for the second, third, and fourth quartiles of radon (breakpoints: 37.0, 55.2, and 148.0 Bq/m³) were 2.73 (95% confidence interval (CI): 1.12, 5.48), 2.48 (95% CI: 1.29, 6.79), and 2.96 (95% CI: 1.29, 6.79), respectively. An additive synergic effect between radon and tobacco was found. The results from this study suggest that, even at concentrations far below official guideline levels, radon may lead to a 2.5-fold rise in the risk of lung cancer. Furthermore, the synergy found between smoking and radon may prove useful when it comes to drafting public health recommendations. *Am J Epidemiol* 2002;156: 548–55.

case-control studies; lung neoplasms; radon

Abbreviation: CI, confidence interval.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Período de seguimiento:

A todos los sujetos del estudio se les midió la concentración de radón en su casa (exposición) entre 1992 y 1995. Se excluyeron aquellos individuos con menos de 5 años de residencia en la vivienda actual, con lo que para todos los sujetos, el tiempo de seguimiento, antes de la determinación de radón, fue como mínimo de 5 años.

Lo más probable es que ese período previo sea de unos 20 años (de mediana) de residencia en el mismo domicilio.

A este período se le une el posterior a la medición, que se censuró a 31 de mayo de 2007, con lo que se pueden añadir hasta 12 años posteriores a la medición para algunos individuos.

El período de seguimiento más frecuente debería rondar los 25 años.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Resultados:

211 sujetos seguidos (88%)

12 años de seguimiento (mediana)

25 personas (11%) desarrollaron otros cánceres diferentes al de pulmón.

5 personas (2,4%) desarrollaron cáncer pulmonar (CBP).

El consumo de tabaco fue similar en ambos grupos (enfermos y no enfermos).

La concentración mediana de radón fue de 225 Bq/m³ entre los que desarrollaron CBP y de 52 Bq/m³ entre los restantes.

Todos los sujetos con CBP vivieron en la misma casa hasta el fin del seguimiento.

El RR para CBP entre sujetos con Rn > 148 Bq /m³ fue de **6,6** (1,2 – 38).

Conclusión:

SE CONFIRMA CON UN DISEÑO MÁS POTENTE QUE EL DE c-c LA EXISTENCIA DE ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A Rn RESIDENCIAL Y APARICIÓN DE CÁNCER PULMONAR

TABLE 1. Baseline Cohort Characteristics and Radon Relative Risks (1992–1994)

Variable	Initial Cohort (Baseline Characteristics) n = 211	Cancer Other Than Lung Cancer n = 25	Lung Cancer n = 5
Age (%) ^a			
35–50	71 (34)	7 (28)	0 (0)
51–70	106 (50)	12 (48)	3 (60)
>70	34 (16)	6 (24)	2 (40)
Men (%)	187 (89)	19 (76)	5 (100)
Current smoking ^a (%)	77 (36)	9 (36)	2 (40)
Quartiles of lifetime smoking in packets (only for ever smokers) ^a			
25	5	2	12
50	11	11	21
75	18	17	32
Have lived >20 yr in the same residence (%)	127 (60)	52 (52)	4 (80)
Quartiles of radon concentration (Bq/m ³)			
25	30	35	85
50	52	52	226
75	117	96	729
Subjects above the EPA level (148 Bq/m ³) (%)	41 (20)	3 (12)	3 (60)
RR (CI 95%)	1.00	0.68 (0.2–2.2)	6.6 (1.2–38)

^aBaseline characteristics of those subjects who developed lung or other cancer type on the follow-up.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

MORTALIDAD ATRIBUÍBLE AL RADÓN Y A LA INTERACCIÓN RADÓN-TABACO

Resultados del estudio en Galicia 1992-1994

(III)

BMC Public Health 2010; 10:256

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Pérez-Ríos et al. *BMC Public Health* 2010, 10:256

<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/10/256>

RESEARCH ARTICLE Open Access BioMed Central

Atributable mortality to radon exposure in
Galicia, Spain. Is it necessary to act in the
face of this health problem?

Mónica Pérez-Ríos^{1,2,3} Juan M Barros-Dios^{1,3,4}
Agustín Montes Martínez^{1,3} and
Alberto Ruano-Ravina^{1,3}

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Table 1. Description of study population used to obtain the risks and prevalences for the attribution model.

	Cases	Controls
SEX		
Males (%).....	151 (92.6)	219 (92.9)
AGE (years)		
Median (SD).....	65.7 (10.5)	57.7 (12.5)
Exposure to radon^a		
Geometric mean (GSD).....	75.4 (2.4)	66.4 (3.0)
Median (pct 25, 75).....	66.6 (40.7, 144.5)	51.8 (29.6, 118.4)
Percentage of homes with levels above 148 Bq/m ³		19.4
Percentage of homes with levels above 200 Bq/m ³		17.7
TOBACCO CONSUMPTION		
Number of smokers or ex-smokers (%)..	145 (91.8)	129 (54.7)
Mean ^b (SD).....	24.2 (16.9)	7.1 (9.9)
Median ^b (pct 25, 75).....	21.9 (14.6, 35.3)	7.1 (0.0, 10.9)
PRESENCE OF RADON MONITORING DEVICE		
Days (mean, SD).....	155.3 (31.1)	150.9 (55.3)

^aPercentages of homes with levels above 148 and 200 Bq/m³ were solely obtained for controls.

^bThousands of packets smoked over a lifetime

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Table 2: Prevalences and risks used for estimating attributable mortality.

	37 Bq/m ³	OR and 95% CI	148 Bq/m ³	OR and 95% CI
Non-exposed non-smokers	1.3%	1.00	5%	1.00
Non-exposed ex-smokers	14.5%	34.14 (5.81-200.42)	39.6%	48.65 (13.01-181.91)
Non-exposed smokers	5.7%	14.38 (2.28-90.55)	28.9%	29.95 (8.12-110.48)
Exposed non-smokers	7.4%	2.50 (0.47-13.46)	3.9%	7.39 (1.68-32.56)
Exposed ex-smokers	32.1%	44.88 (8.13-247.63)	6.9%	24.07 (5.24-110.52)
Exposed smokers	39.0%	43.23 (7.96- 234.92)	15.7%	53.41 (12.88-221.49)

*Adjusted for sex, age, and family history of cancer.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Table 2. Prevalences used for estimating attributable mortality.

	37 Bq/m ³	148 Bq/m ³
Non-exposed non-smokers	1.3%	5%
Non-exposed ex-smokers	14.5%	39.6%
Non-exposed smokers	5.7%	28.9%
Exposed non-smokers	7.4%	3.9%
Exposed ex-smokers	32.1%	6.9%
Exposed smokers	39.0%	15.7%

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Table 3. Percentage of lung cancer mortality in Galicia attributable to exposure to radon and smoking.

	37 Becquerels/m ³		148 Becquerels/m ³	
	Attributable deaths	Attributable number	Attributable deaths	Attributable number
Non-exposed never-smokers	6.66%	87	7.98%	105
Non-exposed ex-smokers	14.07%	185	38.78%	509
Non-exposed smokers	5.30%	70	27.93%	367
Exposed never-smokers	4.50%	59	3.29%	43
Exposed ex-smokers	31.38%	412	6.61%	87
Exposed smokers	38.09%	500	15.41%	202
Total	100%	1313	100%	1313

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

Método:

$$PAF = p(1 - 1/OR)$$

(Fracción atribuible a la población), donde p es la proporción de sujetos entre los diagnosticados de cáncer de pulmón expuestos a cada factor (con 6 categorías de prevalencias, 2 de radón y 3 de tabaco), y OR es el riesgo de cáncer para cada categoría (6 ORs).

$$AM = OM * PAF,$$

en donde AM se refiere a la mortalidad atribuible

Estudios realizados en Galicia (III)

Efecto de la radiación alfa sobre el gen p53 en pacientes con cáncer pulmonar expuestos a diferentes niveles de radón en domicilios del área sanitaria de Santiago. (PGIDT-Sergas).

Analysis of the relationship between p53 immunohistochemical expression and risk factors for lung cancer, with special emphasis on residential radon exposure. *Annals of Oncology* 2007.



Annals of Oncology Advance Access published September 25, 2007

original article

Annals of Oncology
doi:10.1093/annonc/mdn395

Analysis of the relationship between p53 immunohistochemical expression and risk factors for lung cancer, with special emphasis on residential radon exposure

A. Ruano-Ravina^{1,2*}, R. Pérez-Becerra³, M. Fraga³, K. T. Kelsey⁴ & J. M. Barros-Dios^{1,5}

¹Department of Preventive Medicine and Public Health, University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela; ²Galician Agency for Health Technology Assessment, Galician Department of Health Santiago de Compostela; ³Department of Pathological Anatomy, Santiago de Compostela Clinical University Hospital, Santiago de Compostela Spain; ⁴Department of Genetics and Complex Diseases, Harvard School of Public Health, Harvard University, Boston, MA, USA; ⁵Preventive Medicine Service, Santiago de Compostela Clinical University Hospital, Santiago de Compostela Spain

Received 17 March 2007; revised 10 July 2007; accepted 10 July 2007

Background: Indoor radon exposure has been postulated as the second risk factor of lung cancer after tobacco. The objective of this work is to analyze if there exists any effect on p53 immunohistochemical expression mainly due to radon exposure and other risk factors for lung cancer.

Patients and methods: The tumor samples of a case series of 163 lung cancer cases were analyzed to know the p53 staining. The staining was classified into four categories from no staining to intense staining (>60%). This staining was correlated with radon exposure, tobacco consumption, having worked in risk occupations for lung cancer and alcohol consumption.

Results: Only 72 samples could be analyzed for immunohistochemistry and some of these samples were sequenced from exons 4–8. No association was observed for staining intensity and radon exposure and also for tobacco and occupation. A slight association with a more intense staining was observed for high alcohol intake. In the four samples with a staining >60% that could be sequenced from exons 4 to 8, no mutation was observed in the p53 gene.

Conclusion: There is no association between radon exposure and p53 expression, indicating that maybe the effect of radon is not mediated through p53 alterations.

Key words: gene p53, immunohistochemistry, lung neoplasms, radon

original
article

Estudios realizados en Galicia (IV)

- Estudio de casos y controles multicéntrico (Ourense y Santiago). Un modelo multifactorial de riesgo para el cáncer de pulmón. Estudio de casos y controles en Galicia sobre radón residencial, dieta y susceptibilidad genética. 2005-2008 FIS/PI 031248.
 - Participaron cerca de 1.000 personas entre casos y controles.
- Finalizado el trabajo de campo, se encuentra en la fase de análisis de datos.

Estudios realizados en Galicia (V)

- Mapa de radón de Galicia (en ejecución)
 - PGIDT (PGIDT01MAM20801PR).
 - Cofinanciado I+D y Medio Ambiente.
 - Consejo de Seguridad Nuclear. Proyecto SRA/13901/2005/748
 - Diseño: estudio transversal descriptivo.
 - Muestreo: aleatorio estratificado por comarcas (al menos dos mediciones en cada municipio).
 - Unidad de muestreo: individuo.
 - N = 3.000. Número de mediciones proporcional al número de habitantes. (1/300 domicilios, 1/900 habitantes).

Factors underlying residential radon concentration: results from Galicia, Spain. *Environ Res.* 2007 Feb;103(2):185-90.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

- *Bull Wld Hlth 2003*: Meta-análisis de 17 estudios mundiales.
- *British Medical Journal 2004-05*: Estudio colaborativo de 13 investigaciones europeas (pooling study).
- *Epidemiology 2005*: Análisis combinado de 7 estudios de C-C norteamericanos.
- *Health Physics 2005*: "Pooling" estudio de dos casos-contróles en Alemania.
- *Int J Cancer 2005*: Estudio C-C sobre cáncer de pulmón, radón domiciliario, y dieta en una región mediterránea.

últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos
(*pooling-studies*)

META-ANÁLISIS:
CÁNCER DE PULMÓN Y RADÓN RESIDENCIAL
Pavia et al. 2003

últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (pooling-studies)

Meta-analysis of residential exposure to radon gas and lung cancer

Maria Pavia,¹ Aida Bianco,¹ Claudia Pileggi,¹ & Italo F. Angelillo¹

Objectives To investigate the relation between residential exposure to radon and lung cancer.

Methods A literature search was performed using Medline and other sources. The quality of studies was assessed. Adjusted odds ratios with 95% confidence intervals (CI) for the risk of lung cancer among categories of levels of exposure to radon were extracted. For each study, a weighted log-linear regression analysis of the adjusted odds ratios was performed according to radon concentration. The random effect model was used to combine values from single studies. Separate meta-analyses were performed on results from studies grouped with similar characteristics or with quality scores above or equal to the median.

Findings Seventeen case-control studies were included in the meta-analysis. Quality scoring for individual studies ranged from 0.45 to 0.77 (median, 0.64). Meta-analysis based on exposure at 150 Bq/m³ gave a pooled odds ratio estimate of 1.24 (95% CI, 1.11–1.38), which indicated a potential effect of residential exposure to radon on the risk of lung cancer. Pooled estimates of fitted odds ratios at several levels of radon exposure were all significantly different from unity — ranging from 1.07 at 50 Bq/m³ to 1.43 at 250 Bq/m³. No remarkable differences from the baseline analysis were found for odds ratios from sensitivity analyses of studies in which >75% of eligible cases were recruited (1.12, 1.00–1.25) and studies that included only women (1.29, 1.04–1.60).

Conclusion Although no definitive conclusions may be drawn, our results suggest a dose-response relation between residential exposure to radon and the risk of lung cancer. They support the need to develop strategies to reduce human exposure to radon.

Keywords Radon/adverse effects; Lung neoplasms/chemically induced; Environmental exposure; Residence characteristics; Households; Case-control studies; Cohort studies; Meta-analysis (*source: MeSH, NLM*).

Mots clés Radon/effets indésirables; Tumeur poumon/induit chimiquement; Exposition environnement; Caractéristiques habitat; Ménages; Etude cas-témoins; Etude cohorte; Méta-analyse (*source: MeSH, INSERM*).

Palabras clave Radón/efectos adversos; Neoplasmas pulmonares/inducido químicamente; Exposición a riesgos ambientales; Distribución espacial; Hogares; Estudios de casos y controles; Estudios de cohortes; Meta-análisis (*fuentes: DeCS, BIREME*).

Bulletin of the World Health Organization 2003;81:732-738

últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (*pooling-studies*)

Box 1. Inclusion criteria for studies to be included in meta-analysis

- Primary study (not reanalysis or review)
- Case-control or cohort design
- Examined residential based exposures to radon with a long-term alpha-track detector to give time-weighted mean concentrations and/or cumulative exposures
- Examined lung cancer
- Reported enough data to estimate the odds ratio and its variance
- Published in English
- Published by December 2002

Bulletin of the World Health Organization 2003, 81 (10)

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (pooling-studies)

Table 1. Items used to quality score studies of the association between exposure to indoor radon and lung cancer

Quality scoring item	Studies complying ^a
Study design	
Cases either randomly selected or selected to include all cases in a specific population	16 (94.1) ^b
Cases identified without knowledge of exposure status	17 (100)
Response rate for identified cases >75%	6 (35.3)
Control drawn randomly from the same population of cases	16 (94.1)
No known association between control status and exposure	16 (94.1)
Response rate for identified controls >75%	4 (23.5)
Specific disease criteria given	13 (76.5)
Disease validated by histology or other gold standard	15 (88.2)
Adjustment or matching for confounders	
Age	17 (100)
Smoking	17 (100)
Duration	13 (76.5)
Intensity	15 (88.2)
Sex	17 (100)
Occupation	10 (58.8)
Socioeconomic status or education	9 (52.9)
Diet	4 (23.5)
Ambient air quality (e.g. traffic density)	4 (23.5)
Exposure assessment	
Exposure assessment made blindly in respect to the case-control status of participants	0 (0)
Exposure evaluations made in relation to the time of diagnosis	16 (94.1)
Radon measurements lasting more than one year	14 (82.3)
Indoor radon measured in more than one location	11 (64.7)
Evaluation of historical indoor radon levels	9 (52.9)
Residence in the current home for 20 consecutive years or more	3 (17.6)
Radon measurement in ≥70% of houses lived in during the previous 20–30 years	6 (35.3)
Outdoor radon concentrations	1 (5.9)
Radon measurement adjusted for mean time spent at home	6 (35.3)
Data analysis	
Demographic data listed	14 (82.3)
Statistical analysis of demographic data	5 (29.4)
Power calculations performed	0 (0)
Precise P-values and/or confidence interval given	17 (100)
Test statistic specified	17 (100)

^a If compliance is not specifically indicated in the text, non-compliance is assumed.

^b Values in parentheses are percentages.

últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos
(*pooling-studies*)

ESTUDIO EUROPEO
(13 CASOS-CONTROLES)

BRITISH MEDICAL JOURNAL 2005;330:223-26

**BMJ, doi:10.1136/bmj.38308.477650.63
(published 21 December 2004)**

últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos
(*pooling-studies*)

bmj.com

**Radon in homes and risk of lung cancer:
collaborative analysis of individual data from 13
European case-control studies**

S Darby, D Hill, A Auvinen, J M Barros-Dios, H Baysson, F Bochicchio, H Deo, R Falk, F Forastiere, M Hakama, I Heid, L Kreienbrock, M Kreuzer, F Lagarde, I Mäkeläinen, C Muirhead, W Oberaigner, G Pershagen, A Ruano-Ravina, E Ruosteenoja, A Schaffrath Rosario, M Tirmarche, L Tomásek, E Whitley, H-E Wichmann and R Doll

BMJ 2005;330;223-; originally published online 21 Dec 2004;
doi:10.1136/bmj.38308.477650.63

últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (*pooling-studies*)

Table 1 European case-control studies of residential radon and lung cancer

Study	Mean year of diagnosis	Mean measured radon concentration (Bq/m ³) ^a	
		Lung cancers	Controls
Austria ⁹	1983	267	130
Czech Republic ¹⁰	1981	528	493
Finland (nationwide) ¹¹	1989	104	103
Finland (south) ¹²	1982	221	212
France ¹³	1995	138	131
Germany (eastern) ¹⁴	1994	78	74
Germany (western) ¹⁴	1993	49	51
Italy ¹⁵	1995	113	102
Spain ¹⁶	1993	123	137
Sweden (nationwide) ¹⁷	1982	99	94
Sweden (never smokers) ¹⁸	1990	79	72
Sweden (Stockholm) ¹⁹	1985	131	136
United Kingdom ⁵	1991	57	54
All studies	1990	104	97†

^a Estimate for each individual is time weighted average of measurements in different residences 5-34 years earlier.

† Weighted average, with weights proportional to study specific numbers of lung cancer cases.

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (pooling-studies)

Br Med J 2004

7.148 casos de cáncer pulmonar de 13 países europeos

14.208 controles

Rango de años de exposición al Rn residencial: 5 -34 años

Niveles medios de Rn:

Casos: 104 Bq/m³ Controles: 97 Bq/m³

Nivel de incremento del riesgo en sujetos con medidas de radón directas: 8,4% [3,0 – 15,8]
por cada 100 Bq/m³

Nivel de incremento del riesgo en sujetos con exposición ajustando el error aleatorio de las
medidas: 16% [5 – 31]

Riesgo absoluto para 75 años de edad a exposiciones de

	0	100	400 Bq:
No fumadores:	0,4%	0,5%	0,7%
Fumadores :	10%	12%	16%

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (*pooling-studies*)

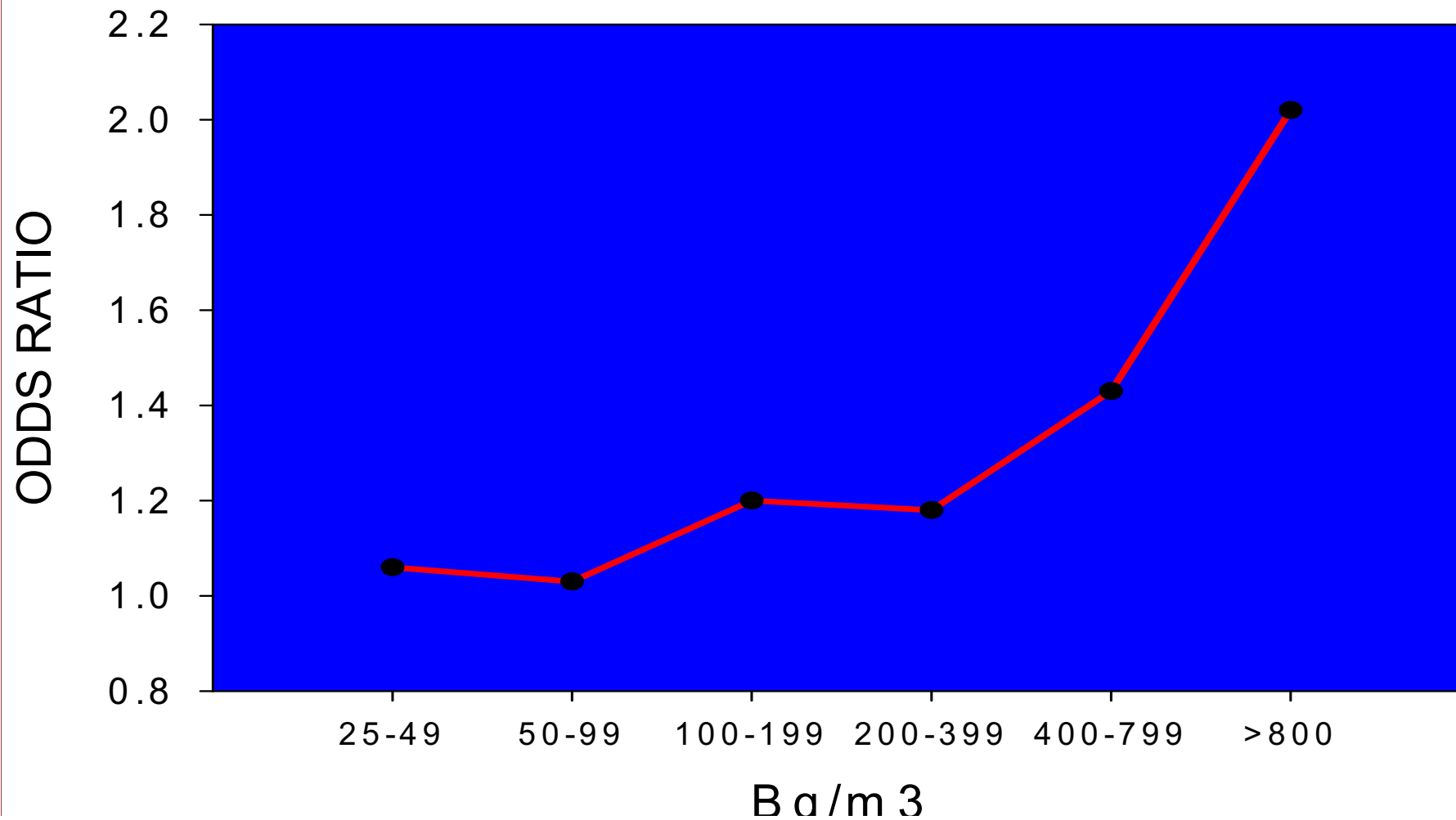
Análisis combinado de estudios de Casos y Controles en Europa

Diciembre 2004 Conclusiones:

- Demostración colectiva de que el radón residencial es un peligro apreciable.
- La exposición al radón residencial es responsable del 2% de todas las muertes europeas por cáncer.
- El riesgo de cáncer de pulmón aumenta un 16% por cada 100 Bq/m³ (2.7 pCi/l) de incremento en la concentración de radón .

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (pooling-studies)

Análisis combinado de estudios de Casos y Controles en Europa



Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (*pooling-studies*)

Análisis combinado de estudios de Casos y Controles en Europa

What is already known on this topic

Exposure to the natural radioactive gas radon and its disintegration products can cause lung cancer

Exposure to radon gas in the home accounts for about half of all non-medical exposure to ionising radiation

High radon concentrations can be reduced in existing houses at moderate cost, and low concentrations can usually be ensured in new buildings at reasonable or low cost

What this study adds

After detailed stratification for smoking, there was strong evidence of an association between the radon concentration at home and lung cancer

The dose-response relation seemed to be linear, with no evidence of a threshold dose, and there was a significant dose-response relation even below currently recommended action levels

The absolute risk to smokers and recent ex-smokers was much greater than to lifelong non-smokers

Radon in the home accounts for about 9% of deaths from lung cancer and about 2% of all deaths from cancer in Europe

**Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos
(*pooling-studies*)**

ESTUDIO NORTEAMERICANO
(Siete Casos-Controles)

Epidemiology 2005; 16 (2):137-145

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (*pooling-studies*)

Análisis combinado de estudios de Casos y Controles en Norteamérica

Marzo 2005 Conclusiones:

- Evidencia directa de una asociación entre radón *residencial* y riesgo de cáncer de pulmón.
- Consistente con hallazgos en mineros y en estudios en animales.
- Gran seguridad de que los riesgos estimados no son resultado de desconocimiento de factores latentes o de sesgos de estudios específicos.

**Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos
(pooling-studies)**

Residential Radon and Risk of Lung Cancer

A Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies

Daniel Krewski,^{} Jay H. Lubin,[†] Jan M. Zielinski,^{**‡} Michael Alavanja,[§] Vanessa S. Catalan,^{||}
R. William Field,^{***¶} Judith B. Klotz,^{††} Ernest G. Létourneau,^{‡‡} Charles F. Lynch,^{¶¶} Joseph I. Lyon,^{§§}
Dale P. Sandler,^{|||} Janet B. Schoenberg,^{††} Daniel J. Steck,^{¶¶} Jan A. Stolwijk,^{***} Clarice Weinberg,^{†††}
and Homer B. Wilcox^{††}*

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (*pooling-studies*)

Epidemiology 2005

Siete estudios de casos y controles realizados en Norteamérica
(EE.UU y Canadá).

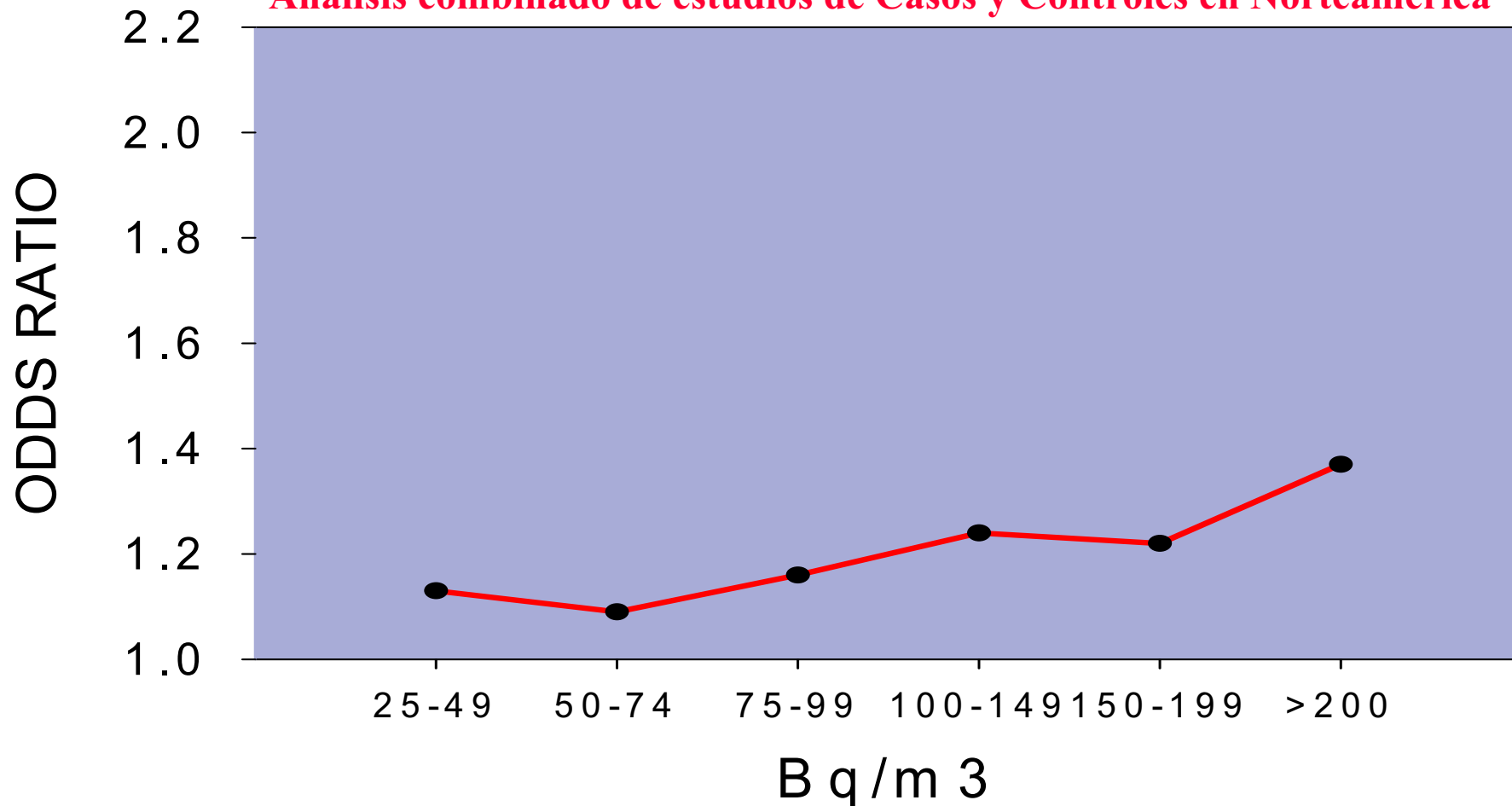
3.662 casos de cáncer pulmonar
4.966 controles

Exposición de 5 a 30 años

Incremento del riesgo por cada 100 Bq de 11%
(similar al 11-12 % estimado en los estudios de mineros)

Últimos avances: Meta-análisis y estudios colaborativos (pooling-studies)

Análisis combinado de estudios de Casos y Controles en Norteamérica





NEFERTITI
(TITI)

**Últimos avances:
Iniciativa de la OMS sobre radón y cáncer de pulmón**

WHO (June 2005)

Lanzamiento del “*International Radon Project*”

- Fase inicial de 3 años (2005-2007)
- Incrementar las políticas y los controles públicos.
- Promover políticas seguras y razonables.
- Reducir el impacto del radón sobre la salud.
- Creación de una base de datos global sobre radón.

How does the project work?

IRP working groups:

- Risk Assessment
- WHO Exposure Guidelines
- Cost Effectiveness
- Measurement and Mitigation
- Risk Communication
- Coordination and Evaluation

Network and working group meetings

Production of Radon-related databases, reports and recommendations

Project coordination through WHO

Time to act

The largest contribution to environmental radiation in many countries comes from radon

■ The science is clear: the dangers of radon exposure are well established

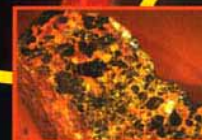
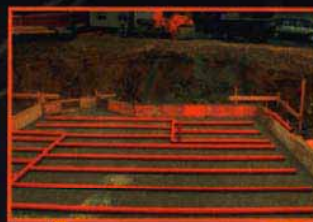
■ Effective ways to reduce radon levels are available

The challenge

Translating scientific knowledge into public health action to minimize the health risks for the population.

■ The WHO IRP project will contribute to this through a concerted effort of partners from all over the world.

Membership is open to any WHO member state government, i. e. department of health, or representatives of other national institutions concerned with radiation research and protection.



**Radiation and Environmental Health Unit
Protection of the Human Environment**

World Health Organization
20, avenue Appia
1211 Geneva 27, Switzerland
Tel. : +41 22 791 3964
Fax : +41 22 791 4123
e-mail: radiation@who.int

A global project to increase awareness on **radon** and health support action to decrease **radon** levels in homes



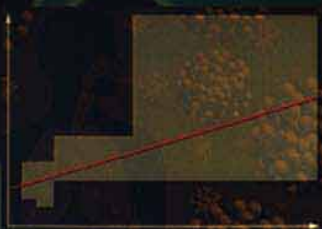
**World Health
Organization**

The problem:

Radon is the most prominent source of environmental radioactivity and a major risk factor for lung cancer. It is a natural gas that escapes from the ground. Radon is found to a varying extent all over the World. While there usually is a rather low outdoor air concentration of radon, it tends to concentrate in houses. This leads to exposures for the inhabitants.

Why the concern:

Ionizing radiation damages cells and can lead to cancer in the long term. Radon emits a type of ionizing radiation called alpha-particles. Because Radon is inhaled during breathing and alpha-particles do not reach far, it is the lung which obtains most radiation. Thus lung cancer is the main health risk. Radon is responsible for 6-15% of all lung cancers.



The evidence

Much of what we know about lung cancer and radon has been derived from studies among underground miners. Miners may be exposed to very high radon levels. However, a series of new studies show that also the lower radon levels found in homes increase the lung cancer risk.

Radon and smoking:

Smoking causes the majority of lung cancers. A reduction of both smoking and radon levels can therefore be of greater benefit than one approach alone.

Reducing radon levels

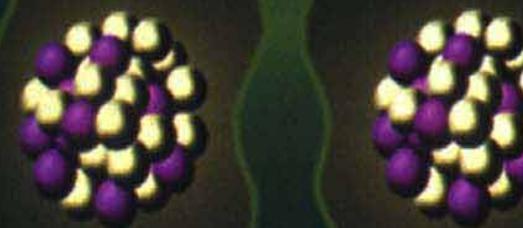
Radon levels can be measured with simple devices. The key to low indoor radon levels lies in blocking entry paths into houses (sealing of cracks and junctions) and in increasing ventilation to vent radon out.

The WHO project

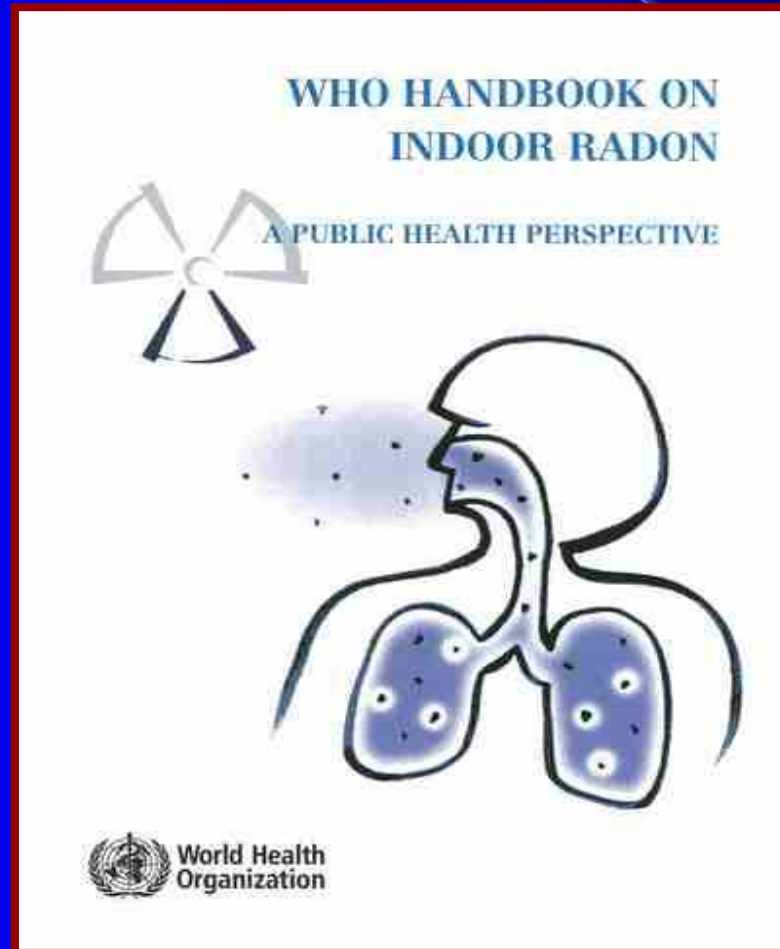
The Radiation and Environmental Health Unit of WHO brought together scientists, public health professionals and legislators from over 20 countries to establish the International Radon Project (IRP).

Project Objectives:

- Raise the public and political awareness of the problem
- find effective strategies for reducing the health impact of radon
- promote sound strategies and programmes to national authorities
- estimate the global health impact of radon exposure in homes.



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN



EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

World Pooling of Case-control Studies of Residential Radon and Lung Cancer

Confidential Preliminary Results

Pendiente publicación

Please send all comments on these results to radon@ctsu.ox.ac.uk before 15 Dec 2009



*Actitud de administraciones y sectores
profesionales implicados ¿seguirá siendo la
misma?*

Normas do Hábitat Galego Decreto 262/2007, 20 Diciembre

I.A.1.3. Calidad ambiental y sostenibilidad.

-Deberá garantizarse que, como consecuencia del diseño del edificio, así como la implantación en el mismo de otros usos o actividades complementarias de la edificación, la calidad del aire exterior utilizado en la renovación del aire interior de las viviendas no se encuentra contaminado.

Asimismo, se tendrá especial consideración en la eliminación de la posible contaminación de las viviendas por gas radón.

- En la configuración de la vivienda y con objeto de mejorar el diseño de la calidad ambiental de las viviendas deberá potenciarse la implantación de la ventilación cruzada que favorezca la renovación del aire interior de la misma, independientemente del cumplimiento de la normativa DB HS 3 Calidad del aire interior del CTE.

-Con carácter complementario a esta normativa la Administración autonómica regulará una implantación progresiva de distintivos de calidad, que tenga en consideración la utilización de materiales saludables y non contaminantes.

Asimismo, se tendrá especial consideración en la eliminación de la posible contaminación de las viviendas por gas radón.

EL RADÓN: EXPOSICIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD. SOLUCIONES PARA SU REDUCCIÓN

La senadora del Partido Popular por la provincia de A Coruña, María Jesús Sainz, ha defendido una moción en la Comisión de Vivienda del Senado, *que ha sido aprobada con el apoyo del resto de los grupos parlamentarios*, por la que se insta al Gobierno a poner en marcha una batería de medidas, con el objetivo de eliminar la acumulación de gas radón en las viviendas.

Las medidas aprobadas en la iniciativa se concentran en cuatro puntos:

- Realizar un mapa de gas radón en toda España, con especial incidencia en las zonas de España en las que el riesgo de concentración es mayor.
- Introducir las modificaciones técnicas necesarias para que en las normativas de viviendas se incorporen las medidas técnicas preventivas en la construcción de las nuevas edificaciones que minimicen la entrada de radón y faciliten la eliminación posterior en caso de que ello fuese necesario.
- Estudiar soluciones para reducir al máximo los niveles de gas radón en las viviendas ya existentes
- Estudiar, en colaboración con las CC.AA., las medidas de información y medición necesarias para garantizar que no existan riesgos graves para la salud de los ciudadanos, con especial atención a la población infantil, los jóvenes y los trabajadores.



Grupo Municipal
Concello de Ames



Por todo o exposto, o Grupo Municipal Popular propón á consideración do pleno a seguinte

MOCIÓN

1. Medición dos índices de gas radón que existen nos edificios públicos de ámbito municipal do Concello de Ames.
2. Estudiar, estruturar e pór en marcha unha campaña de información ao cidadán acerca das medidas que se poderían levar a cabo individualmente.

En Ames, a 14 de marzo de 2009

Asinado: Santiago V. Amor Barreiro

Voceiro Municipal do Grupo Popular no Concello de Ames

184/058551

A la Mesa del Congreso de los Diputados

Don Carles Campuzano i Canadés, en su calidad de Diputado del Grupo Parlamentario Catalán (Convergència i Unió), y al amparo de lo establecido en los artículos 185 y siguientes del Reglamento de la Cámara, formula al Gobierno la siguiente pregunta, solicitando su respuesta por escrito.

¿Comparte el Gobierno la preocupación que sobre la salud de las personas puede provocar el gas radón, tal y como afirma la OMS?

Palacio del Congreso de los Diputados, 6 de mayo de 2009.
Carles Campuzano i Canadés, Diputado.

ARGOS

