



## Curso de Formación Continua 22-26 Noviembre 2010



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

**El mapa gallego de radón residencial. Una clasificación de Galicia según los niveles de riesgo de contaminación por radón de los domicilios.**

**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



# Curso de Formación Continua

## 22-26 Noviembre 2010

- ◆ Estudios previos en Galicia
- ◆ Objetivos del estudio gallego
- ◆ Métodos del estudio gallego
- ◆ El problema del muestreo
- ◆ Recogida de datos
- ◆ Determinaciones



# MARNA-Galicia

---

- La Comunidad Gallega fue cubierta por lo que se ha dado en llamar Proyecto Marna-Galicia (fases 3 y 4)
- Contando con la colaboración de Protección Civil.
- Además de los objetivos del proyecto Marna, también se pretendía elaborar un mapa de potencial de emisión de radón
- Existe una coincidencia entre las zonas de mayor tasa de exposición con las de mayor potencial de exhalación de radón.
- La mayoría del territorio presenta niveles medios de potencial de exhalación de radón, recomendando que las zonas con mayor potencial sean estudiadas detenidamente.

# ¿Y en Galicia...?

ESTUDIO PREVIO



# ¿Radón en domicilios en Galicia...?

## ESTUDIO PREVIO

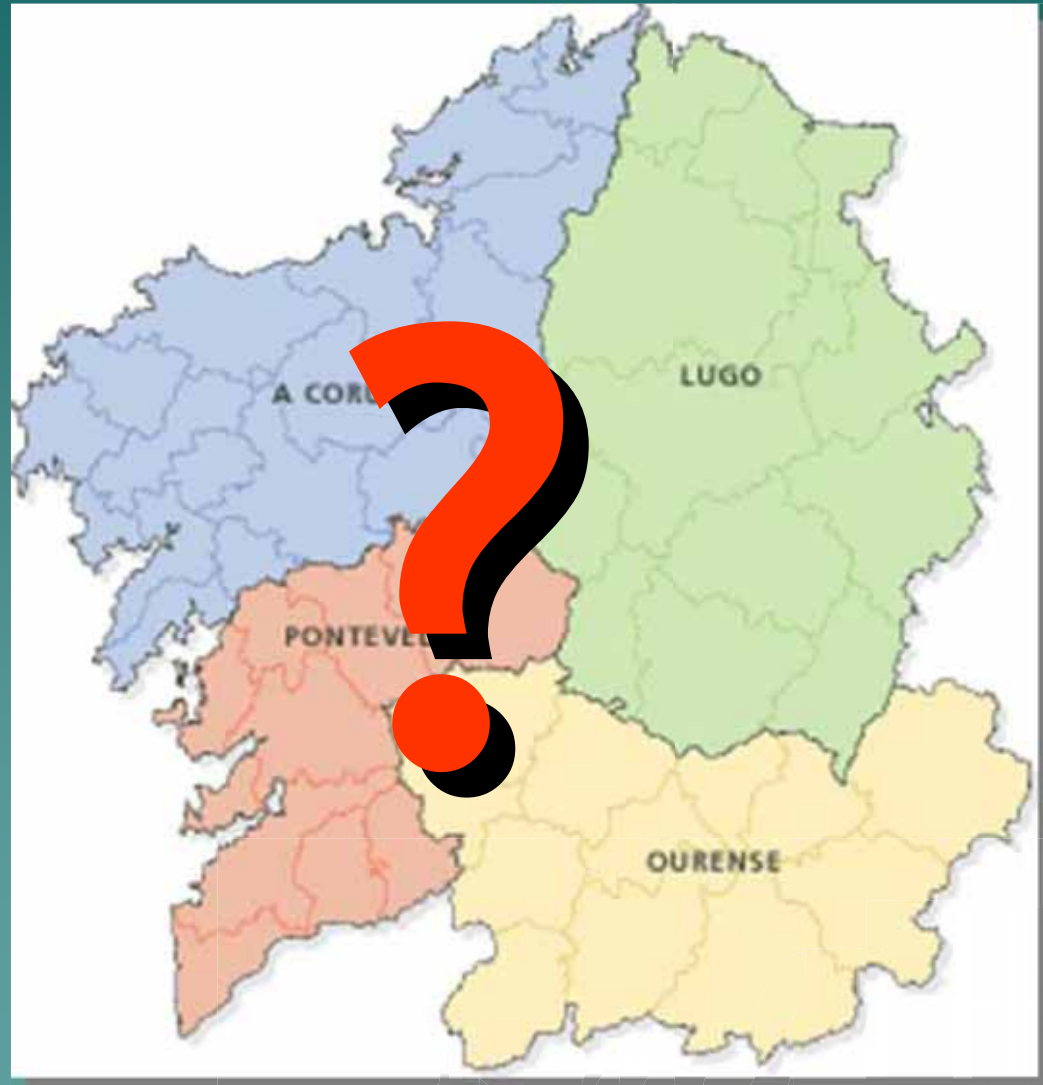


- 404 domicilios
- 25% concentraciones superiores a las recomendadas EPA



# ¿Y en Galicia...?

1. Área catalogada de riesgo por características geológicas
2. Materiales de construcción potencialmente emisores de radón
3. Abundancia de pozos



# Objetivos


---

## MAPA DE CONTAMINACIÓN POR RADÓN EN LOS DOMICILIOS GALLEGOS

1. Conocer las concentraciones de radón en los domicilios gallegos.
2. Determinar la proporción de la población gallega que se encuentra expuesta a concentraciones de radón consideradas actualmente de riesgo

# Objetivos

---

3. Valorar qué características de las viviendas (localización, altitud, geología) están asociadas a una mayor concentración de radón.
  4. Realizar un mapa de concentraciones de radón por comarcas gallegas.
  5. Identificar las zonas de mayor riesgo.
- 



# Métodos

---

**Diseño:** Estudio transversal

**Población:** Personas censadas en Galicia mayores de 18 años.

**Muestra: 1/900**  $2.700.000 / 900 = 3.000$  habitantes



¿Cómo  
realizar el  
muestreo?

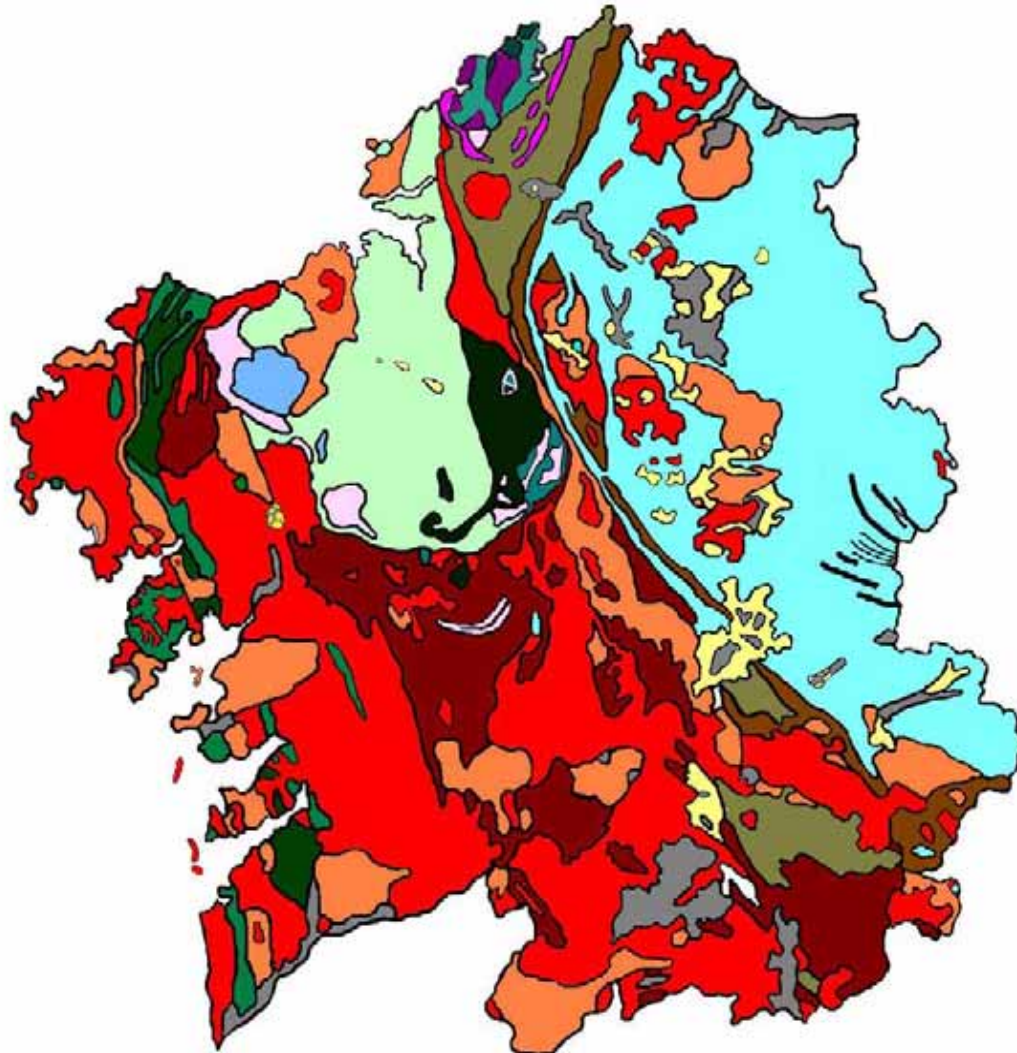


# Muestreo: posibilidades

---

- Cuadrículas de tamaño “n” Km<sup>2</sup> y realizar determinaciones en el suelo
- Cuadrículas de tamaño “n” Km<sup>2</sup> y realizar muestreo de casas dentro de la cuadrícula
- Partir de mapas geológicos y realizar muestreo según el tipo de suelo.
- Realizar un muestreo aleatorio simple de casas
- Realizar un muestreo aleatorio simple de personas
- Realizar un muestreo estratificado proporcional.

# MAPA GEOLÓGICO DE GALICIA



## PRINCIPAIS UNIDADES XEOLÓXICAS DE GALICIA

### I) MATERIAIS HERCÍNICOS

#### ZONA ASTUROCCIDENTAL LEONESA

- • Lousas, xistos e cuarcitas
- • Calcarias

#### ZONA CENTROIBÉRICA (Dominio do "Olo de sapo")

- • Unidade do anticlinorio "Olo de sapo": Gneis porfiroide
- • cuarcitas, metavulcanitas e lousas
- • unidade dos Montes do Invernadoiro: Filitas, lousas negras, cuarcitas e metavulcanitas

#### ZONA DE GALICIA MEDIA-TRAS OS MONTES

##### Aloctonos

##### Complexo de Cabo Ortegal

- • ecloxitas e granulitas
- • peridotitas
- • metavulcanitas
- • gneis
- • anfibolitas

##### Complexo dos Xistos de Ordes

- • Xistos e cuarcitas
- • Gabros
- • Gneis glandulares
- • Anfibolitas
- • Rochas ultrabásicas serpentinizadas

##### Unidade Malpica-Tui

- • xistos e paragneis con intercalacións de anfibolitas e cuarcitas
- • ortogneis

##### Autóctonos

- • Dominio xistoso de Galicia media-Tras Os Montes

##### Materiais graníticos asociados

- • granitoides alcalinos
- • granitoides calcoalcalinos

### II) MATERIAIS DO TERCIARIO

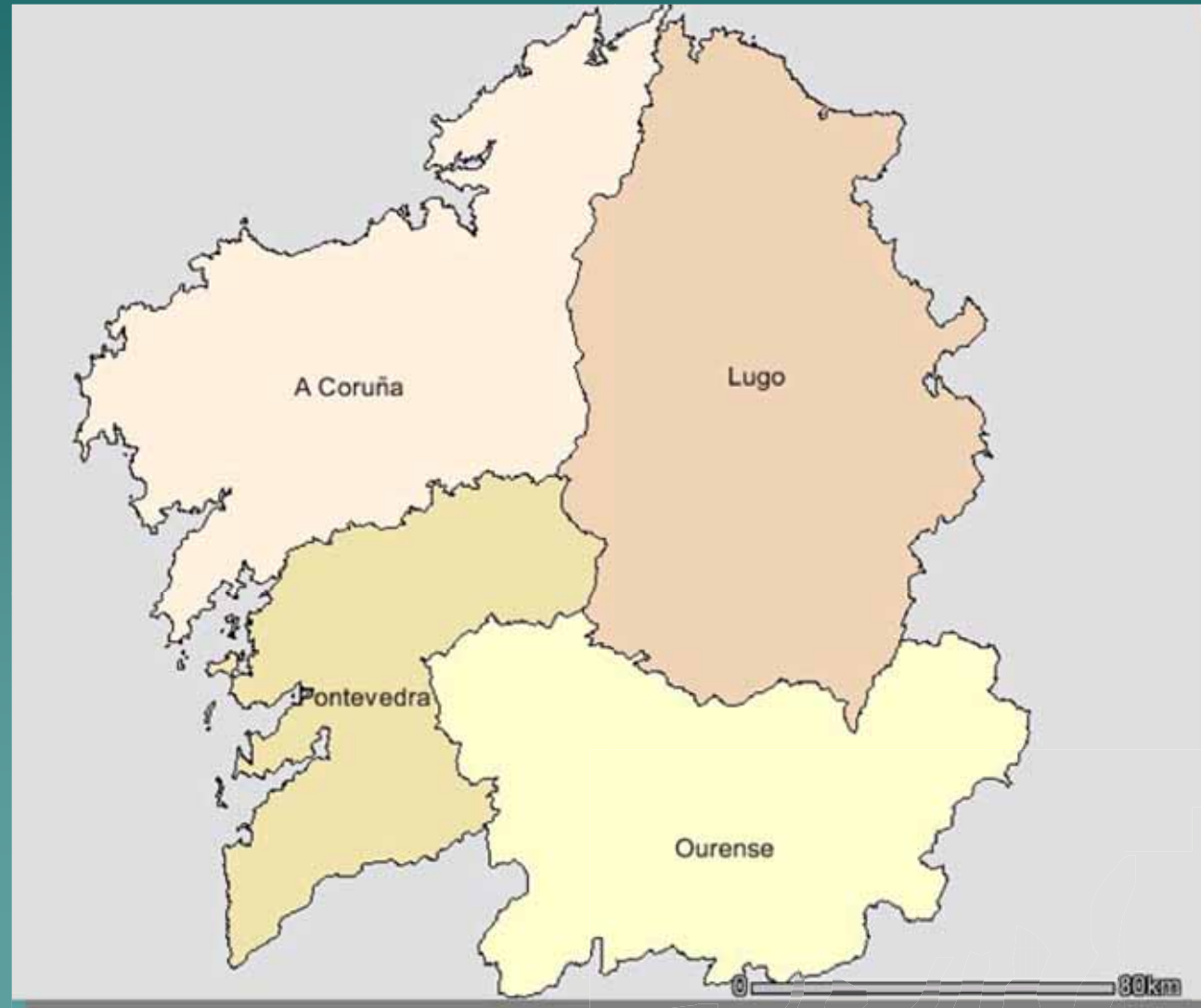
- • arxilas e lignitos

### III) MATERIAIS DO CUATERNARIO

- • depósitos detriticos (aluviais e coluviais)

# Métodos

---

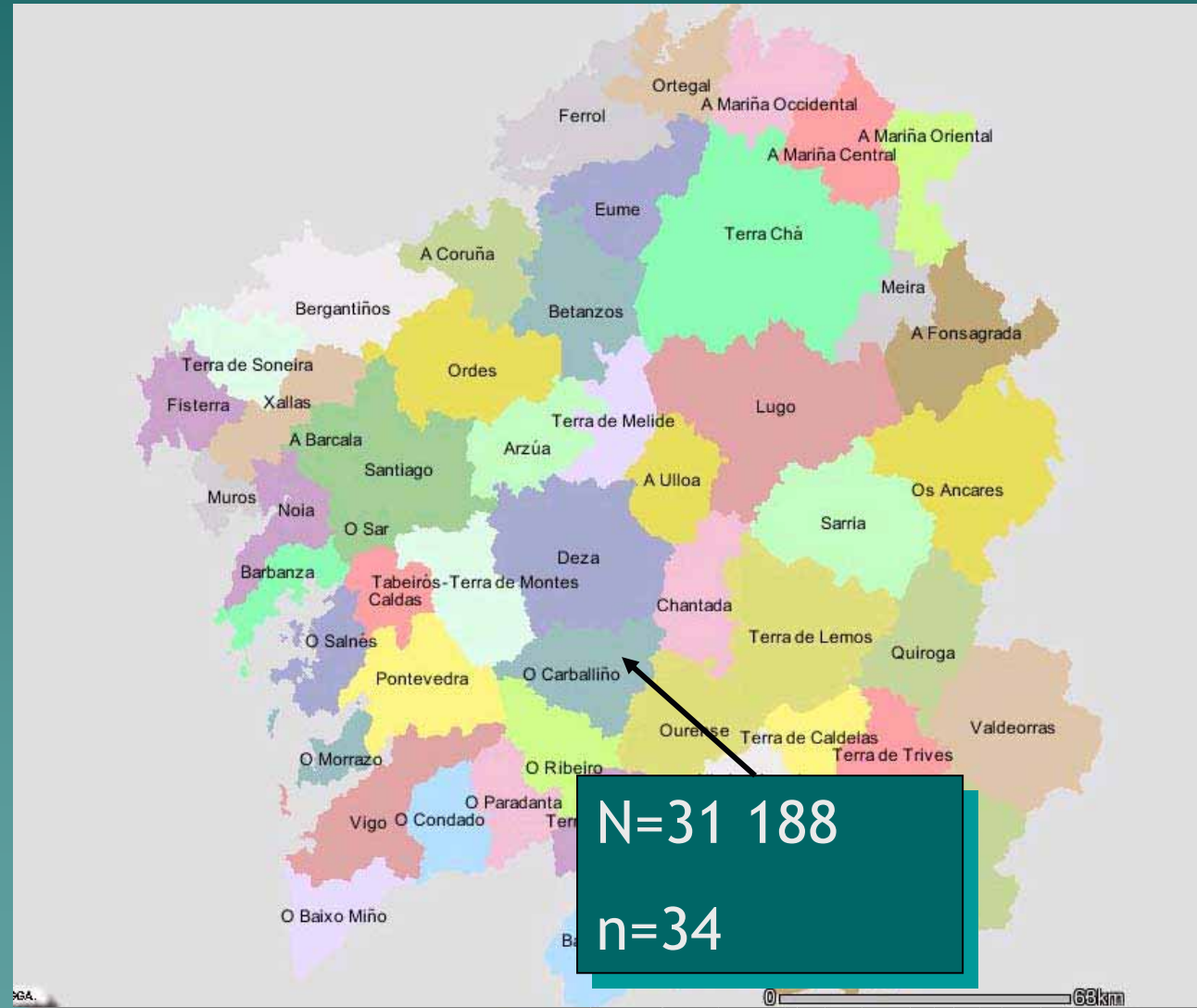


# Métodos





# Métodos



# Métodos

Num	COMARCA	POBLACION	MUESTRA
1	Ortegal	18071	26
2	Santiago de Compostela	142002	206
3	Barcala,A	12546	18
4	Xallas	18103	26
5	Terra de Soneira	23213	34
6	Fisterra	25265	37
7	Muros	17266	25
8	Noia	38740	56
9	Barbanza	67703	98
10	Sar,O	18797	27
11	Mariña Occidental,A	28664	42
12	Ferrol	167170	243
13	Mariña Central,A	31024	45
14	Mariña Oriental,A	17760	26
15	Fonsagrada,A	8296	12
16	Meira	7176	10
17	Terra Cha	50414	73
18	Lugo	108810	158
19	Ulloa,A	11997	17
20	Chantada	17498	25
21	Terra de Lemos	38070	55
22	Sarria	27254	40
23	Eume	29268	42
24	Ancares,Os	15420	22
25	Quiroga	7976	12
26	Valdeorras	28682	42

# Métodos

Num	COMARCA	POBLACION	MUESTRA
27	Viana	8728	13
28	Terra de Trives	4530	7
29	Terra de Caldelas	5008	7
30	Verin	31087	45
31	Limia,A	26065	38
32	Allariz-Maceda	16006	23
33	Ourense	136721	199
34	Betanzos	39672	58
35	Carballiño,O	31188	45
36	Ribeiro,O	26294	38
37	Terra de Celanova	23821	35
38	Baixa Limia	10620	15
39	Deza	49707	72
40	Tabeiros-Terra de Montes	30576	44
41	Caldas	35865	52
42	Salnes,O	106755	155
43	Pontevedra	114754	167
44	Morrazo,O	81202	118
45	Terra de Melide	15377	22
46	Vigo	402067	584
47	Baixo Miño,O	45446	66
48	Condado,O	38158	55
49	Paradanta,A	20280	29
50	Arzua	19933	29
51	Ordes	38127	55
52	Coruña,A	347800	505
53	Bergantiños	71722	104



# Métodos

1. Institución promotora
2. Objetivo del estudio
3. En que consiste su colaboración
4. No negativo, gratuito, confidencial
5. Teléfonos de contacto



## MAPA DE RADÓN DE GALICIA

Santiago de Compostela

Estimado Sr./Sra:

El Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad y el Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela, con el apoyo de la Xunta de Galicia (Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento) y la Consellería de Medio Ambiente) están trabajando en un campo de investigación novedoso en España. La medida de las concentraciones de gas radón en los domicilios de la población allega

El radón es un gas radiactivo emitido de modo natural por la corteza terrestre y que se acumula en el interior de los domicilios. La exposición a dicho gas se relaciona con el padecimiento de enfermedades respiratorias.

Por estos motivos estamos midiendo la concentración de radón en los domicilios de 3000 personas de toda Galicia, elegidas por sorteo del Censo de Población.

Me pongo en contacto con Vd., después de que su nombre haya sido elegido, para comunicarle que el próximo día se presentará en su domicilio una persona debidamente acreditada con el fin de realizar el estudio, que consiste en hacerle unas preguntas y colocar en su casa el detector de radón. Este detector debe ser colocado en el dormitorio principal, pues es el lugar donde normalmente las personas permanecen más tiempo. Después de seis meses la misma persona pasará a retirarlo.

Quiero hacer constar que su participación no le causará ningún problema, al contrario, será positivo para Vd. dado que los resultados se le comunicarán junto con las medidas preventivas a tomar, en caso de que resulten altas. Por supuesto, todo esto es totalmente gratuito. Por otra parte, la información es estrictamente confidencial y su utilización será siempre anónima sin que ningún organismo o institución pública o privada tenga acceso a los datos.

Para cualquier información adicional puede dirigirse a los siguientes teléfonos:

Facultad de Medicina  
Cátedra de Medicina Preventiva  
Tfno: +981.36.31.00-Extensión 12302  
(de 10.00 a 14.00 e de 16.30 a 19.30)

Hospital Clínico Universitario de  
Santiago de Compostela  
Servicio de Medicina Preventiva  
Tfno: 981.95.00.95 -90 (de 9.00 a 14.30)

Atentamente,

Edo: Xosé Miguel Barros Dios

Facultativo Especialista de Área del Servicio de Medicina Preventiva do Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela

Profesor Titular de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Santiago de Compostela

# Métodos

---

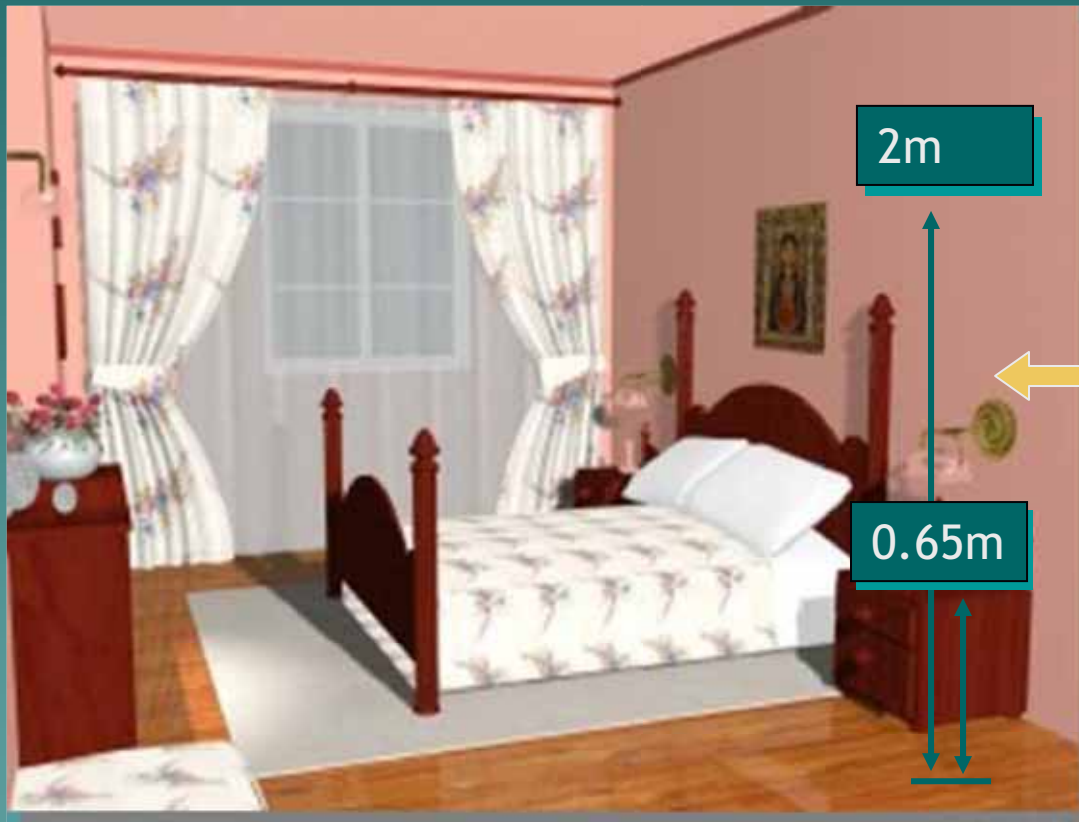


# Métodos

---



# Métodos



# Métodos

1. Datos filiación
2. Hábito tabáquico
3. Características de la vivienda
4. Profesión, ocupación, estudios, enfermedades respiratorias, antecedentes de CP
5. Detector

Código: \_\_\_\_\_



**MAPA DE RADON DE GALICIA**

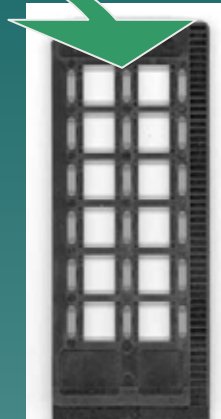
<p><b>DATOS DE FILIACION:</b></p> <p>Nombre _____          Apellidos: _____          Sexo: Hombre _____ Mujer _____          Título: _____          Fecha de Nacimiento: _____          Fecha encuesta: _____          Dirección: _____          Nº de miembros de familia: _____</p>	<p><b>HABITOS:</b></p> <p>Fumador: No _____ Esporádico _____ Habitual _____          Fue fumador: No _____ Esporádico _____ Habitual _____          Nº de cigarrillos diarios: _____          Tiempo sin fumar: _____          Edad de inicio: _____          Edad de finalización: _____          Tipo de tabaco: Rubio _____ Negro _____ Indistinto _____</p>
<p><b>DATOS DE LA VIVIENDA:</b></p> <p>Material de construcción vivienda:          Piedra _____ Ladrillo _____          Madera _____ Otros _____</p> <p>Material de Interior de la vivienda:          Piedra _____ Ladrillo _____          Madera _____ Otros _____</p> <p>¿Cuántos años llevaviviendo en la casa? _____</p> <p>Antigüedad de la vivienda: _____</p> <p>Nº de pisos de la vivienda: _____          ¿Tiene sótano la casa? Sí _____ No _____</p> <p>Tiempo de permanencia fuera de la casa (últimos 10 años) _____</p>	<p><b>DATOS DE LA PERSONA:</b></p> <p>Profesión: _____          Ocupación que ha desarrollado durante un mayor número de años: _____          Nº de años: _____          Nivel de estudios:          Sin estudios _____ Primarios _____          Secundarios _____ Universitarios _____</p> <p>¿Padece alguna enfermedad respiratoria?          Si _____ No _____ ¿Cuál? _____</p> <p>Antecedentes con cáncer de pulmón (Padre y/o Madre) Ninguno _____ Uno _____ Ambos _____</p>
	<p><b>DATOS DEL DETECTOR:</b></p> <p>Fecha de colocación: _____</p> <p>Fecha de retirada: _____          Lugar de colocación: _____          Distancia del suelo: _____          Medida: _____</p>



# Métodos: Localización geográfica



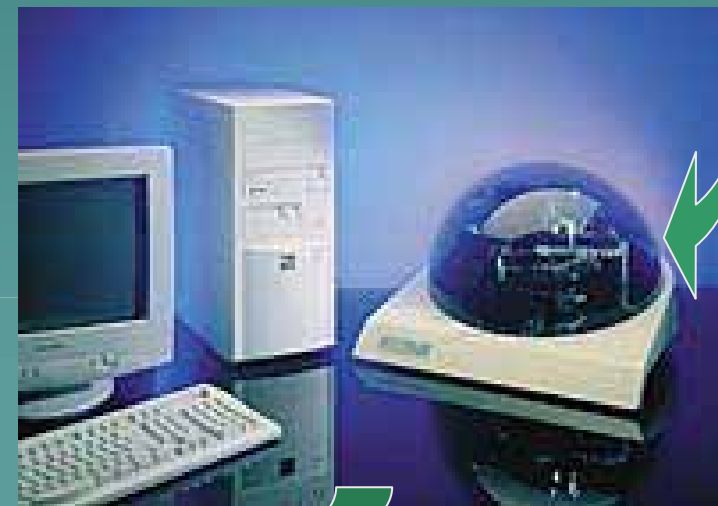
# Métodos: Determinaciones



Detector de trazas CR-39

Tiempo mínimo de exposición del detector = 3 meses

AVG	SD/AVG	DIA INICIAL	DIA FINAL	Nº DIAS	FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL	DENSIDAD DE FONDO trazas mm <sup>-2</sup>		EXPOSICION kBq.m <sup>-3</sup> .h	EXPOSICION Bq m <sup>-3</sup> .día	ACTIVIDAD Bq.m <sup>-3</sup>	ACTIVIDAD PONDERADA Bq m <sup>-3</sup>	
						DENSIDAD trazas.mm <sup>-2</sup>	0					
571	0.031	16-10-02	25-04-03	192	0.8	11.34	0	413.55	17231	90	72	
939	0.049	25-09-02	24-04-03	212	0.8	19.14	0	698.04	29085	137	110	
194	0.078	23-09-02	13-06-03	264	0.85	3.36	0	122.48	5103	19	16	
1342	0.078	11-10-02	23-04-03	195	0.8	27.69	0	1009.79	42075	216	173	
387	0.133	29-09-02	13-06-03	258	0.85	7.43	0	271.11	11296	44	37	
776	0.092	09-09-02	24-04-03	228	0.8	15.68	0	571.84	23827	105	84	
996	0.065	25-09-02	24-04-03	212	0.8	20.35	0	741.92	30913	146	117	
156	0.062	11-09-02	13-06-03	276	0.85	2.55	0	93.10	3879	14	12	
1134	0.016	17-09-02	28-04-03	224	0.85	23.29	0	849.18	35383	158	134	
1016	0.018	16-10-02	25-04-03	192	0.8	20.77	0	757.38	31557	164	131	
816	0.055	25-09-02	24-04-03	212	0.8	16.54	0	603.15	25131	119	95	
744	0.045	16-10-02	25-04-03	192	0.8	15.00	0	547.10	22796	119	95	
756	0.06					15.26		556.55	23189.70	110.82	89.63	AVG
1342	0.13					27.69		1009.79	42074.69	215.77	172.61	MAX
156	0.02					2.55		93.10	3879.25	14.06	11.95	MIN



# Conclusiones

---

- El radón es un importante problema de Salud Pública en Galicia
- El mapa de radón de Galicia, no se basa en una visión geológica sino poblacional y de Salud Pública.
- El mapa de radón de Galicia se realiza con una fracción de muestreo muy elevada, de las más altas de todo el mundo y con un método homogéneo.
- Esta visión poblacional se complementa con el proyecto MARNA y aporta sustanciales potencialidades futuras.

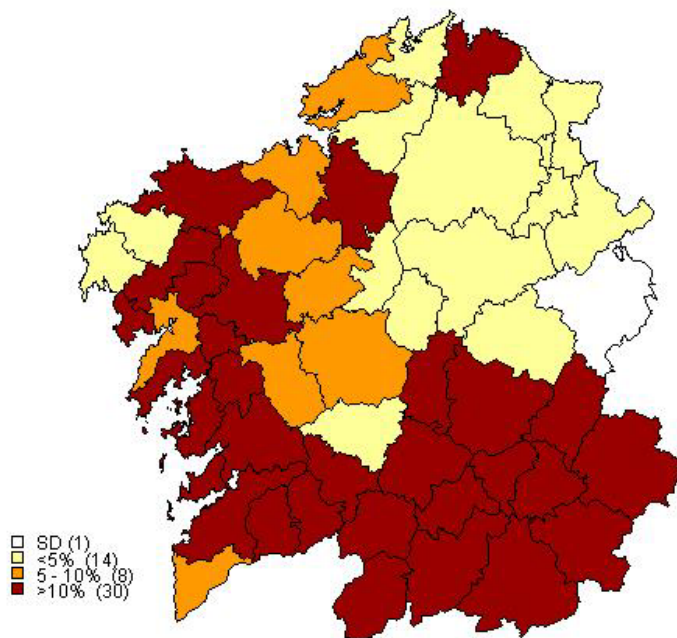




# MAPA GALLEGO DE RADÓN

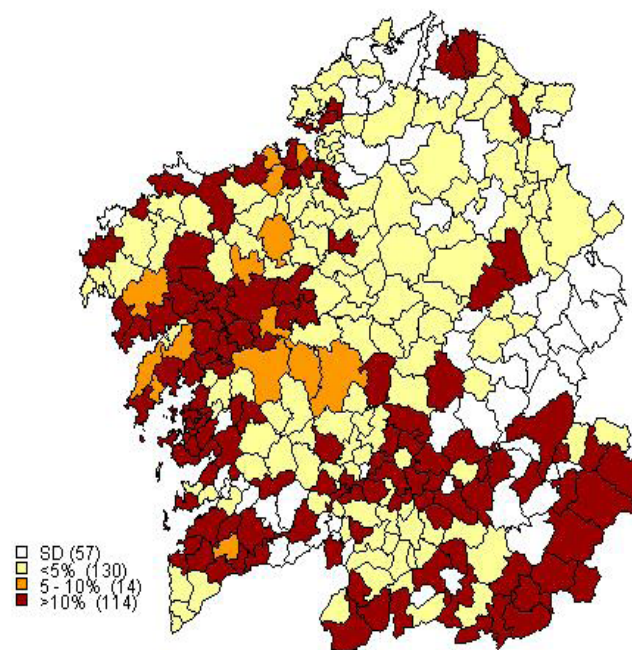
## 25/10/2010

Mapas de Radón de Galicia  
(Comarcas)



Medidas >200 Bq/m<sup>3</sup>

Mapas de Radón de Galicia  
(Municipios)



Medidas >200 Bq/m<sup>3</sup>

# MAPA GALLEGO DE RADÓN

## 25/10/2010

PROVINÇIA N°	CASOS N°	CASOS < 200 bq%	> 200
CORUÑA	1.441	207	14,4
LUGO	237	12	5,1
OURENSE	327	78	23,9
PONTEVEDRA	621	134	21,6
<b>GALICIA</b>	<b>2.626</b>	<b>431</b>	<b>16,4</b>

# MAPA GALLEGO DE RADÓN

## 25/10/2010

A partir de **más de 2.600** viviendas ya estudiadas por el grupo de investigación organizador do curso, el **16,4%** de las casas superan el nivel de riesgo recomendado, siendo

**Ourense** con **23,9%** y

**Pontevedra** con **21,6%**

las provincias más afectadas.

# MAPA GALLEGO DE RADÓN

Con estos datos podemos extrapolar que para una población de Galicia en 2008 de **2.783.000** habitantes, y un censo estimado de domicilios (3 habitantes por casa) de **927.667**, la población potencialmente expuesta a más de 200 Bq/m<sup>3</sup> será la que habita en ese **16,4%** de viviendas (**152.137**), lo que significa:

**456.412 personas en riesgo de exposición crónica ao radon residencial.**

Todas las estimaciones tienen limitaciones, pero como mensaje de Salud Pública es muy descriptiva y eficaz. Además vimos ayer que del

**3 al 5%**

de las **muertes por cáncer pulmonar en Galicia** se asocian a exposición residencial al radon, y cuándo se asocia al tabaco es porcentaje sube hasta el **25%**



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

 ScienceDirect

Environmental Research 103 (2007) 185–190

**Environmental  
Research**

[www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)

## Factors underlying residential radon concentration: Results from Galicia, Spain

J.M. Barros-Dios<sup>a,b,\*</sup>, A. Ruano-Ravina<sup>a,c</sup>, J. Gastelu-Iturri<sup>d</sup>, A. Figueiras<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, C/San Francisco s/n, University of Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain*

<sup>b</sup>*Preventive Medicine Unit, Santiago de Compostela Clinic University Hospital, Spain*

<sup>c</sup>*Galician Agency for Health Technology Assessment, Galician Health Service*

<sup>d</sup>*Service of Preventive Medicine and Public Health, Hospital of Soria, Spain*

Received 3 February 2006; received in revised form 4 April 2006; accepted 17 April 2006

Available online 26 May 2006

### Abstract

Radon causes lung cancer when inhaled for prolonged periods of time. A range of factors influence residential radon concentration and this study therefore sought to ascertain which dwelling-related factors exert an influence on radon levels. A cross-sectional study was conducted from 2001 to 2003 which analyzed 983 homes of as many subjects randomly selected from the 1991 census. Sampling was carried out by district and stratified by population density to ensure that more detectors were placed in the most heavily populated areas. Radon concentration and different dwelling characteristics were measured in each of the homes selected. Bivariate and multivariate analyses were performed to ascertain which factors influenced radon concentration. The geometric mean of radon concentration was 69.5 Bq/m<sup>3</sup>, and 21.3% of homes had concentrations above 148 Bq/m<sup>3</sup>. Factors shown to influence radon concentration in the bivariate analysis were: age of dwelling; interior building material; exterior building material; and storey on which the detector was placed. Explanatory variables in the multivariate analysis were: age of dwelling; number of storeys; distance off floor; and interior building material. The model was significant, but the variability explained was around 10%. These results highlight the fact that the study area is an area of high radon emission and that factors other than those directly related with the characteristics of the dwelling also influence radon concentration.

© 2006 Elsevier Inc. All rights reserved.

**Keywords:** Radon; Lung neoplasms; Environment; Construction materials; Radiation

# MAPA GALLEGO DE RADÓN

Muchas gracias por su atención

