DÍA DEL RADÓN

11 de mayo de 2014

Torrelodones, Comunidad de Madrid

El radón en agua y la nueva directiva europea

Alejandro Martín Sánchez
Departamento de Física
Universidad de Extremadura
06006 Badajoz

Contenido

- Problemática y presentación
- Normativa
- Métodos de medida
- Proyectos de investigación
- Resultados
- Intercomparaciones
- Conclusiones

Problemática y presentación

Balneario de Alange (Badajoz)

Problemática y presentación

Visita docente Erasmus a la Università degli Studi di Parma (Italia)

Problemática y presentación

- Escape a la atmósfera
- Importante en lugares cerrados
- La concentración disminuye o desaparece con el transporte
- La concentración disminuye o desaparece con el tiempo
- “Fuentes milagrosas”
- “Balnearios con secretos”
- Aplicaciones en geología

Normativa

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA — Boletín Oficial del Estado

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

3596 *REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.*

Disposición adicional segunda. *Muestreo de la radiactividad.*

La Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo publicará, antes de cinco años desde la entrada en vigor de esta disposición, los muestreos, frecuencias, tipos de análisis y métodos de ensayo para la determinación de los parámetros correspondientes a la radiactividad.

Hasta la publicación del muestreo para la determinación de la radiactividad, la autoridad sanitaria podrá disponer, dentro de su territorio, que se determinen los parámetros descritos para la radiactividad en aquel abastecimiento que se sospeche que los niveles en agua puedan entrañar un riesgo para la salud de la población abastecida.

ANEXO I

Parámetros y valores paramétricos

D. *Radiactividad*

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
50. Dosis indicativa total	0,10 mSv/año	1
51. Tritio	100 Bq/l	
52. Actividad α total	0,1 Bq/l	
53. Actividad β total	1 Bq/l	2

Notas:

(1) Excluidos el tritio, el potasio^{40}, el radón y los productos de desintegración del radón.

(2) Excluidos el potasio^{40} y el tritio.

Normativa

Europa EUR-Lex

L 330/32 ES Diario Oficial de las Comunidades Europeas 5.12.98

DIRECTIVA 98/83/CE DEL CONSEJO

de 3 de noviembre de 1998

relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano

ANEXO I

PARÁMETROS Y VALORES PARAMÉTRICOS

RADIACTIVIDAD

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad	Notas
Tritio	100	Bq/l	Notas 8 y 10
Dosis indicativa total	0,10	mSv/año	Notas 9 y 10

Nota 8: La periodicidad del control se indicará posteriormente, en el anexo II.

Nota 9: Excluido el tritio, el potasio -40, el radón y los productos de desintegración del radón. La periodicidad del control, los métodos de control y los lugares más adecuados para la toma de muestras se indicarán posteriormente en el anexo II.

Nota 10.

1. Las propuestas requeridas por las notas 8 y 9 sobre la periodicidad del control, los métodos del control y los lugares más adecuados para los puntos de control que se indican en el anexo II se adoptarán con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 12. Al elaborar dichas propuestas, la Comisión tomará en consideración *inter alia* las disposiciones pertinentes con arreglo a la legislación existente o a los programas de control adecuados incluidos los resultados del control que se deriven de los mismos. La Comisión presentará dichas propuestas, a más tardar, transcurridos 18 meses desde la fecha a que se refiere el artículo 18 de la presente Directiva.
2. No será necesario que los Estados miembros controlen el agua potable respecto del tritio ni la radiactividad para establecer la dosis indicativa total cuando consideren que sobre la base de otros controles llevados a cabo los niveles de tritio o de la dosis indicativa total del agua se encuentran muy por debajo del valor paramétrico. En ese caso comunicará las razones de su decisión a la Comisión, incluyendo los resultados de esos otros controles llevados a cabo.

Normativa

DIRECTIVAS

DIRECTIVA 2013/51/EURATOM DEL CONSEJO

de 22 de octubre de 2013

por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano

ANEXO I

VALORES PARAMÉTRICOS PARA EL RADÓN, EL TRITIO Y LA DI DE LAS AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad	Notas
Radón	100	Bq/l	(Nota 1)
Tritio	100	Bq/l	(Nota 2)
DI	0,10	mSv	

Nota 1:

a) Los Estados miembros podrán establecer para el radón un nivel cuyo rebasamiento se juzgue inadecuado y por debajo del cual se ha de continuar la optimización de la protección, sin perjuicio del suministro de agua a escala nacional o regional. El nivel fijado por los Estados miembros podrá ser superior a 100 Bq/l pero inferior a 1 000 Bq/l. A fin de simplificar la legislación nacional, los Estados miembros podrán optar por adaptar el valor paramétrico a este nivel.

b) Se consideran justificadas las medidas de corrección por motivos de protección radiológica, sin otra consideración, cuando las concentraciones de radón superen los 1 000 Bq/l.

Nota 2: Unos niveles de tritio elevados pueden ser indicio de la presencia de otros radionucleidos artificiales. En caso de que la concentración de tritio sea superior a su valor paramétrico, se requerirá un análisis de la presencia de otros radionucleidos artificiales.

Métodos de medida

Centelleo líquido (Quantulus)

Métodos de medida

ALPHAGUARD

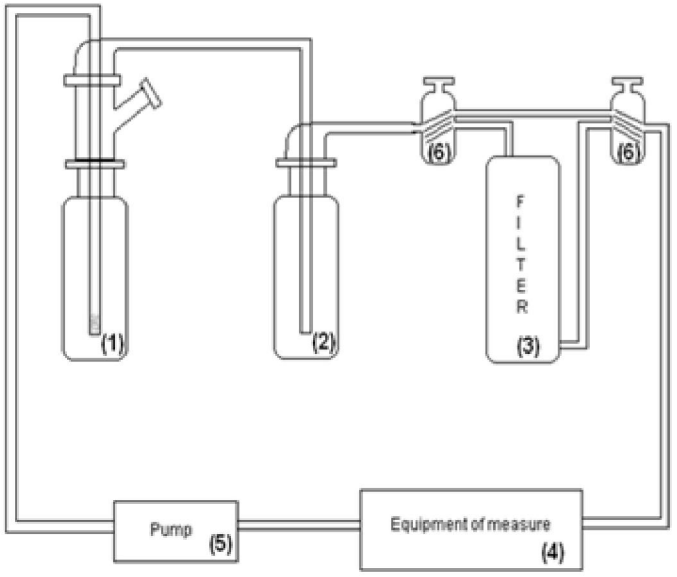


Figura 1. Esquema y fotografía del equipo diseñado para la medida de radón en agua con equipo de monitorización en continuo.

Proyectos de investigación

"Estudio de la radiactividad de las aguas de los balnearios de Extremadura". Subvencionado por la Central Nuclear de Almaraz. 1/7/1991 - 30/6/1992.

"Estudio de la radiactividad de las aguas minerales envasadas para consumo público". Subvencionado por la Central Nuclear de Almaraz. Año 1994.

"Medidas de radón en aguas de manantiales". Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología. Junta de Extremadura. Ref: IPR00A023. 2000-2002

"Estudio radiológico de los recursos termales (balnearios y estaciones termales) de la región de Extremadura". Caja Extremadura. 2001-2002

Proyectos de investigación

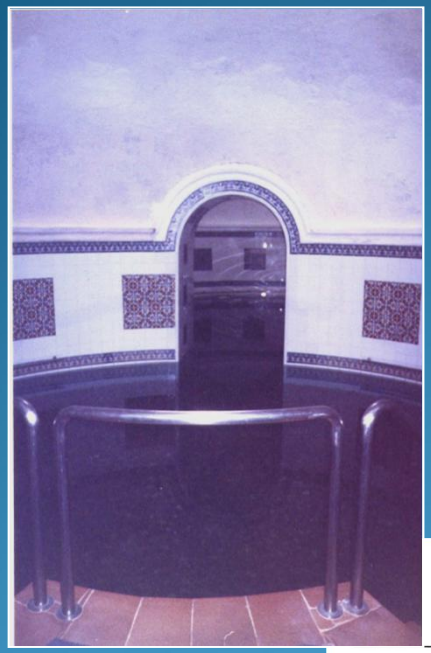
"Acuerdo específico entre la Universidad de Extremadura (Badajoz) y el Consejo de Seguridad Nuclear para participar en el Proyecto de Investigación y Desarrollo sobre 'Medidas del radón disuelto en aguas de manantiales, pozos y fuentes en Extremadura'". 26/11/2003-25/11/2004.

"Análisis radiactivos en aguas de bebida". Consejería de Economía, Comercio e Innovación. Junta de Extremadura. Proyecto de desarrollo tecnológico, innovación y transferencia de tecnologías en cooperación entre grupos investigadores regionales y empresas radicadas en Extremadura. PDT08A045. 24/7/2008-23/8/2010

"Tecnologías avanzadas de generación, captura y almacenamiento de CO_2". Secretaría de Estado de Investigación. Ministerio de Ciencia e Innovación. Subproyecto PSS-120000-2008-31 del Proyecto global PS-120000-2005-2, liderado por el CIEMAT. 24/10/2008-31/12/2009

Resultados

RADIACTIVIDAD EN AGUAS DE BALNEARIOS



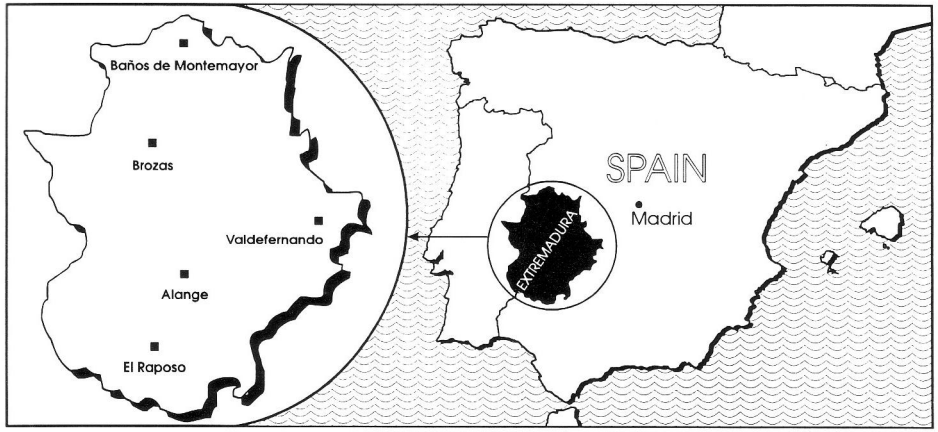


Fig. 1. Locations of the five spas studied in Extremadura (Spain).

TABLE 1
Physical and Chemical Parameters of the Spas

Spa	*Flux (l/s)*	*T (°C)*	*pH*	*$[CO_3H^-]$ (mg/l)*	*Total alkalinity (mg/l $CaCO_3$)*	*Activity of ^{222}Rn in waters (Bq/l) (2σ)*	*Activity of ^{226}Ra in waters (mBq/l) (1σ)*
Alange	5·3	28	6·7	18·2	14·9	234 ± 25	23 ± 3
Baños de M.	3·25	43	8·0	116·9	95·8	3·5 ± 1·2	16 ± 2
Brozas	0·08	16	8·0	123·0	100·8	10 ± 2	21 ± 3
El Raposo	3·5	17	8·0	120·8	99·0	23 ± 5	4·5 ± 0·6
Valdefernando	2·0	23	6·3	5·5	4·5	272 ± 22	71 ± 8

The first two columns are the characteristics of each spa. The following three columns are the results obtained for the analysis of the five spas studied. The two last columns give the dissolved ^{222}Rn activity as measured indirectly from the extrapolation to $t = 0$ of the straight line fits of Fig. 2 and the activity of ^{226}Ra.

Resultados

RADIACTIVIDAD EN AGUAS DE BALNEARIOS

NuRaHyd-1, Luxembourg
September 2002

Radiological characterization of SPA waters from the Extremadura region in Spain

M. Galán López, M. Jurado Vargas, D. Pérez Sánchez, M.P. Rubio Montero, A. Martín Sánchez, and V. Gómez Escobar.

Departamento de Física, Universidad de Extremadura, 06071, Badajoz, Spain.

ABSTRACT

The assessment of the radioactivity levels in spa waters is a subject of particular interest due to their use as health resorts. For this reason, a radiological characterization of waters from several spas of Extremadura (Spain) was performed determining the natural radioactivity of several members of the uranium series. The nuclide ^{222}Rn was determined by two methods: liquid scintillation, based on the extraction of radon, and gamma-ray spectrometry, by measuring the emissions of the daughter nuclides ^{214}Pb and ^{214}Bi. Activity concentrations of ^{222}Rn ranged from 11 to 442 Bq L^{-1}. The uranium and ^{210}Po determinations were performed by chemical separation of these elements with liquid extraction in tributylphosphat (TBP) and by using alpha-particle spectrometry. The activity concentrations ranged from 0.4 to 9.4 mBq L^{-1} for ^{238}U, from 0.7 to 34.5 for ^{234}U and from <0.1 to 19.5 mBq L^{-1} for ^{210}Po. In order to determine the lack of equilibrium with ^{210}Po, the nuclide ^{210}Pb was also determined. A chemical separation by organic extraction in ALIQUAT-336 was performed and ^{210}Pb was measured in a liquid scintillation spectrometer. The concentrations for ^{210}Pb ranged from 4.4 to 78.5 mBq L^{-1}. These results allow some conclusions to be drawn about the behaviour of these radionuclides in spa waters.

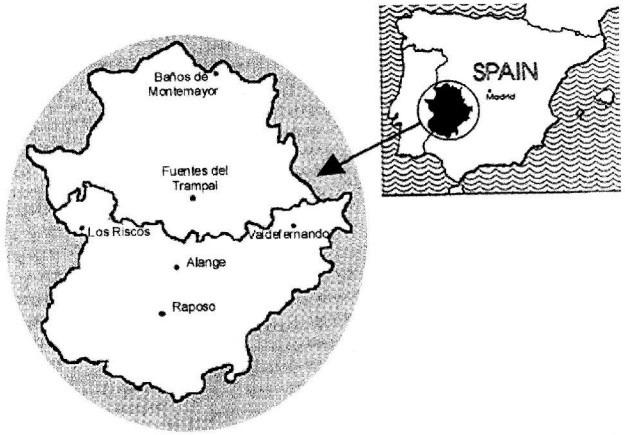


Figure 1. Map of Extremadura indicating the spas studied.

Spa name	^{222}Rn (Bq L^{-1})		^{210}Pb (mBq L^{-1})	^{210}Po (mBq L^{-1})
	L S C	Gamma-ray		
Alange	227 ± 12	192 ± 10	78.5 ± 5.8	19.5 ± 1.0
Baños de M.	25 ± 2	31 ± 2	10.4 ± 0.8	0.3 ± 0.07
El Raposo	22 ± 3	18 ± 2	13.9 ± 1.1	5.2 ± 0.4
Trampal	11.5 ± 0.6	11.1 ± 0.7	4.4 ± 0.4	< 0.1
Los Riscos	442 ± 23	439 ± 22	51.2 ± 3.4	13.5 ± 0.9
Valdefernando	251 ± 13	258 ± 14	74.6 ± 5.6	2.9 ± 0.5

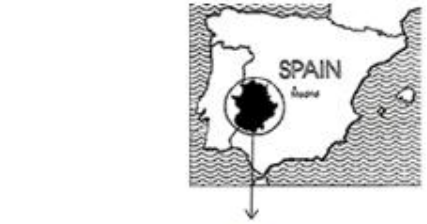
Table 2. ^{222}Rn, ^{210}Pb and ^{210}Po activity concentrations found in the spas studied. Quoted uncertainties are 1σ.

Resultados

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Año 2002

ACUERDO ESPECÍFICO ENTRE LA UNIVERSIDADO DE EXTREMADURA (BADAJOZ) Y EL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SOBRE "MEDIDAS DEL RADÓN DISUELTO EN AGUAS DE MANANTIALES, POZOS Y FUENTES EN EXTREMADURA".



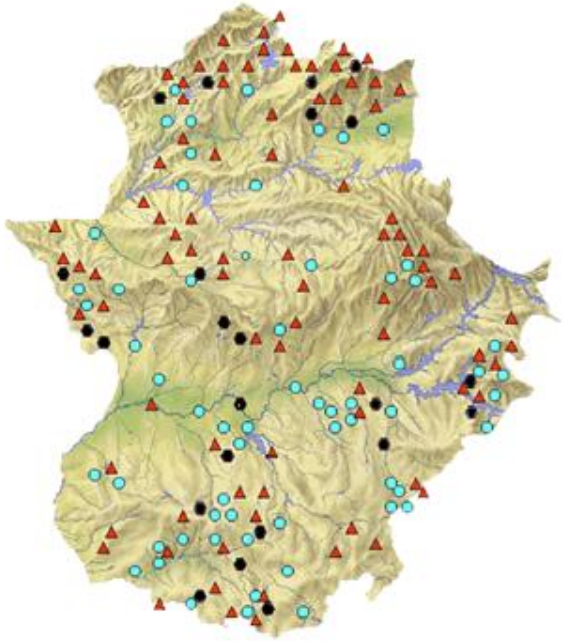
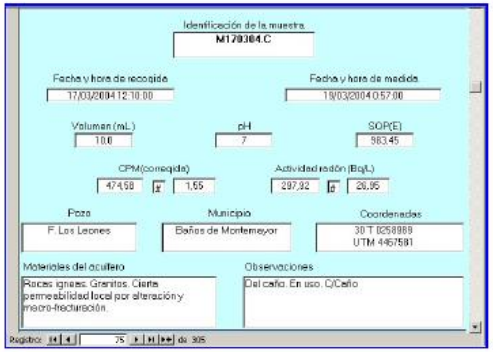


Figura 1. Mapa con los puntos de muestreo



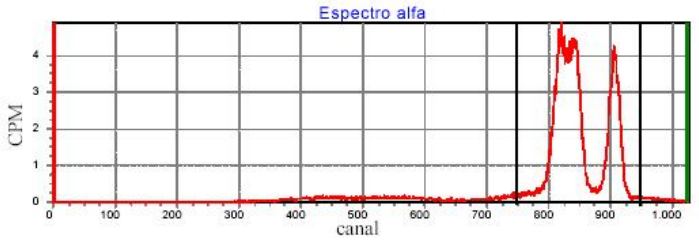


Figura 13. Ficha correspondiente a una muestra de agua de una fuente

Resultados

Tomando como referencia el nivel establecido por la EURATOM en 100 Bq L^{-1}; en Extremadura, un 30,69% de las aguas de origen subterráneo analizadas superan este nivel (Figura 17), de las cuales aproximadamente un 35 % corresponden a aguas tomadas en fuentes públicas, algo más de un 15 % a aguas de pozos y un 50% a aguas de manantiales.

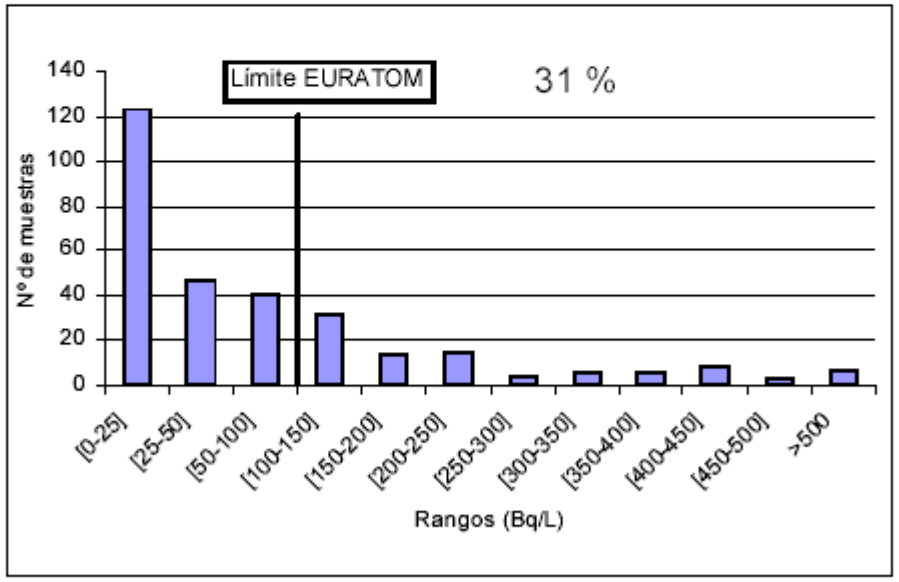


Figura 17. Histograma y límite recomendado por la EURATOM

Resultados

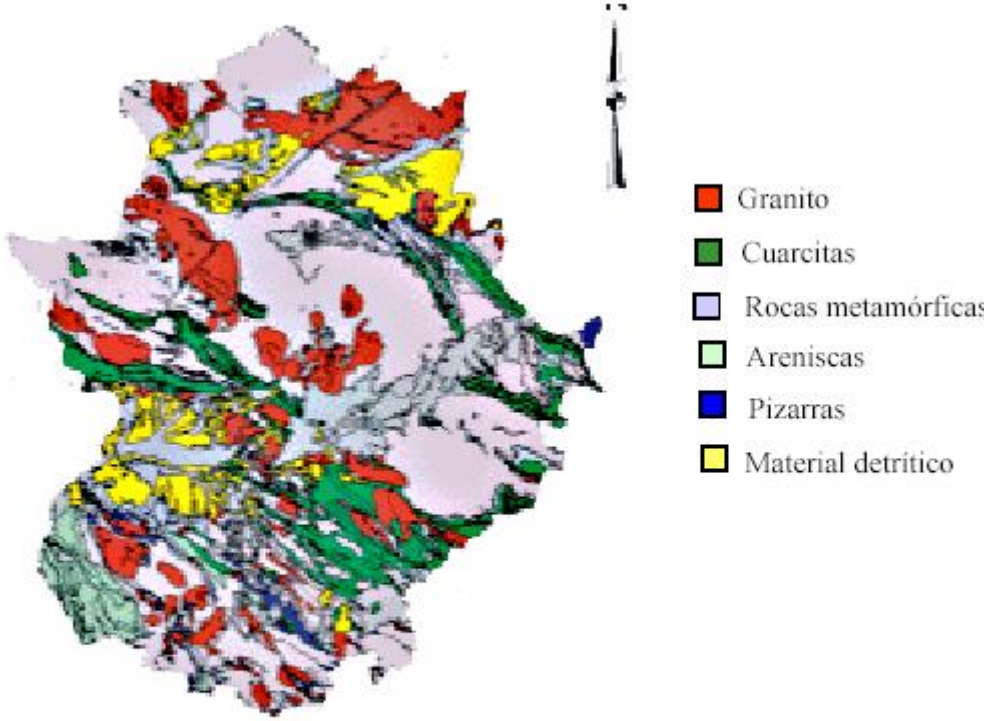


Figura 15. Mapa hidrogeológico de Extremadura

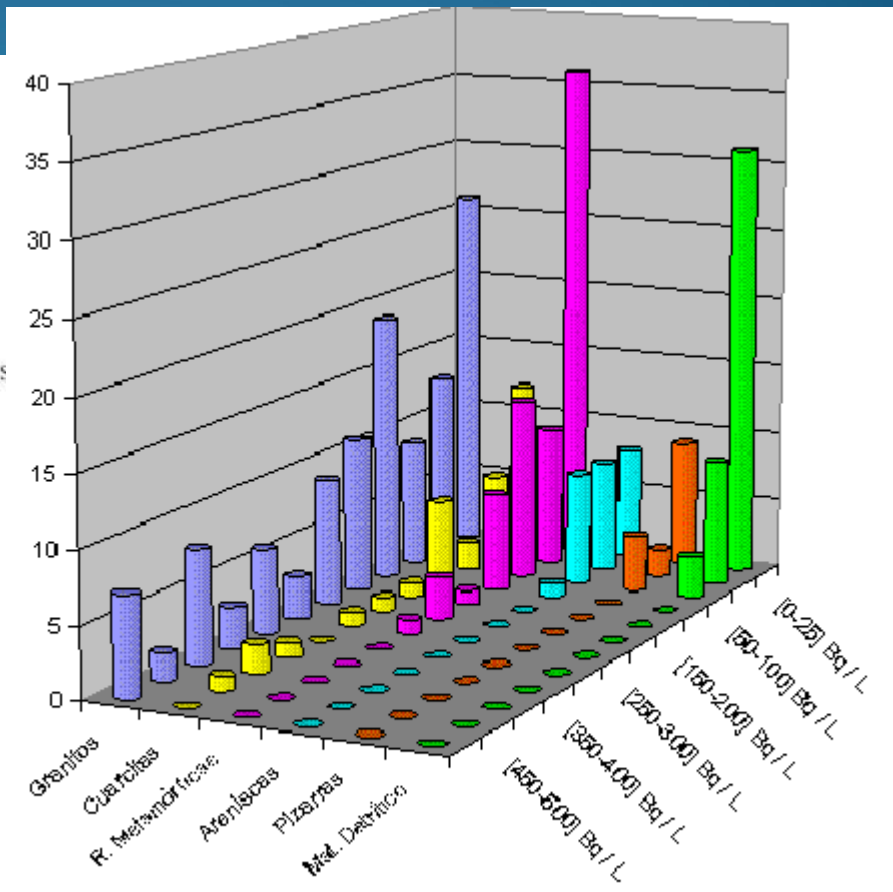
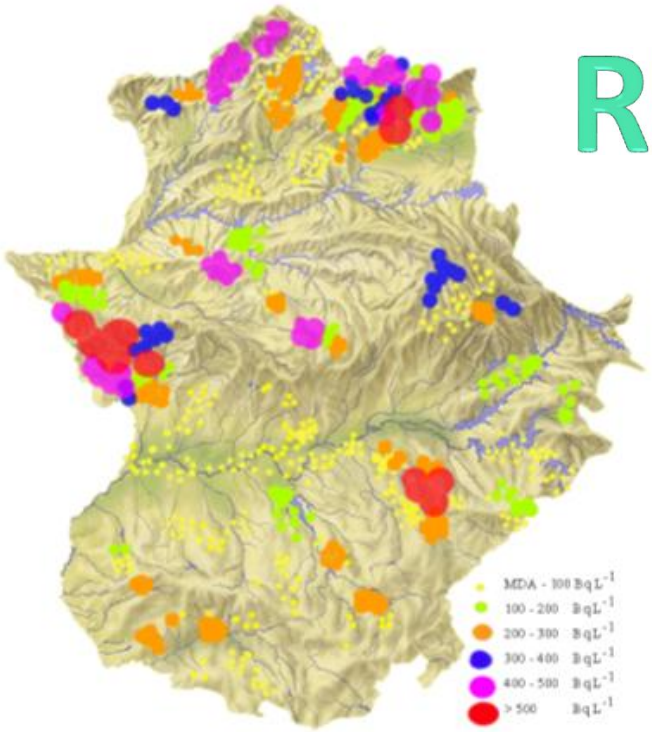


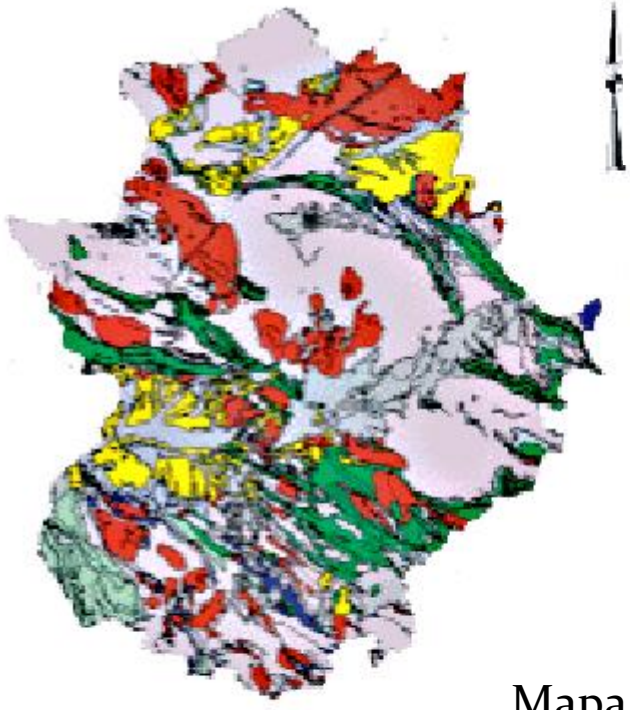
Figura 16. Distribución de muestras por concentración de actividad y tipo de acuífero

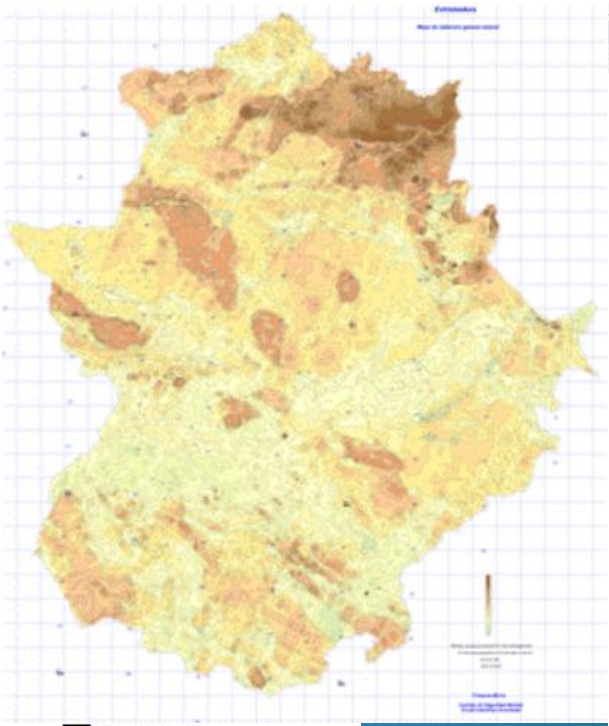
Resultados

MARNA



Radón en aguas



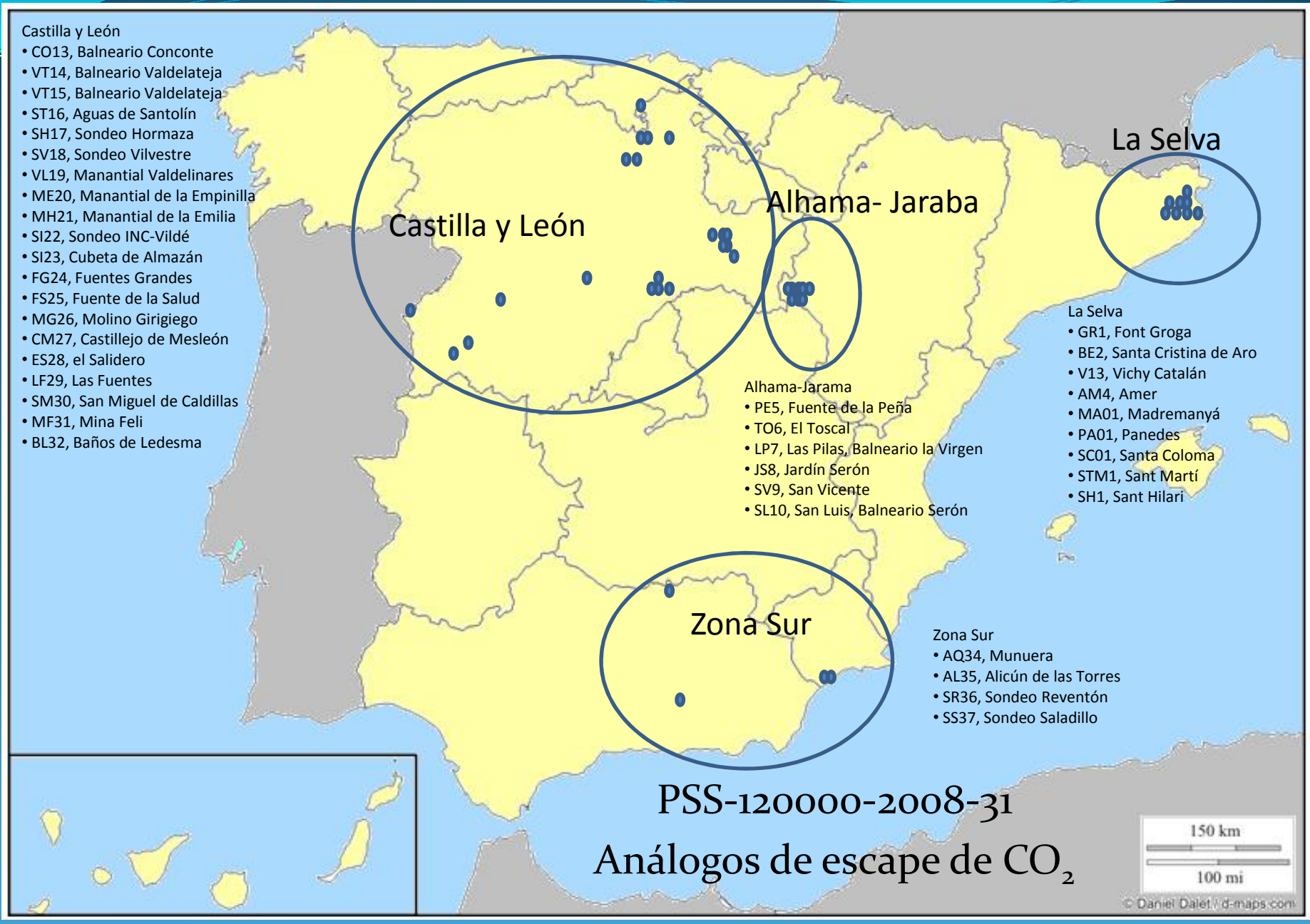


Granito
Cuarcitas
Rocas metamórficas
Areniscas
Pizarras
Material detrítico

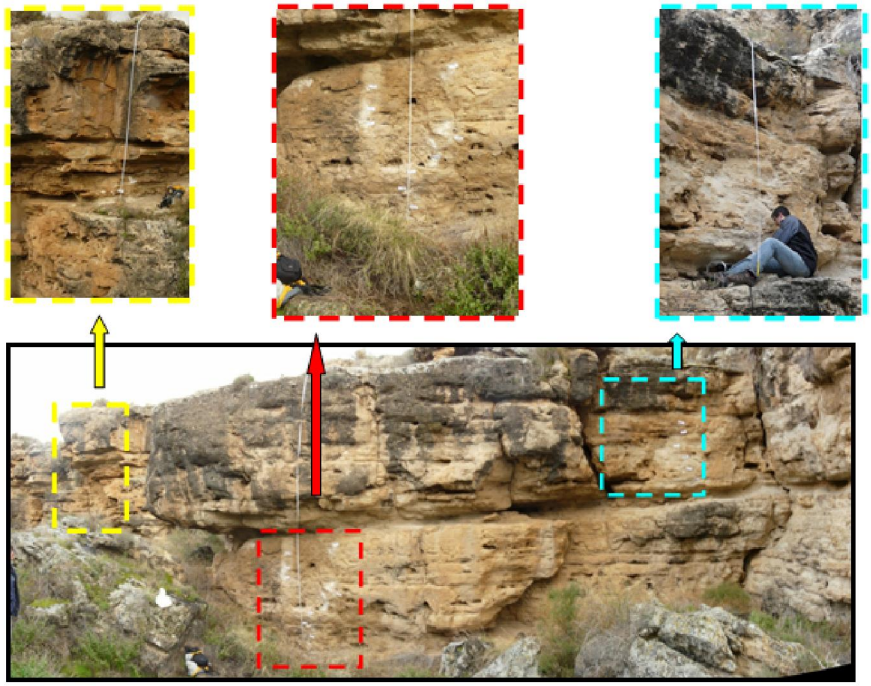
Mapa hidrogeológico

Figura 15. Mapa hidrogeológico de Extremadura

Resultados

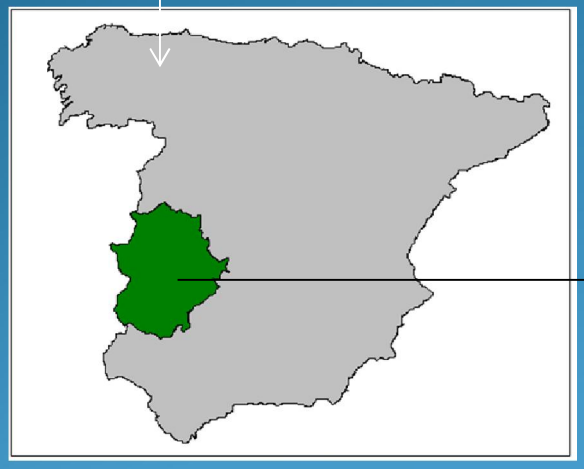

Castilla y León
• CO13, Balneario Conconte
• VT14, Balneario Valdelateja
• VT15, Balneario Valdelateja
• ST16, Aguas de Santolín
• SH17, Sondeo Hormaza
• SV18, Sondeo Vilvestre
• VL19, Manantial Valdelinares
• ME20, Manantial de la Empinilla
• MH21, Manantial de la Emilia
• SI22, Sondeo INC-Vildé
• SI23, Cubeta de Almazán
• FG24, Fuentes Grandes
• FS25, Fuente de la Salud
• MG26, Molino Girigiego
• CM27, Castillejo de Mesleón
• ES28, el Salidero
• LF29, Las Fuentes
• SM30, San Miguel de Caldillas
• MF31, Mina Feli
• BL32, Baños de Ledesma
Castilla y León
Alhama- Jaraba
La Selva
Alhama-Jarama
• PE5, Fuente de la Peña
• TO6, El Toscal
• LP7, Las Pilas, Balneario la Virgen
• JS8, Jardín Serón
• SV9, San Vicente
• SL10, San Luis, Balneario Serón
La Selva
• GR1, Font Groga
• BE2, Santa Cristina de Aro
• V13, Vichy Catalán
• AM4, Amer
• MA01, Madremanyá
• PA01, Panedes
• SC01, Santa Coloma
• STM1, Sant Martí
• SH1, Sant Hilari
Zona Sur
Zona Sur
• AQ34, Munuera
• AL35, Alicún de las Torres
• SR36, Sondeo Reventón
• SS37, Sondeo Saladillo
PSS-120000-2008-31
Análogos de escape de CO_2
150 km
100 mi
© Daniel Dalet / d-maps.com

Resultados

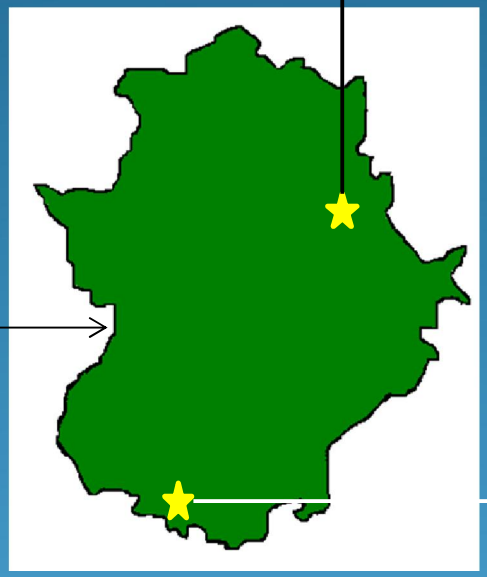


Resultados

EUROPA



ESPAÑA



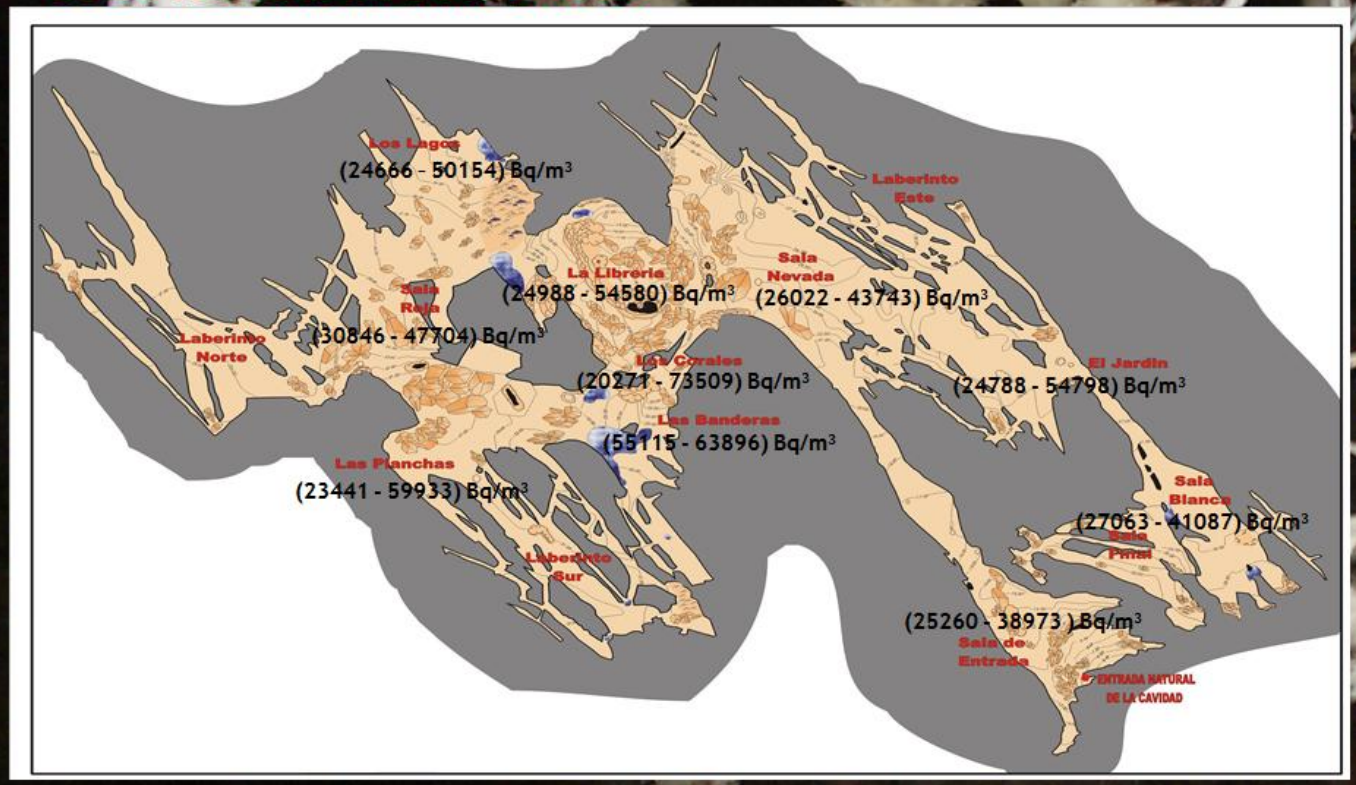
EXTREMADURA

Cueva de CASTAÑAR DE IBOR

Cueva de MASERO
(FUENTES DE LEÓN)

Resultados

CUEVA DE CASTAÑAR DE IBOR



Humedad ≈ 95 %.

Temperatura ≈ 17 ºC.

Concentración promedio de radón en agua en las diferentes acumulaciones:

Sala	Bq/L
Lagos	44 ± 4
Blanca	59 ± 5
Banderas	55 ± 6

Las cantidades representan los valores mínimos y máximos medidos en cada uno de los puntos con detectores de trazas.

Intercomparaciones

Table of Contents

Summary 3
Acknowledgements 4
1 Introduction 5
2 Measurement facilities 8
2.1 Introductory keynote by ENUSA 8
2.2 Logistical arrangements 13
3 Radon in water 14
3.1 Organization of the exercise 14
3.2 Results and discussion 16
4 External gamma dose rate 18
4.1 Introductory keynote given by Jose Carlos Sáez Vergara 18
4.2 List of participants 34
4.3 Results and discussion 35
5 Radon in soil gas 40
5.1 Introductory keynote given by Martin Neznal and Matej Neznal 40
5.2 List of participants 57
5.3 Characteristics of the radon detectors in soil gas used in the intercomparison 57
5.4 Results and discussion 61
6 Radon indoors passive detectors 70
6.1 Introductory keynote given by Jon Miles 70
6.2 List of participants 83
6.3 Characteristics of the radon detectors used in the intercomparison 84
6.4 Results and discussion 86
7 Radon indoors active detectors 94
7.1 List of participants 94
7.2 Type of detectors used 94
7.3 Results and discussion 97
Appendix I: List of participants 102
Appendix II: Detailed analysis of exercise "soil-gas radon concentration" 104
Appendix III: Scientific and technical comments of participants 121
Appendix IV: Pictures of the laboratory LNR 131

Intercomparaciones

Table 1: Exercises and number of participants

Activity	Number of participants
Radon indoors (passive detectors)	25
Radon in soil gas	18
Radon indoors (active detectors)	17
Radon in water	13
External gamma dose rate	13

Intercomparaciones

Figure 3: D

Table 4: List of participants in the exercise Radon in water

Country	Institution
Belgium	Federal Agency for Nuclea
Czech Republic	RADON v.o.s.
Germany	SARAD
Hungary	University of Pannonia
Italy	ARPAcal
Norway	NRPA (Norwegian Radiati
Poland	Institute of Nuclear Physic
Portugal	Laboratory of Natural Rad
Romania	University Babes-Bolyai/E
Spain	Grupo de Física de las Rad
Spain	Universidad de Extremadu
Spain	University of Extremadura
Spain	CIEMAT

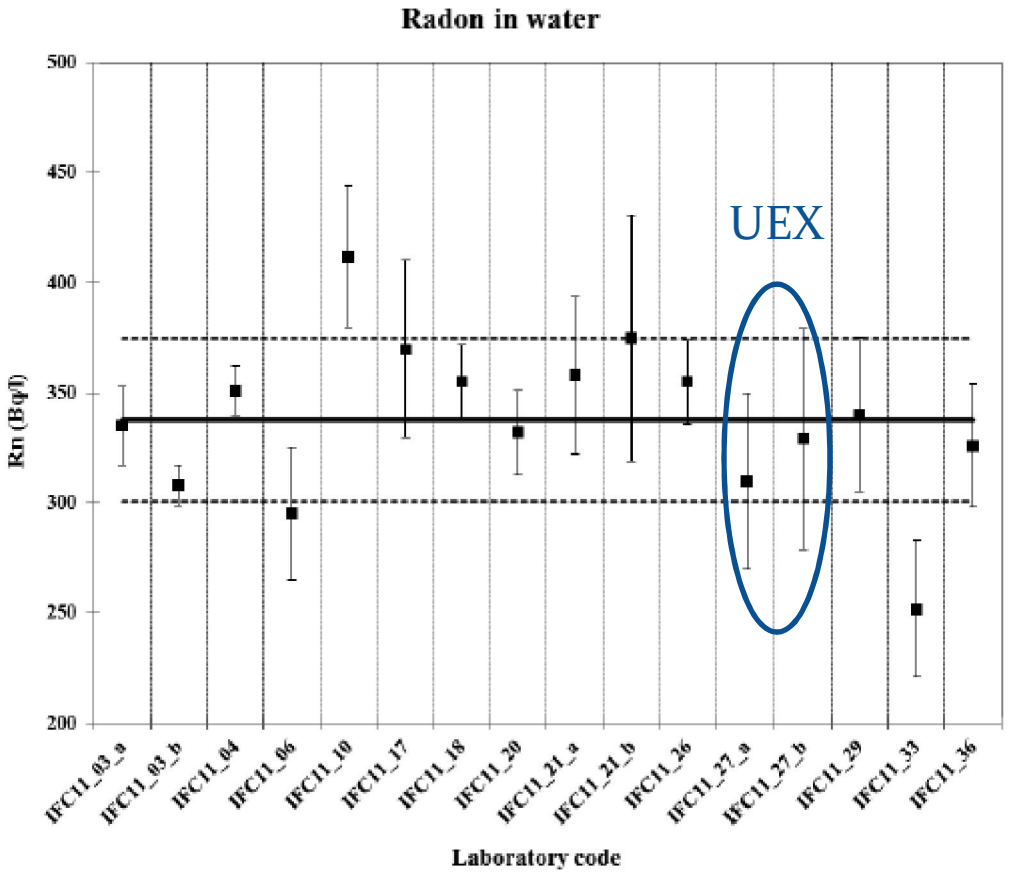


Figure 4: Results of radon in water. Solid line represents the mean value. Dashed lines correspond with one standard deviation

Conclusiones

- El radón es un gas muy soluble
- La emanación al aire en ambientes cerrados puede ser importante

- El movimiento y el paso del tiempo contribuyen a disminuir la concentración
- Esto es importante desde el punto de vista de protección radiológica
- Pero también es importante de cara a la realización de determinaciones correctas

- Existe una normativa europea que limita las concentraciones de radón en aguas potables de consumo humano

- El radón disuelto en aguas subterráneas puede usarse como trazador en aplicaciones geológicas

¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Alejandro Martín Sánchez
Departamento de Física
Universidad de Extremadura
06006 Badajoz