



Universidad  
Zaragoza



Escuela Universitaria  
Politécnica - La Almunia  
Centro adscrito  
Universidad Zaragoza

## Medidas de la concentración de $^{222}\text{Rn}$ en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (2013-2023)

Silvia Borjabad<sup>1</sup>, Ysrael Ortigoza<sup>2</sup>, Carmen Pérez<sup>3</sup>,  
Jorge Puimedón<sup>3</sup>, Ana Salinas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Subterráneo de Canfranc

<sup>2</sup>Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia

<sup>3</sup>Universidad de Zaragoza

## Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC)

El Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC) es el segundo laboratorio subterráneo a gran profundidad más grande de Europa. Lo gestiona un Consorcio compuesto por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza. El LSC pertenece a la red nacional de las llamadas ICTS (Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares).

Está situado en el municipio de Canfranc-Estación (Huesca). Sus salas de experimentación han sido excavadas en la roca a 850 m de profundidad, bajo el monte del Tobazo, en la vertiente española de los Pirineos aragoneses entre el túnel de Somport, que une España con Francia por carretera, y el túnel ferroviario, hoy en desuso.

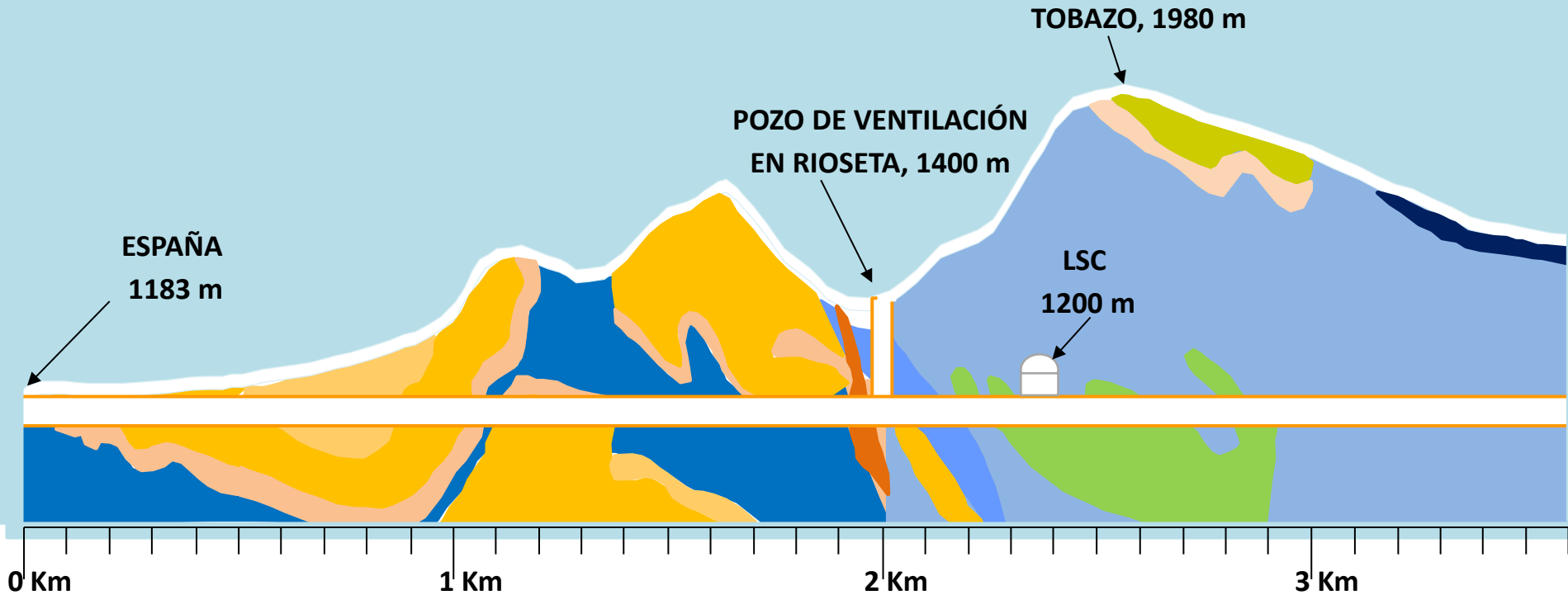
El programa científico del LSC es multidisciplinar: búsqueda de materia oscura, física de neutrinos, espectrometría gamma y de neutrones, sistemas biológicos bajo pequeñas dosis de radiación ionizante y cúbits en un entorno con bajo flujo de rayos cósmicos.

# LSC: Situación y características geológicas



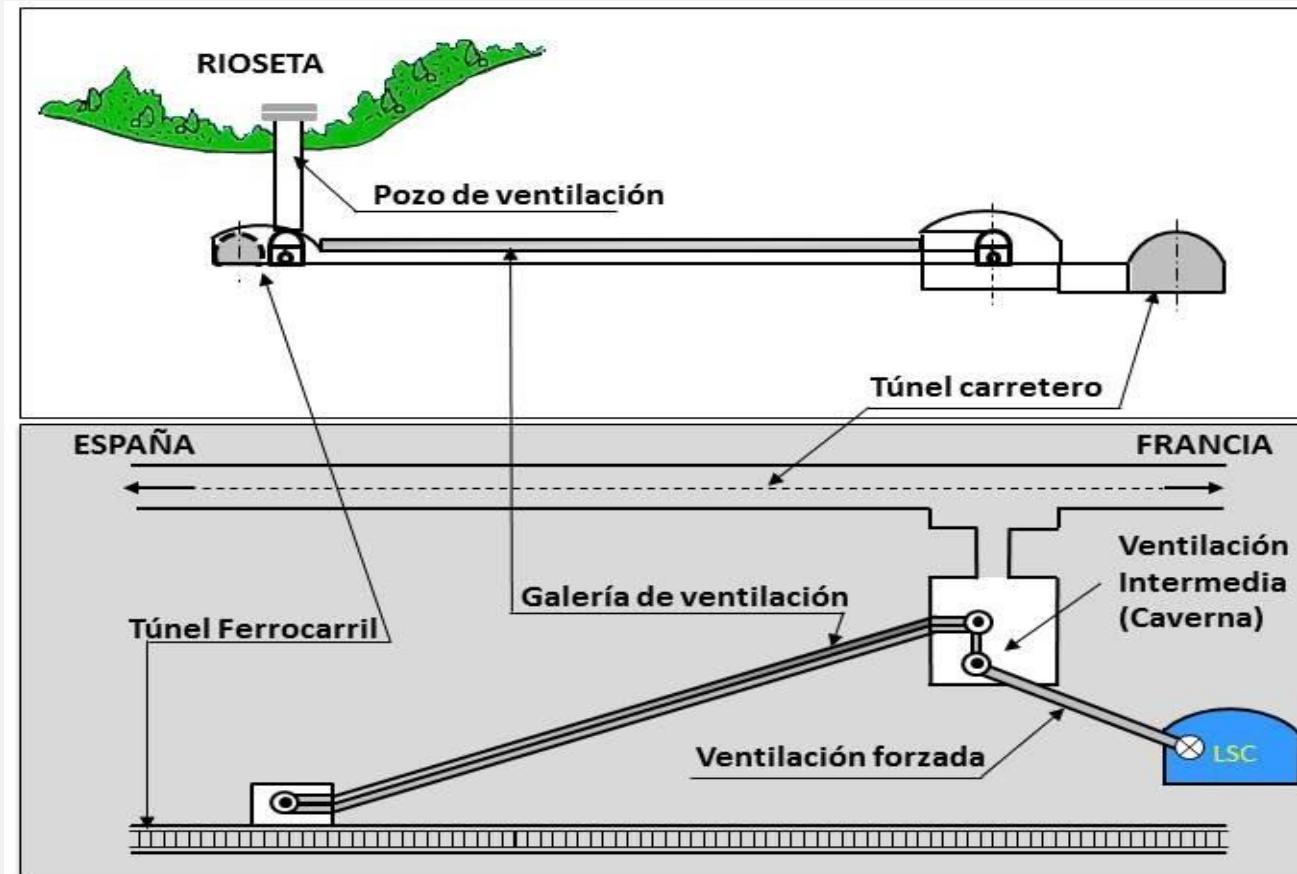
# LSC: Situación y características geológicas

## PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL



La composición de la roca es principalmente carbonato de calcio con una densidad promedio de  $2,8 \text{ kg/m}^3$ , lo que sitúa a las distintas salas de experimentación a una profundidad de 2.450 metros equivalentes de agua (mwe).

# LSC: Ventilación

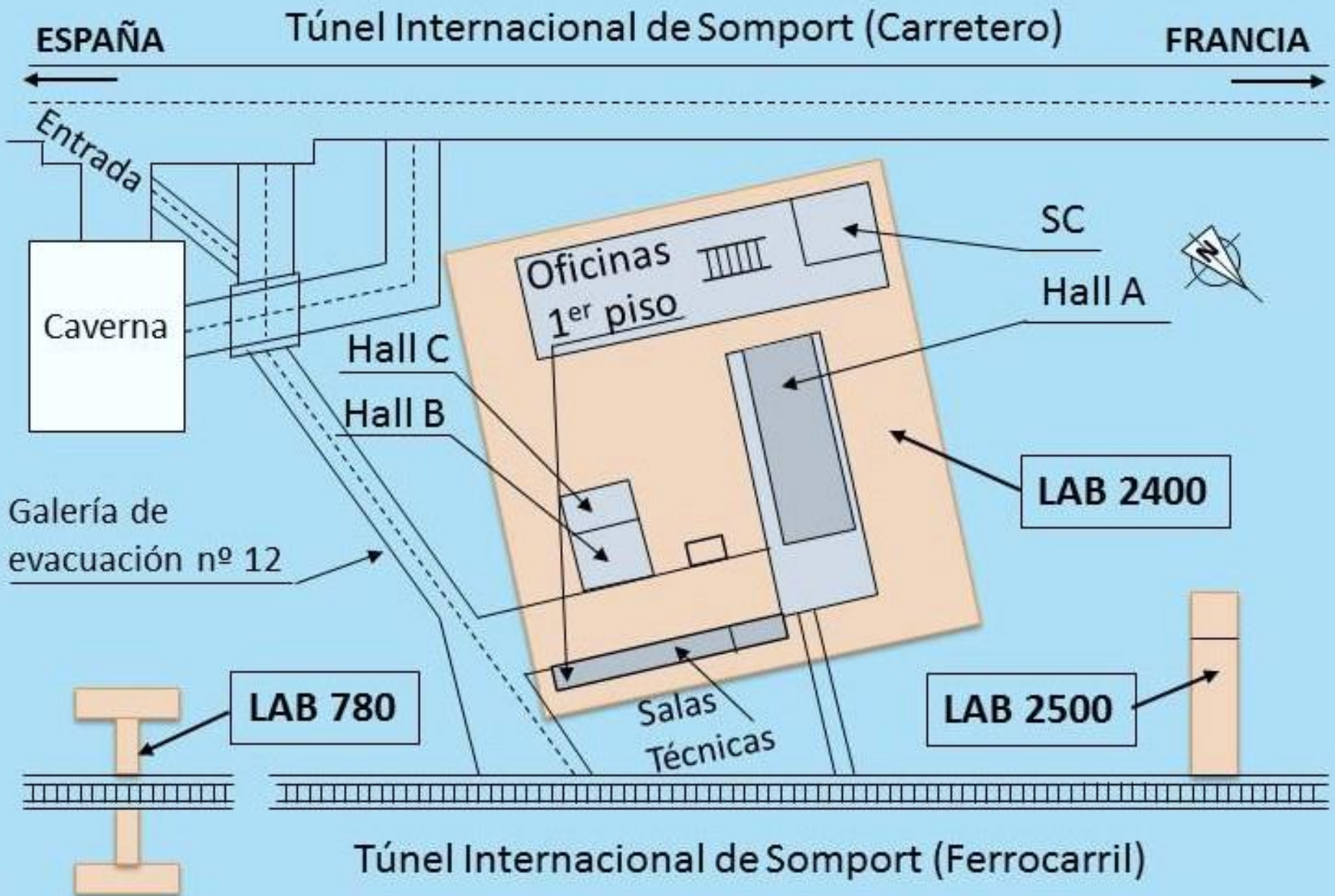


La ventilación del Laboratorio se realiza filtrando y acondicionando el aire exterior que, desde Rioseta a 1.400 m de altura, llega a la Sala de Climatización (SC) a 1.120 m, a través de un pozo de ventilación de unos 250 m, excavado en la roca. El sistema de entrada de aire al LSC es independiente al de ventilación del túnel carretero, aprovechando el espacio entre las tuberías que le llevan el aire y el revestimiento de hormigón correspondiente a las estructuras civiles. El flujo de aire fresco de ventilación es de unos 11.000 m<sup>3</sup>/h que junto con el aire de retorno permite 3 renovaciones en una hora de todo el volumen del laboratorio.

# LSC: Ventilación



# LSC: Instalaciones







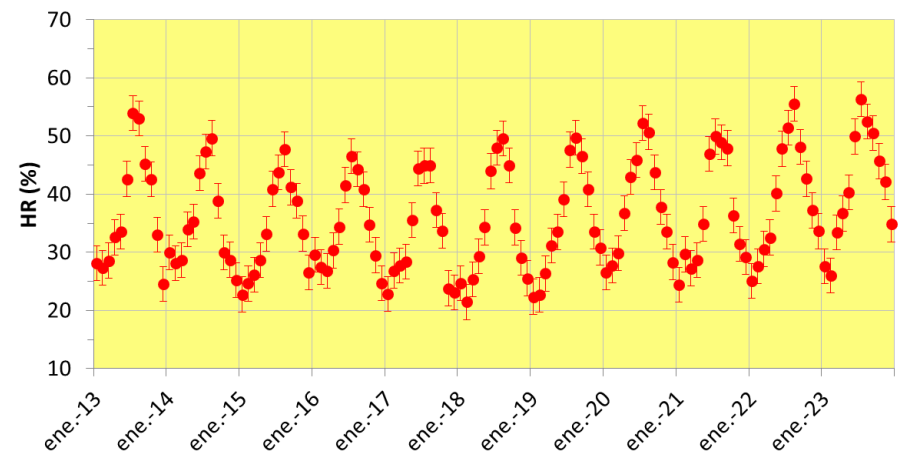
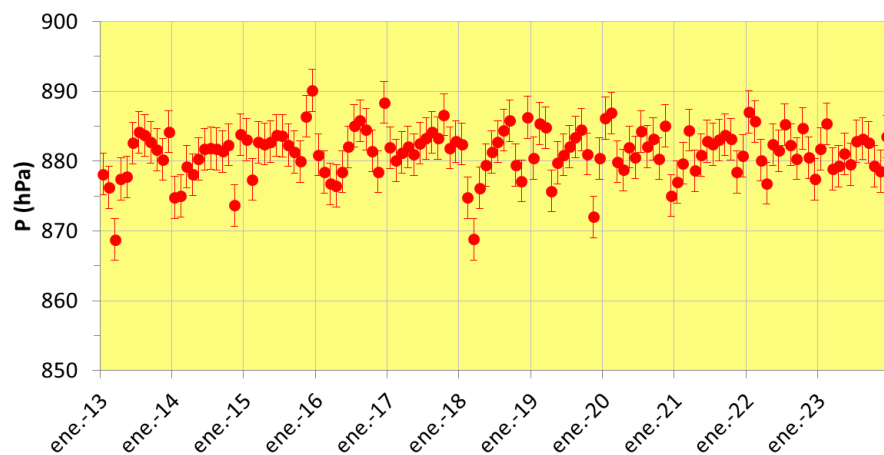
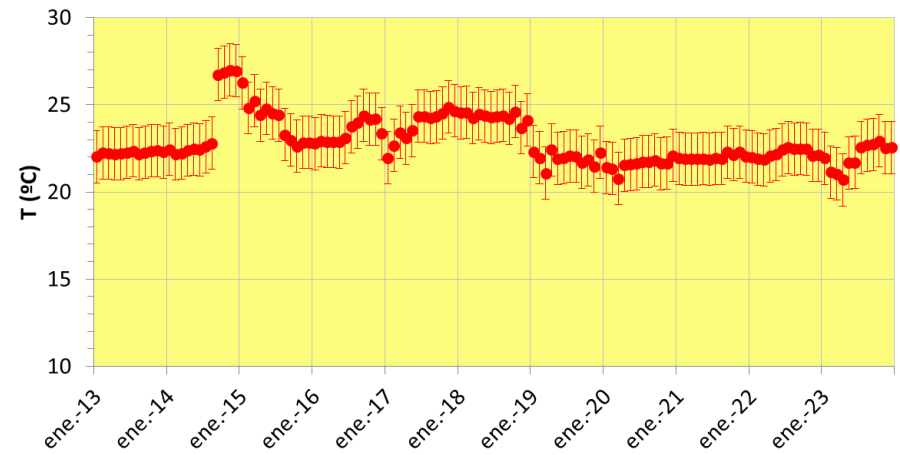
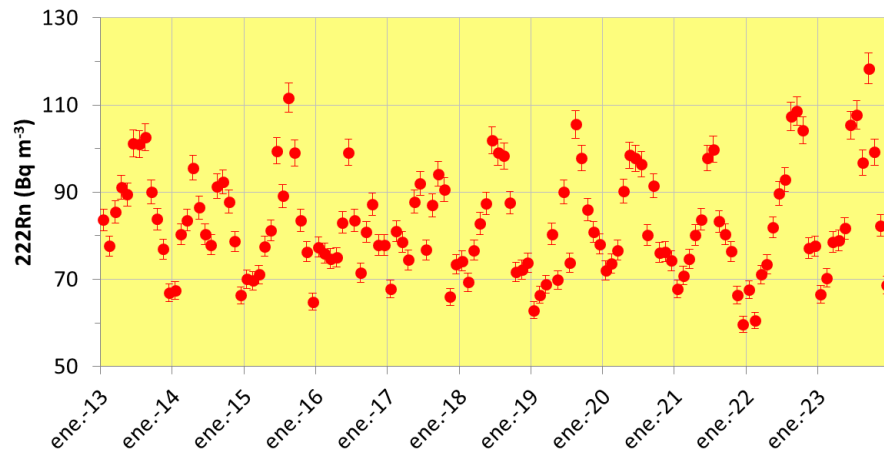
## Control del nivel de $^{222}\text{Rn}$ en LSC por dos razones principales:

- ❖ Garantizar la seguridad de los trabajadores dentro del laboratorio
- ❖ Estimar el impacto que el  $^{222}\text{Rn}$  y su progenie tiene en los experimentos actuales y futuros instalados en el laboratorio

## Equipos de medida y resultados:

- ❖ Medidas con monitores ALPHAGUARD P30 y D50 en tiempo real en intervalos de 10 minutos.
- ❖ Los resultados que presentamos son los promedios mensuales desde el año 2013 hasta el 2023 (Halls A y B) y hasta noviembre de 2022 (Hall C)

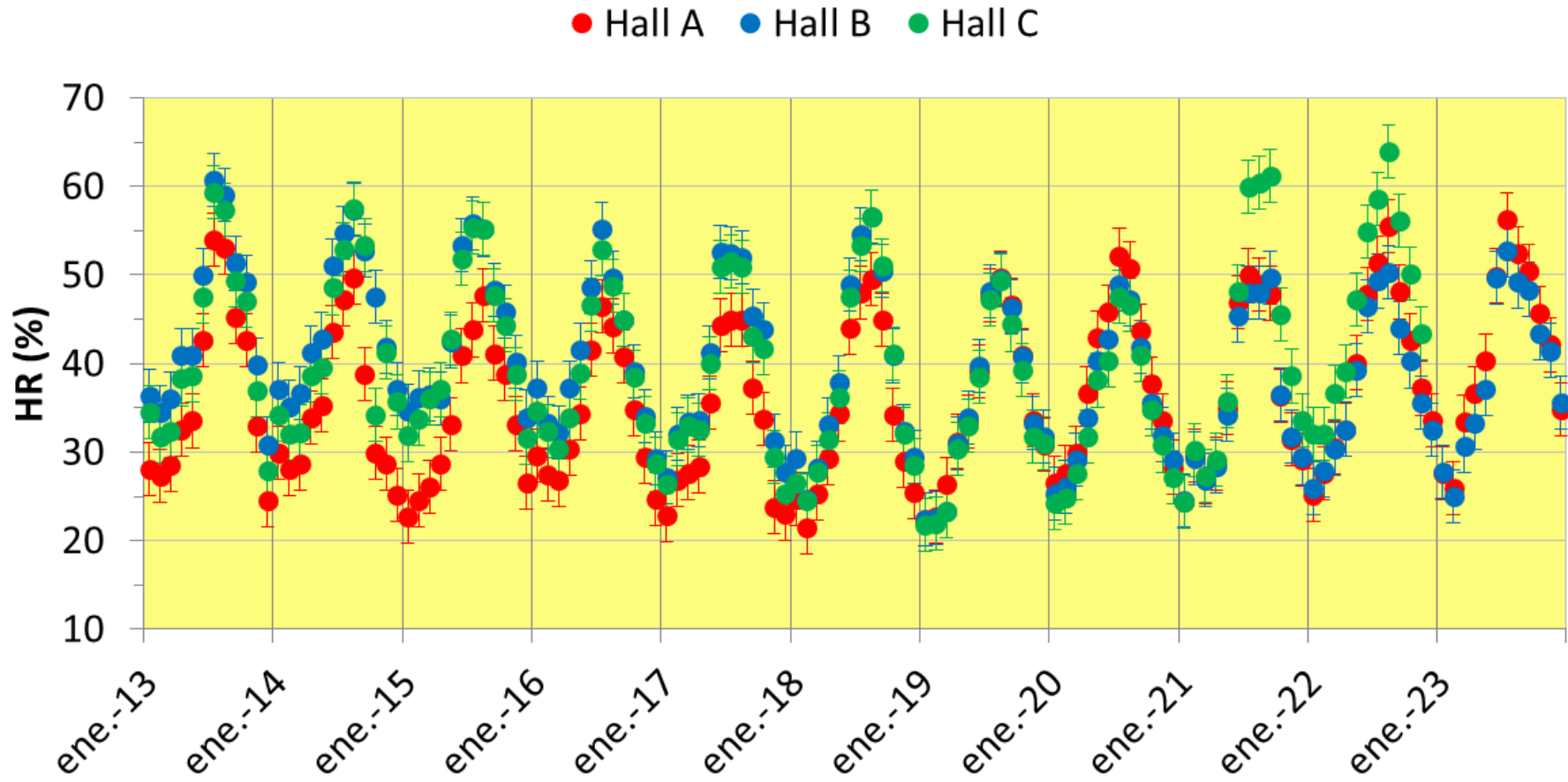
# LSC: Gráficas de $^{222}\text{Rn}$ ( $\text{Bq m}^{-3}$ ), T ( $^{\circ}\text{C}$ ), P (hPa) y HR (%) en Hall A



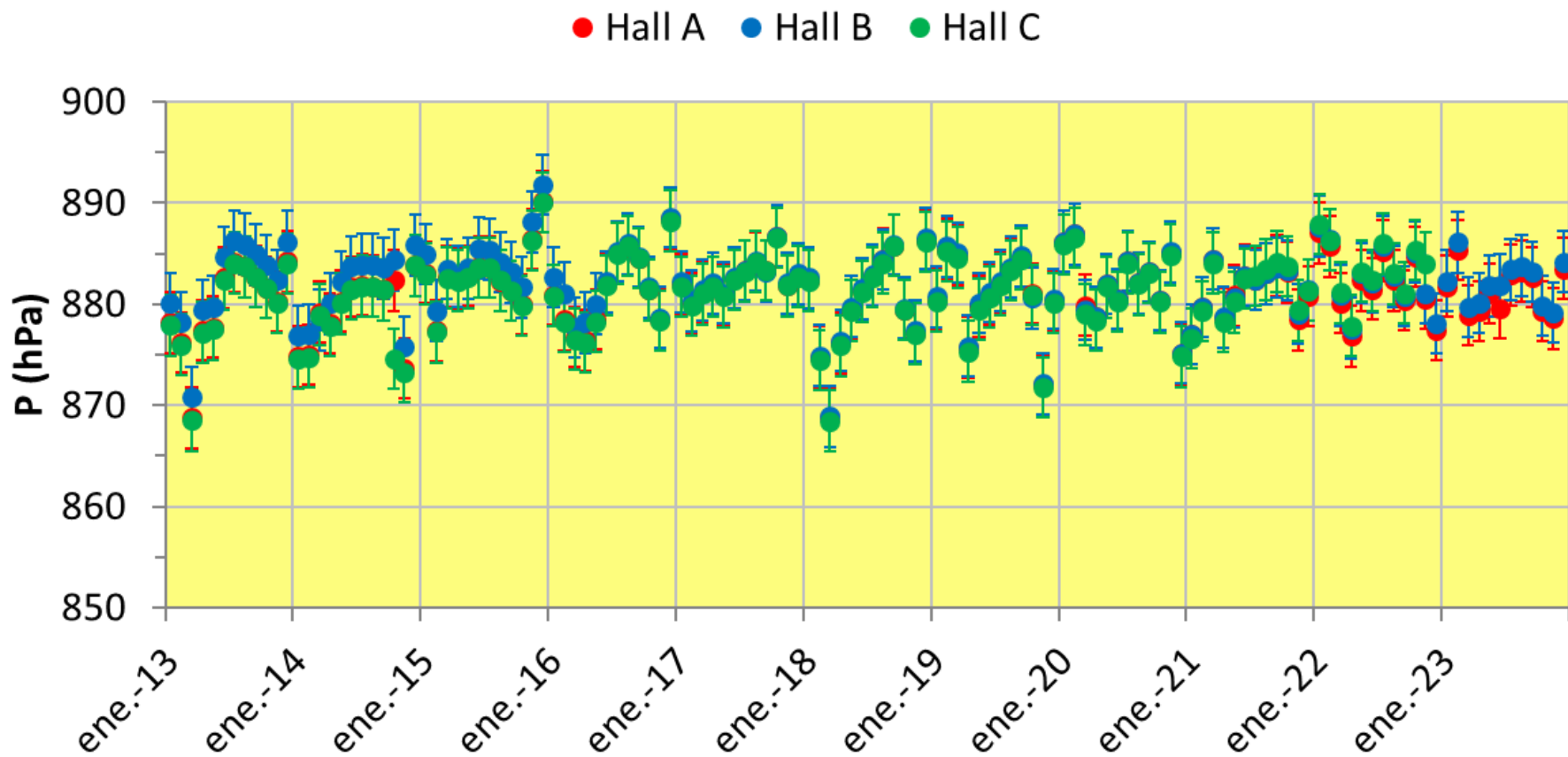
Las incertidumbres son instrumentales: 3% en radón,  $1.5^{\circ}\text{C}$  en T, 3hPa en P,  $\pm 3\%$  en HR  
El aumento de temperatura que se observa en 2014 se debió a la licuefacción durante varios meses del argón necesario para el experimento ArDM.



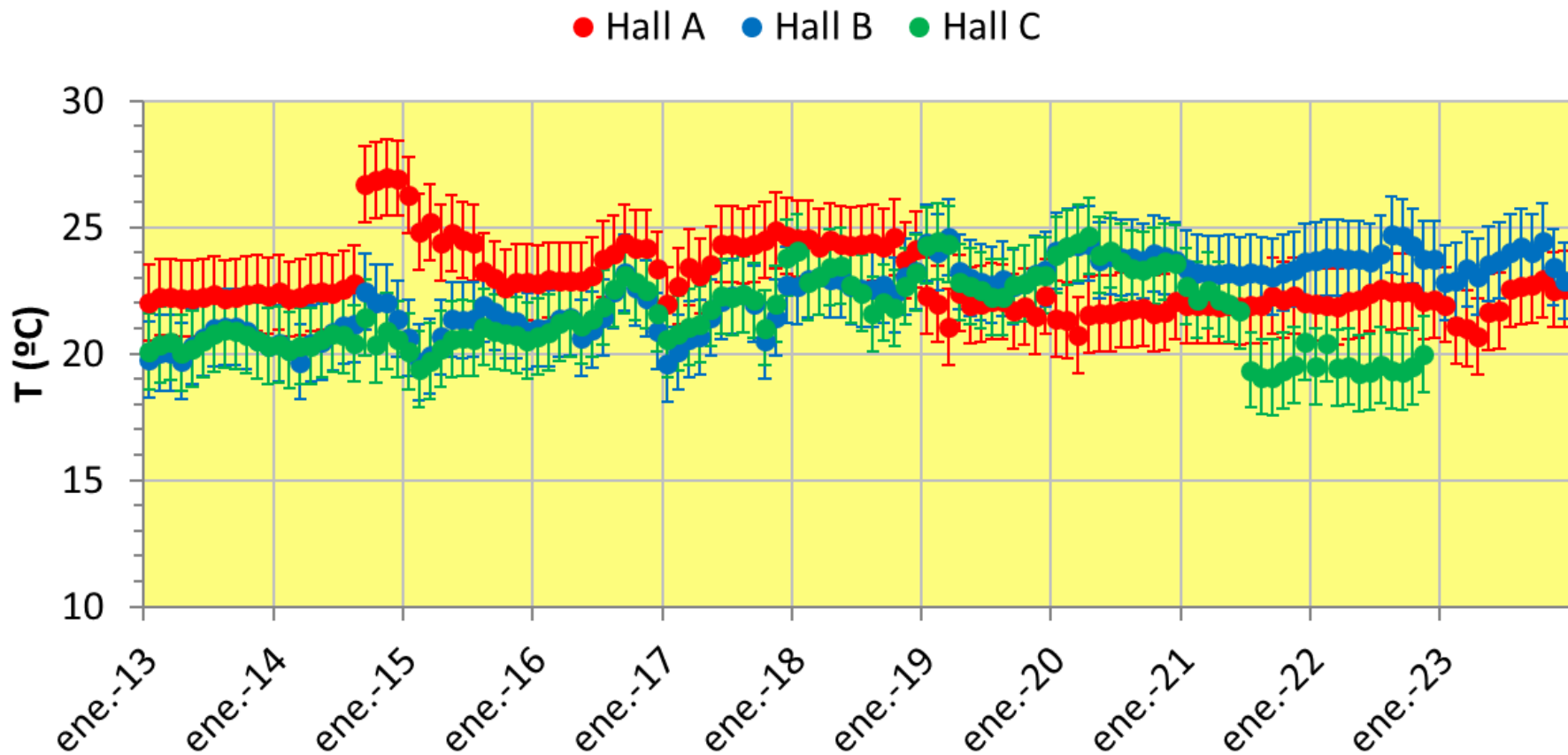
# LSC: Valores de la Humedad Relativa (%) en Hall A, B y C



# LSC: Valores de la Presión Atmosférica (hPa) en Hall A, B y C



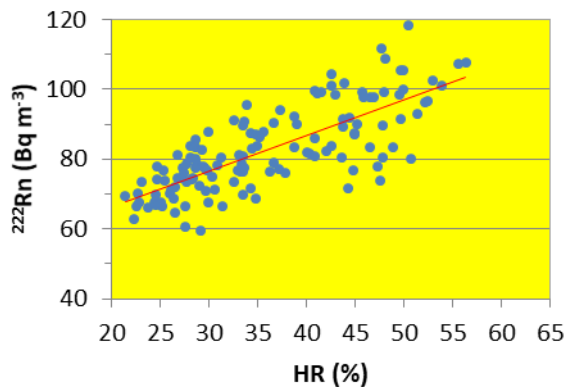
# LSC: Valores de la Temperatura ambiente (°C) en Hall A, B y C



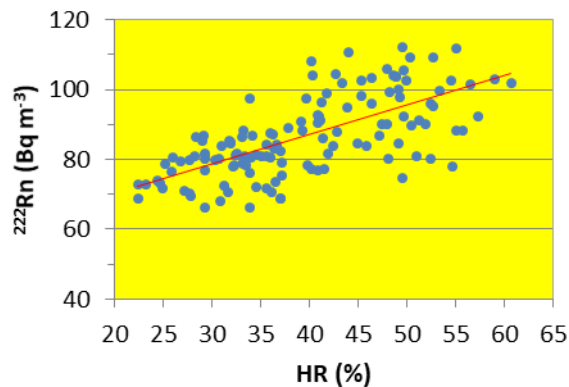
# LSC: Correlaciones (índice $r$ de Pearson)

Rn	Hall A	1.00																			
	Hall B	0.97	1.00																		
	Hall C	0.97	0.95	1.00																	
T	Hall A	-0.02	-0.10	-0.05	1.00																
	Hall B	0.00	0.17	0.02	-0.28	1.00															
	Hall C	-0.10	-0.01	-0.14	-0.09	0.46	1.00														
P	Hall A	0.09	0.12	0.11	0.03	0.14	0.01	1.00													
	Hall B	0.11	0.10	0.12	0.07	0.00	-0.12	0.97	1.00												
	Hall C	0.10	0.13	0.12	0.02	0.17	-0.05	1.00	0.97	1.00											
HR	Hall A	0.75	0.75	0.73	-0.15	0.19	-0.12	0.28	0.28	0.30	1.00										
	Hall B	0.72	0.65	0.68	0.21	-0.20	-0.28	0.25	0.31	0.25	0.87	1.00									
	Hall C	0.69	0.66	0.71	0.10	0.01	-0.42	0.28	0.32	0.31	0.92	0.92	1.00								
		Hall A	Hall B	Hall C	Hall A	Hall B	Hall C	Hall A	Hall B	Hall C	Hall A	Hall B	Hall C								
		Radon			Temperatura			Presión			Humedad Relativa										

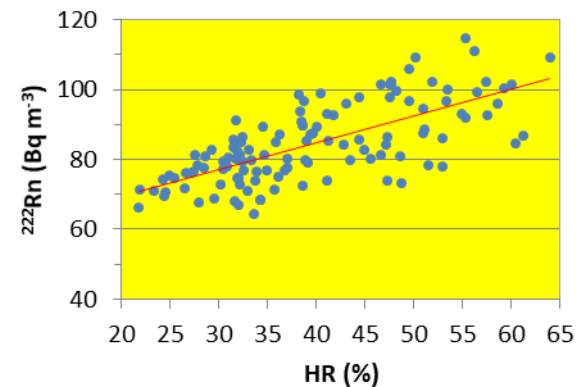
Hall A: Correlación  $^{222}\text{Rn}$  vs HR



Hall B: Correlación  $^{222}\text{Rn}$  vs HR



Hall C: Correlación  $^{222}\text{Rn}$  vs HR



# LSC: Periodicidad temporal HR

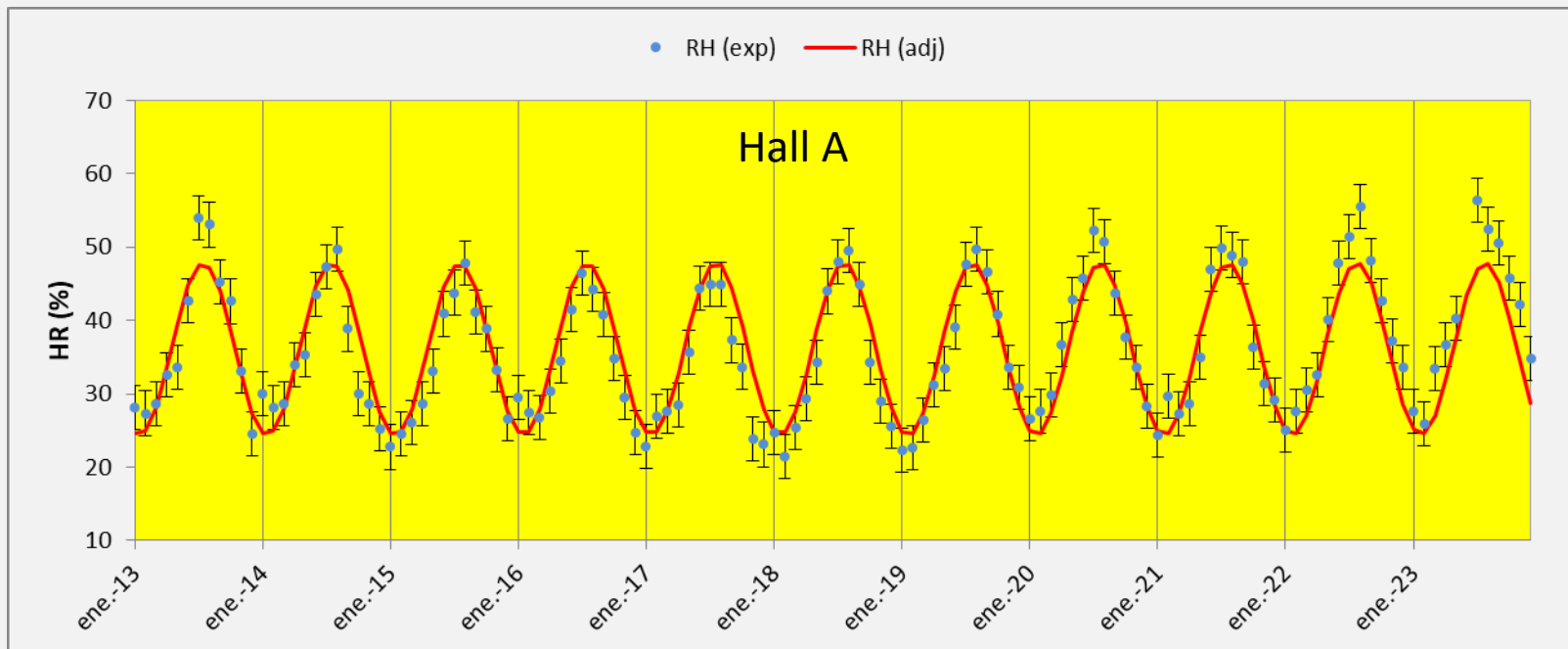
$$Y = A + B \cos \left( \frac{2\pi}{T} (t - t_M) \right)$$

A= Promedio anual

B= Amplitud de modulación

T= Periodo

$t_M$ = Tiempo del primer máximo



Salas	A (%)	B(%)	T (días)	$t_M$ (días)
Hall A	36.11±0.36	11.73±0.50	366.1±0.8	209.3±4.7
Hall B	39.59±0.41	11.70±0.57	365.9±0.9	211.4±5.3
Hall C	39.58±0.47	12.80±0.66	365.9±1.1	211.7±5.6



# LSC: Periodicidad temporal $^{222}\text{Rn}$

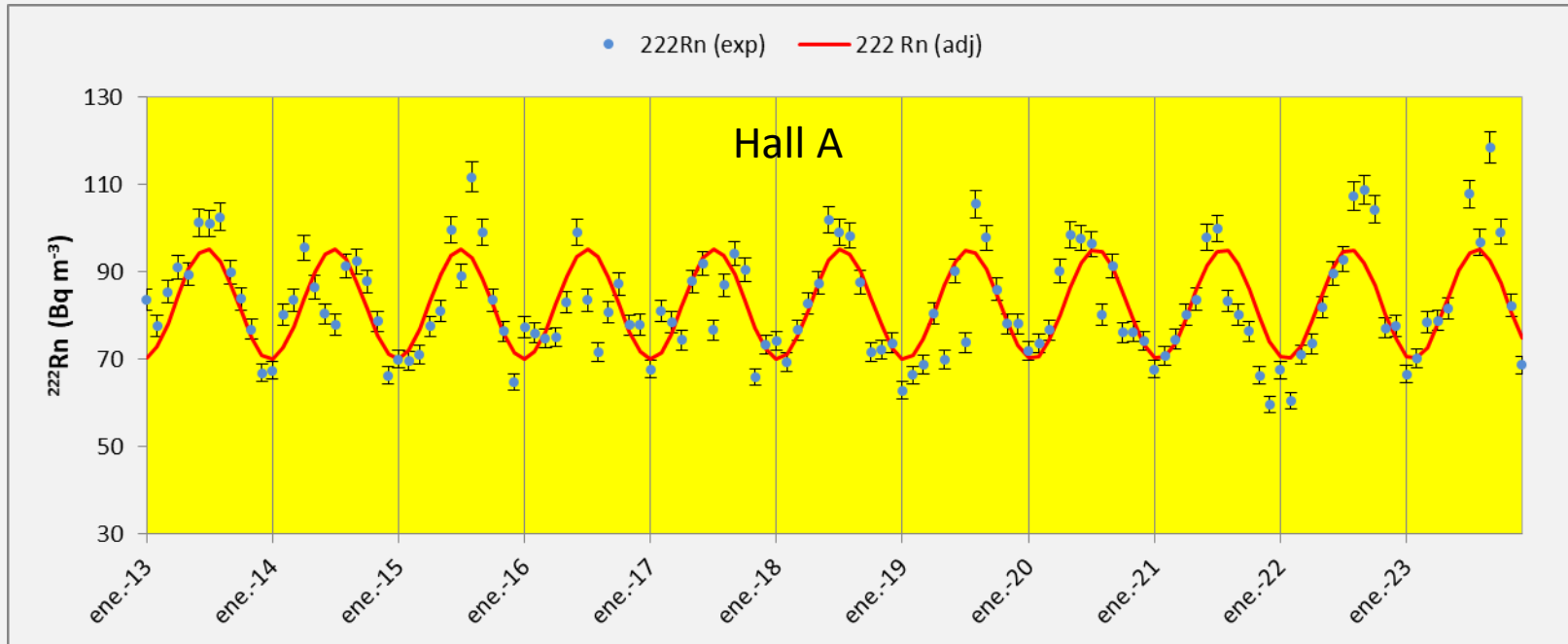
$$Y = A + B \cos\left(\frac{2\pi}{T}(t - t_M)\right)$$

A= Promedio anual

B= Amplitud de modulación

T= Periodo


$t_M$ = Tiempo del primer máximo



Salas	A (Bq m <sup>-3</sup> )	B(Bq m <sup>-3</sup> )	T (días)	$t_M$ (días)
Hall A	82.63±0.79	12.6±1.1	368.4±1.6	187.9±9.7
Hall B	86.66±0.79	12.1±1.1	367.9±1.7	192±10
Hall C	84.47±0.79	10.0±1.1	368.3±2.1	187±11



# Long term measurement of the $^{222}\text{Rn}$ concentration in the Canfranc Underground Laboratory

J. Amaré<sup>1,2</sup>, I. Bandac<sup>2</sup>, A. Blancas<sup>1</sup>, S. Borjabad<sup>2</sup>, S. Buisán<sup>3</sup>, S. Cebrián<sup>1,2,5</sup>, D. Cintas<sup>1,2</sup>, I. Coarasa<sup>1,2</sup>, E. García<sup>1,2,5</sup>, M. Martínez<sup>1,2,4</sup>, R. Núñez-Lagos<sup>5</sup>, M. A. Oliván<sup>1</sup>, Y. Ortigoza<sup>5,6</sup>, A. Ortiz de Solórzano<sup>1,2,5</sup>, C. Pérez<sup>1,2,5</sup>, J. Puimedón<sup>1,2,5,a</sup> , S. Rodríguez<sup>5</sup>, A. Salinas<sup>1,2</sup>, M. L. Sarsa<sup>1,2</sup>, P. Villar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Astropartículas y Física de Altas Energías (CAPA), Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain

<sup>2</sup> Laboratorio Subterráneo de Canfranc, Paseo de los Ayerbe s/n, 22880 Canfranc Estación, Huesca, Spain

<sup>3</sup> AEMET, Delegación Territorial de AEMET en Aragón, Paseo del Canal 17, 50007 Zaragoza, Spain

<sup>4</sup> Fundación ARAID, Avenida de Ranillas 1D, 50018 Zaragoza, Spain

<sup>5</sup> Laboratorio de Bajas Actividades (LABAC), Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain

<sup>6</sup> EUPLA, Calle Mayor 5, 50100 Zaragoza, La Almunia de Doña Godina, Spain

Received: 30 March 2022 / Accepted: 27 September 2022

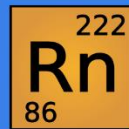
© The Author(s) 2022

# Conclusiones

- ✓ La concentración promedio mensual de  $^{222}\text{Rn}$  en aire es inferior al máximo permitido en los lugares de trabajo ( $300 \text{ Bq m}^{-3}$ ) según la legislación española.
- ✓ La concentración promedio mensual de  $^{222}\text{Rn}$  en aire es esencialmente similar en las tres salas del laboratorio subterráneo.
- ✓ Existe una alta correlación entre la concentración promedio mensual de  $^{222}\text{Rn}$  en aire y la humedad relativa en las tres salas del laboratorio subterráneo. No existe correlación con la presión y la temperatura.
- ✓ En las tres salas se observa una periodicidad anual y sinusoidal de los valores de la concentración promedio mensual de la humedad relativa y del  $^{222}\text{Rn}$  en aire.
- ✓ La amplitud de la modulación anual de la concentración de  $^{222}\text{Rn}$  es  $\lesssim 15\%$  del promedio anual.

MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN

Laboratorio  
Subterráneo  
Canfranc



11.11.2024 - 13.11.2024  
Laboratorio Subterráneo de Canfranc



# Workshop I+D+i en Radón



Laboratorio  
Subterráneo  
Canfranc