



## Resultados del Proyecto RADosis: Actualización de la Cámara de Radón de la Universidad Politècnica de Catalunya para la Medición de Progenie de Radón y Aerosoles.

*C. Grossi, V. Moreno, Ll. Font and A. Vargas*



# Contenidos

- Estado del Arte
- RADosis: Objetivos principales
- Objetivo IV: Adaptación de la cámara de radón del INTE-UPC
- Objetivo V: Intercomparación en la cámara de radón del INTE-UPC
- Conclusiones y mensajes claves

"Aunque la protección contra el radón se basa principalmente en la medición y control de los niveles de exposición, en ciertas situaciones se requieren estimaciones de dosis para los trabajadores." (ICRP Publication 137 Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3).

**Dosis Efectiva (mSv):** 
$$E = EEC_u \cdot t \cdot DC_u + EEC_n \cdot t \cdot DC_n + EEC_a \cdot t \cdot DC_a = (f_u \cdot DC_u + f_n \cdot DC_n + f_a \cdot DC_a) \cdot F \cdot C_{Rn} \cdot t$$

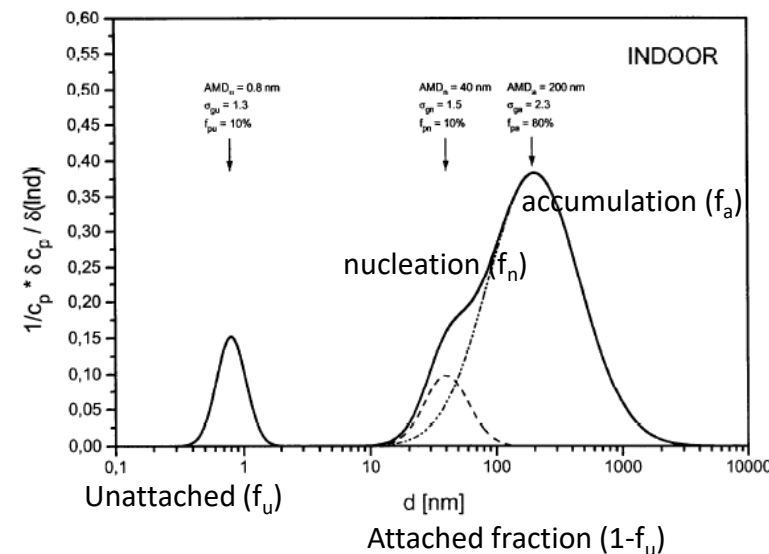
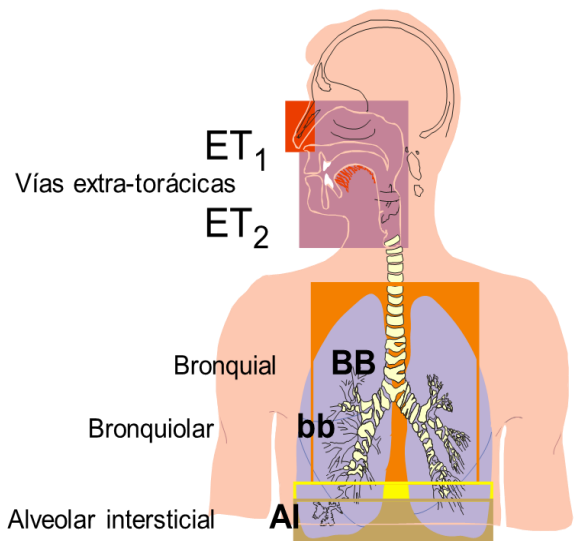
$EEC_i$  = Concentración Equivalente de Equilibrio para cada modo de los productos de desintegración del radón ( $Bq/m^3$ )  
 $t$  = Tiempo de exposición en interiores  
 $DC_i$  = Factor de conversión de dosis por exposición a los diferentes modos y respiración

$f_i$  Ratio de la progenie por cada modo ( $EEC_i/ECC$ )  
 $F$  Factor de equilibrio entre la concentración total de productos de desintegración y el radón  $EEC/C_{Rn}$

Unidades: 1 WL = 3750 Bq/m<sup>3</sup> de ECC; 1 M = 170 h; → 1 WLM = 6.37 10<sup>5</sup> Bq m<sup>-3</sup> h de ECC

**Pregunta**

¿Podemos usar siempre los parámetros tabulados de la ICRP 137 para calcular la dosis debida a la inhalación de los productos de desintegración del radón, o deberíamos realizar mediciones ad hoc para algunos tipos de lugares? (Presentación de A. Vargas)



# Estado del Arte: Cámara de radón del INTE-UPC



Características generales de la cámara de radón del INTE:  
 Tamaño: 2.91 x 2.91 x 2.30 m<sup>3</sup>  
 Material de construcción: Láminas de acero soldadas de 2 mm de grosor  
 Exhalación de radón: 0 - 256 Bq mín<sup>-1</sup> (fuente de <sup>226</sup>Ra de 2101 kBq)  
 Tasa de renovación del aire para el control del radón: 0.5 - 2 h<sup>-1</sup>  
 Temperatura: (5 - 50) °C ± 1 °C  
 Humedad relativa: (20 - 95) % ± 2 %  
 Concentración de radón: 0.2 - 40 kBq m<sup>3</sup>

El equipo de referencia de medida de la concentración de radón es un monitor Atmos (Radonova). **La trazabilidad de la magnitud medida está referida al Swedish Radiation Safety Authority** una incertidumbre expandida (k=2) del 6.7 %.

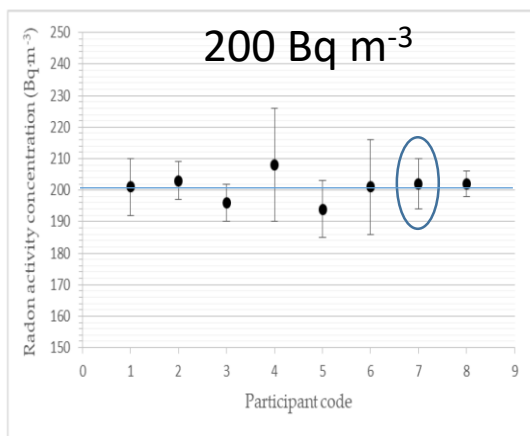


Figure 2. Participants' devices results for the level of 200 Bq·m<sup>-3</sup>.

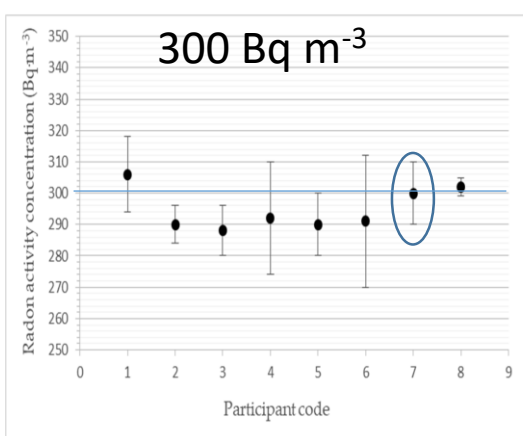
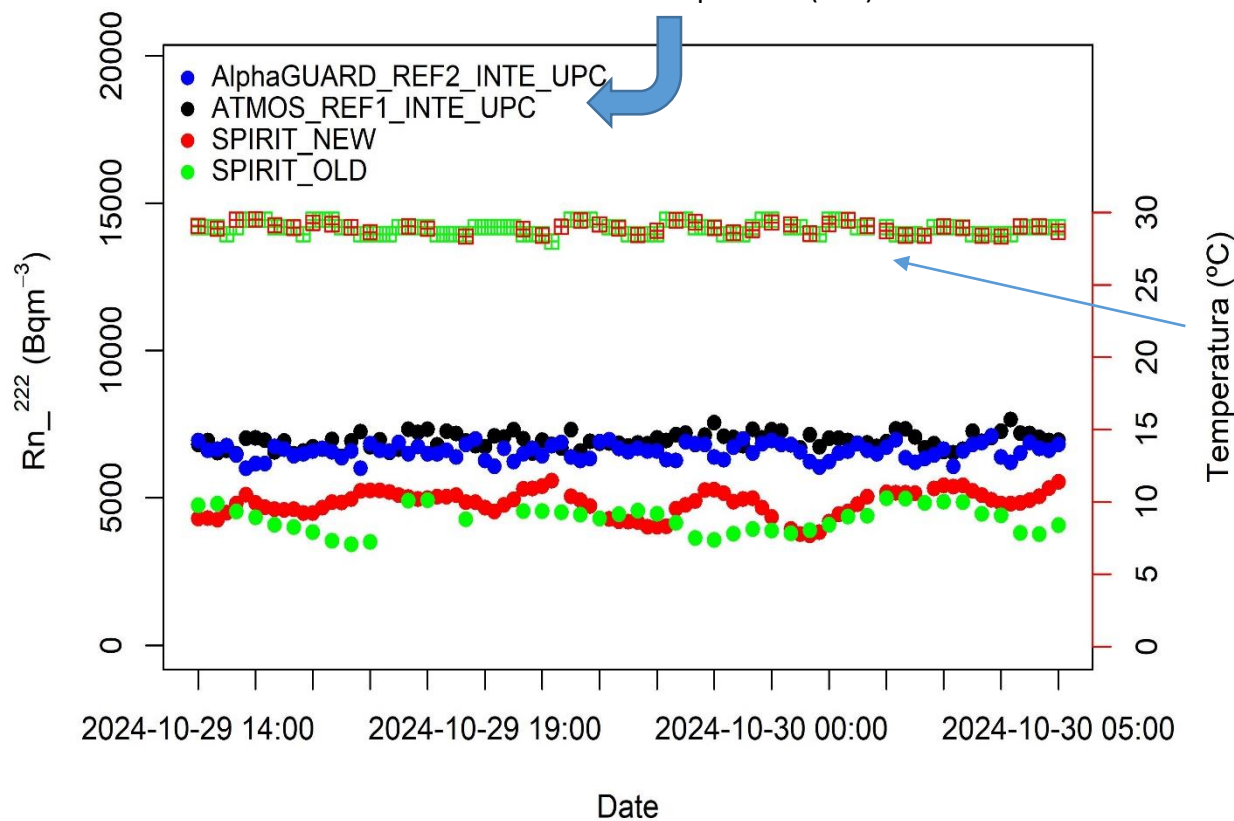


Figure 3. Participants' results for a level of 300 Bq·m<sup>-3</sup>.



## Proyecto financiado por la Autoridad Reguladora Española (Consejo de Seguridad Nuclear - CSN)

**Título:** Aplicación de la ICRP 137 Parte 3 para evaluar las dosis causadas por la inhalación de productos de desintegración del radón en lugares de trabajo en condiciones extremas

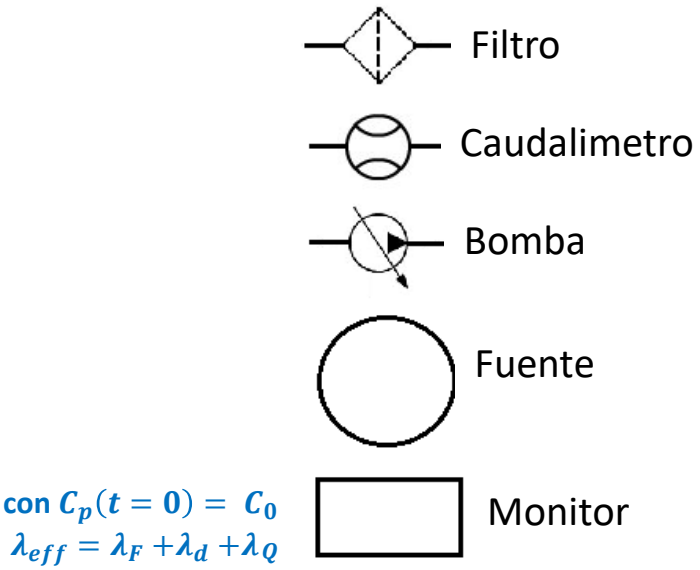
**Coordinadores:** Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)

**Período:** del 22 de diciembre de 2021 al 21 de junio de 2025

El objetivo del proyecto RADosis es **desarrollar y validar una metodología para el uso óptimo de los coeficientes de conversión especificados en la ICRP 137**, que permita su aplicación por parte de entidades que realicen estudios dosimétricos en los lugares de trabajo, así como una revisión de la Guía 11.4 del CSN en España. Estos objetivos generales se concretan de la siguiente manera:

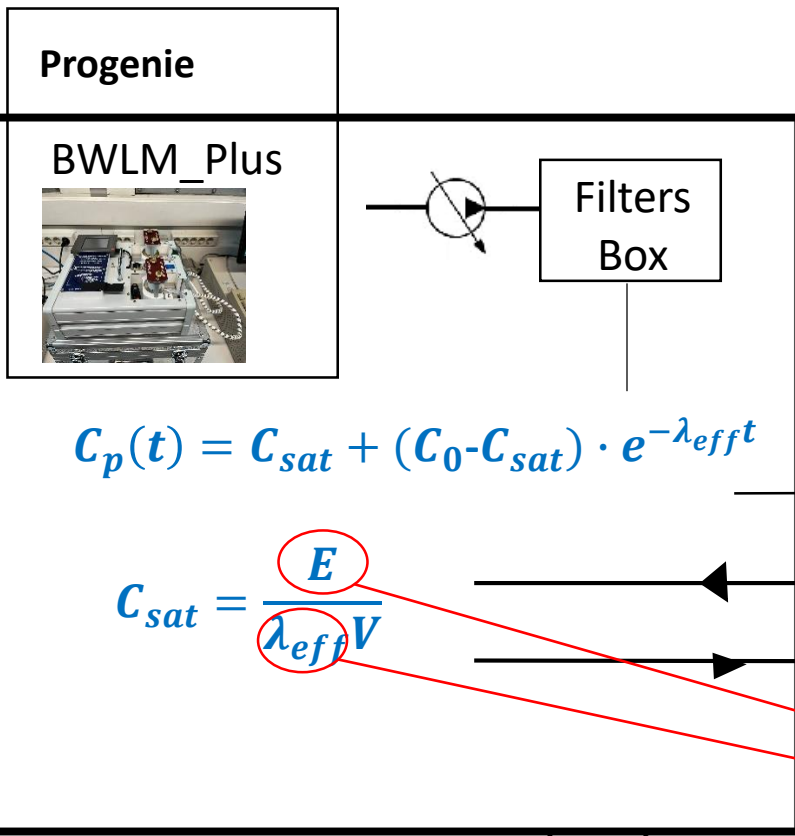
- i. Análisis del enfoque sistemático desarrollado en ICRP 137 para cálculos dosimétricos en lugares de trabajo y revisión de la literatura (A. Vargas).
- ii. Desarrollo de una metodología para la estimación de dosis basada en variables medidas en el lugar de trabajo (A. Vargas).
- iii. Identificación de lugares de trabajo para realizar estudios piloto de estimación dosimétrica según la metodología desarrollada en el objetivo 2.
- iv. Adaptación de la cámara de radón del Instituto de Técnicas Energéticas (INTE) de la UPC para medidas de factor de equilibrio, fracción libre, concentración de partículas en aire y espectro dimensional.
- v. Realización de una intercomparación en la cámara de radón del INTE-UPC utilizando equipos para medir la progenie de radón, el factor de equilibrio, la fracción libre y la concentración de partículas.
- vi. Mediciones en lugares de trabajo seleccionados. Determinación de factores de conversión a dosis y comparación con los especificados en ICRP 137 (V. Moreno).
- vii. Aplicación del modelo dinámico de concentraciones de radón y descendientes en espacios interiores (Ll. Font).
- viii. Análisis de los resultados de dosis de los puntos 6 y 7 para definir procedimientos de cálculo dosimétrico en los lugares de trabajo por inhalación de gas radón.

# Objetivo IV: Adaptación de la cámara de radón del INTE-UPC



Aerosol capturado en los filtros ( $\lambda_F$ )  
 Aerosol depositado en la superficie de la cámara ( $\lambda_d$ )  
 Aerosol perdido por dilución ( $\lambda_Q = Q/V$ )  
 $V = 21 \text{ m}^3$

Medida del tamaño de las partículas (NanoScan SMPS Nanoparticle Sizer 3910)



$$C_p(t) = C_{sat} + (C_0 - C_{sat}) \cdot e^{-\lambda_{eff}t}$$

$$C_{sat} = \frac{E}{\lambda_{eff}V}$$

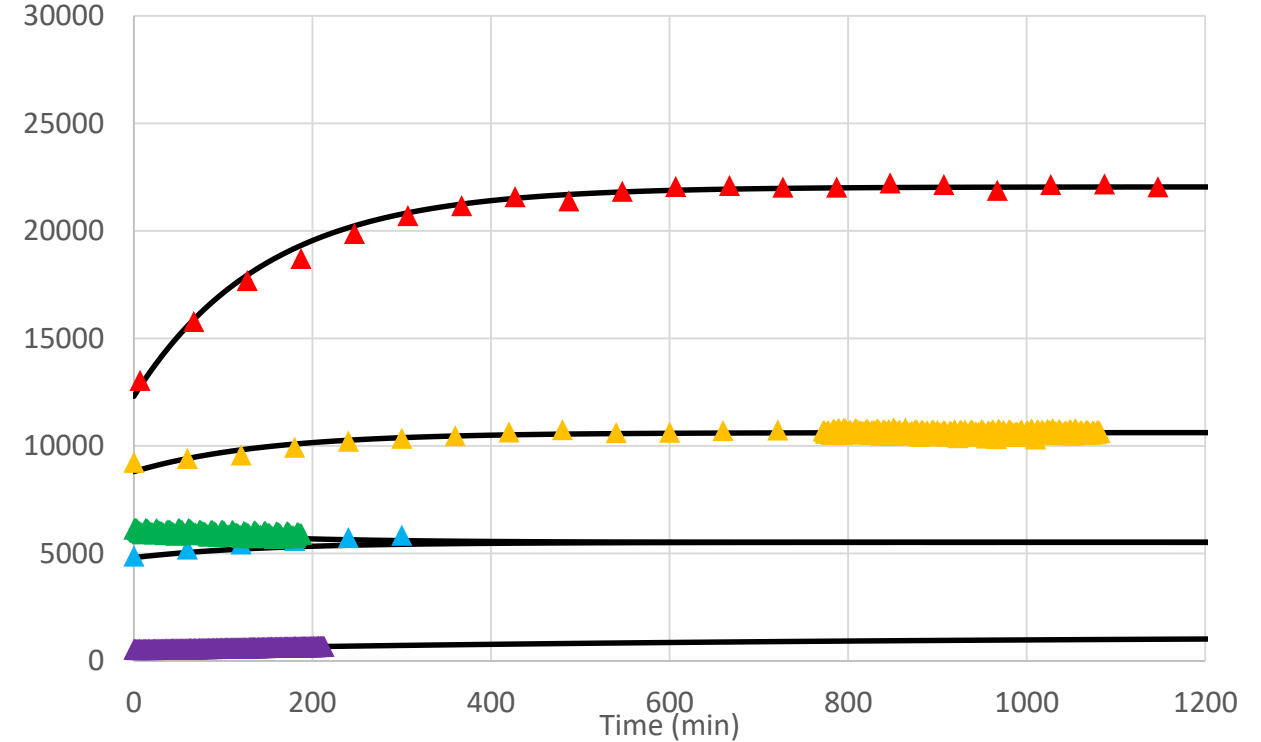
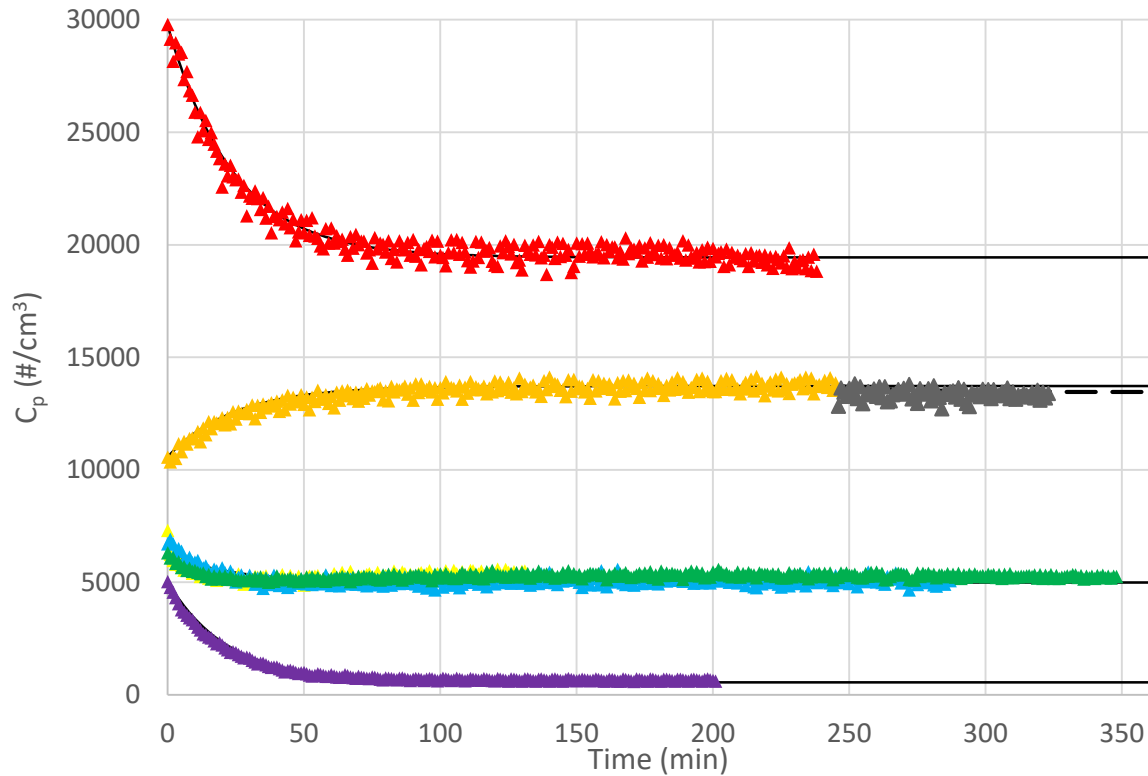
Caracterización y control



Medida de la concentración de aerosol (Condensation Particle Counters – TSI)

Con Filtros de partículas  $\lambda_{eff} = 0.46 \text{ min}^{-1}$

Sin Filtros  $\lambda_{eff} = 0.06 \text{ min}^{-1}$

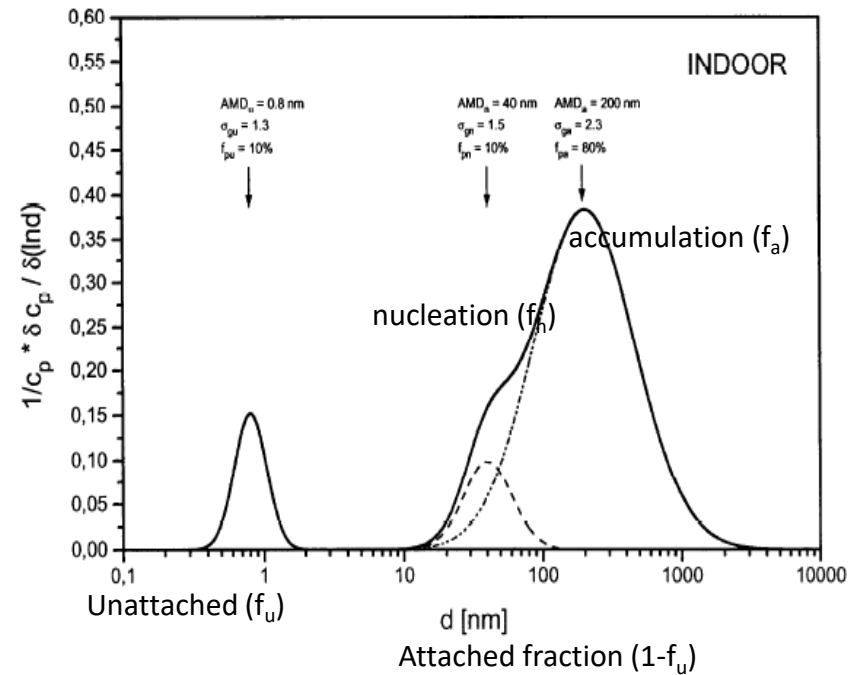
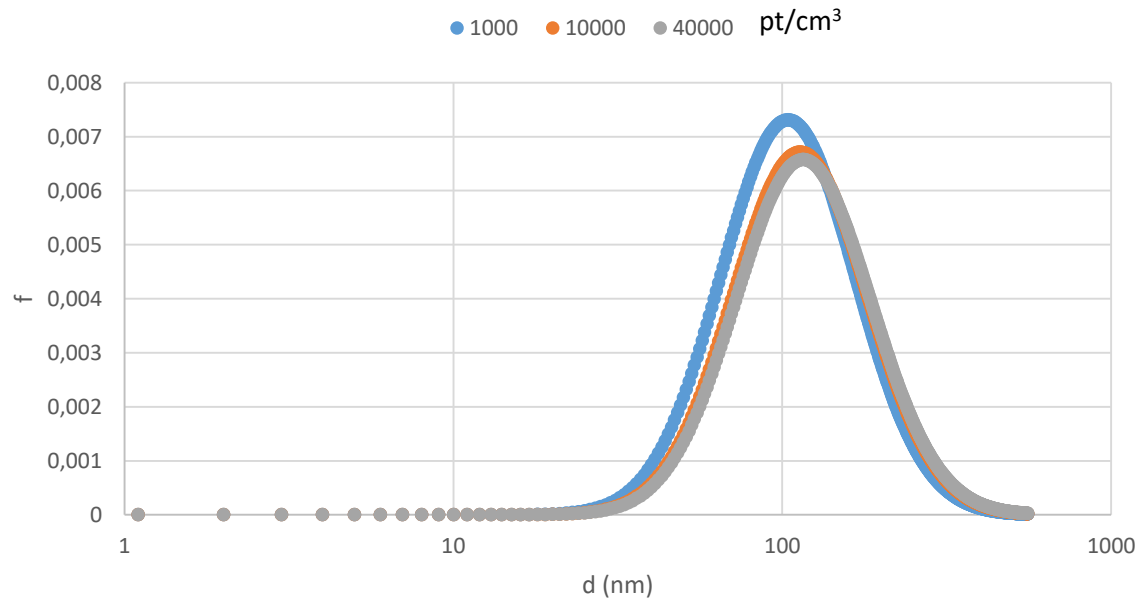


Concentración experimental (triángulos de colores) y teórica (líneas negras) de las partículas de aerosoles en la cámara del INTE-UPC.

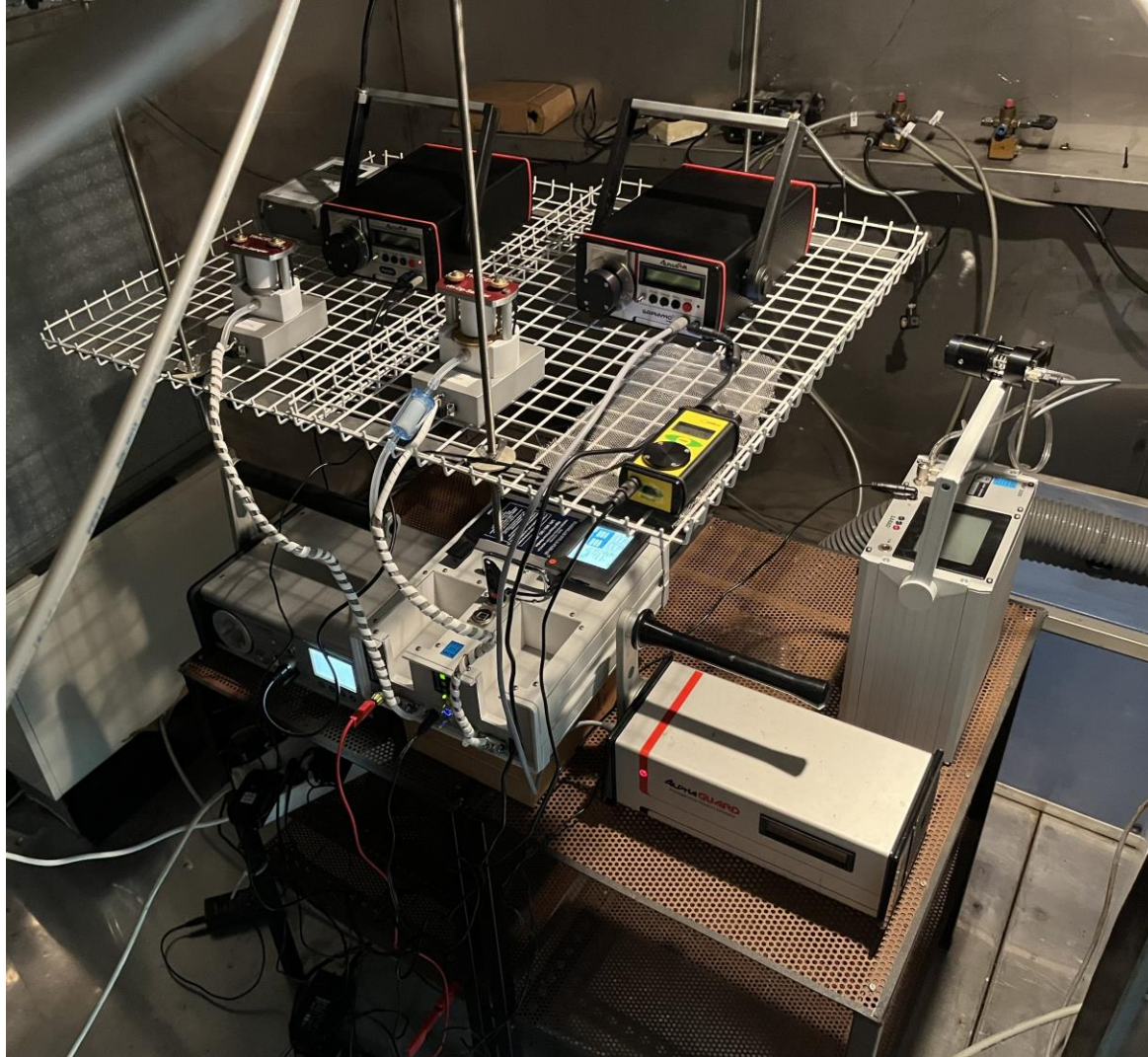
**Valores de estabilidad alcanzados con una variación sobre la media menor del 1%.**



Distribución del tamaño de los aerosoles en la cámara del INTE-UPC a diferentes concentraciones  
Distribuciones de tamaño hasta 10 nanómetros





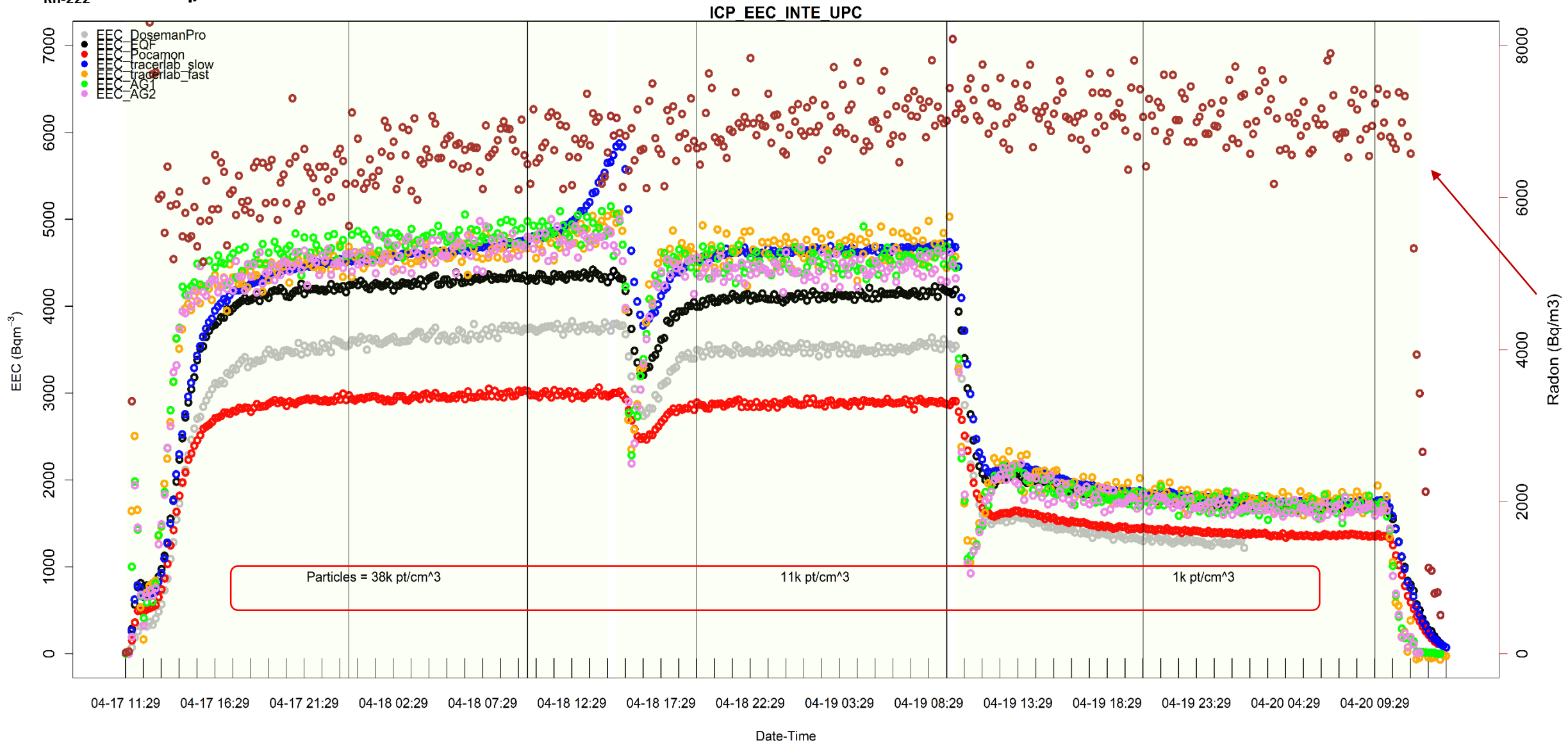


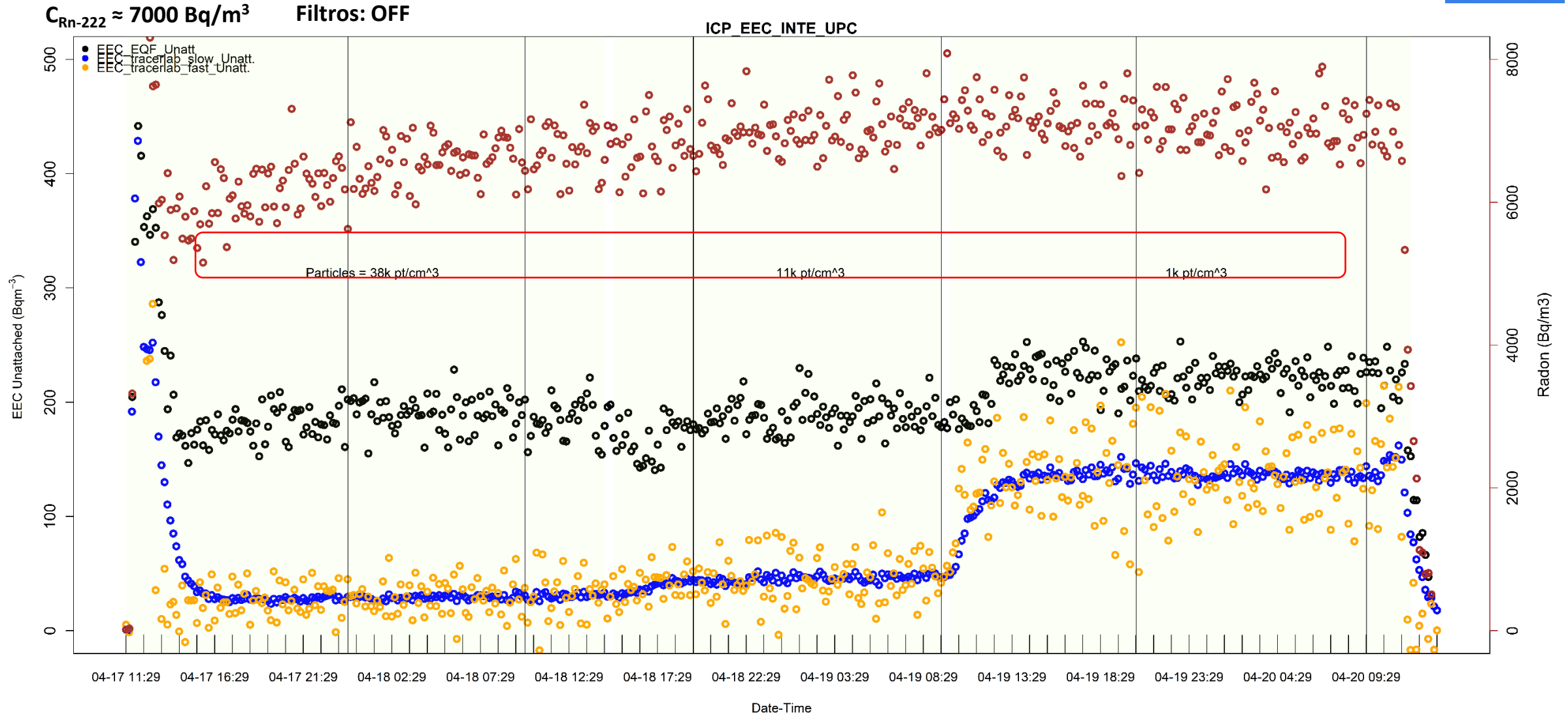
### Participantes:

- **Radón**
  - ATMOS,
  - 3xAG
  - EQF3220
- **EEC**
  - 2xAlphaPM
  - poCAMon
  - EQF3220
  - BWLMplus-tracerlab
  - DosemanPro
- **No adherida EEC**
  - EQF3220,
  - BWLMplus-tracerlab
- **Progenie radón:**
  - BWLMplus-tracerlab



$C_{Rn-222} \approx 7000 \text{ Bq/m}^3$  Filtros: OFF

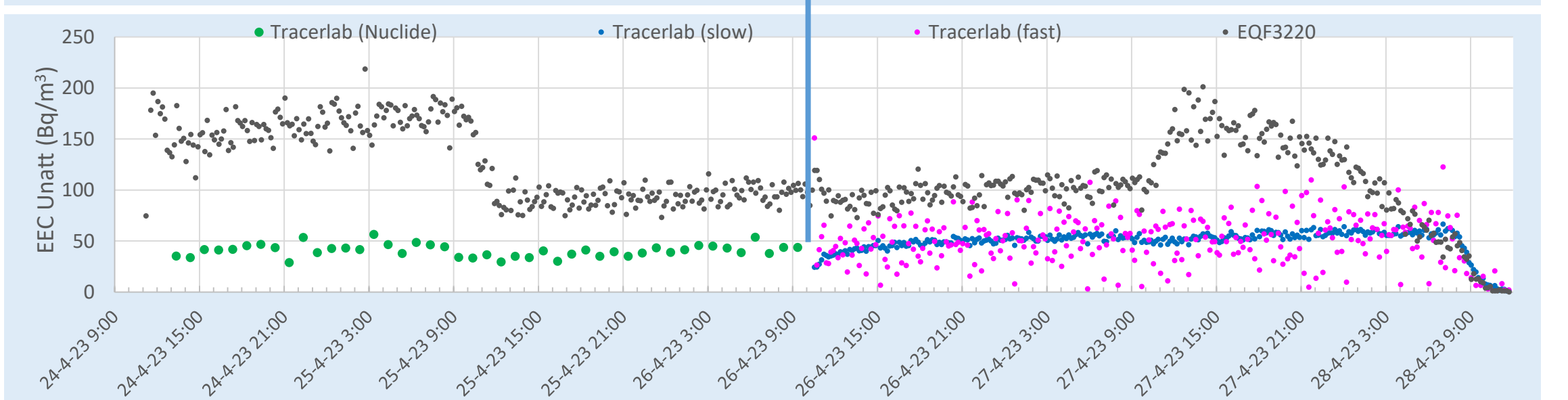
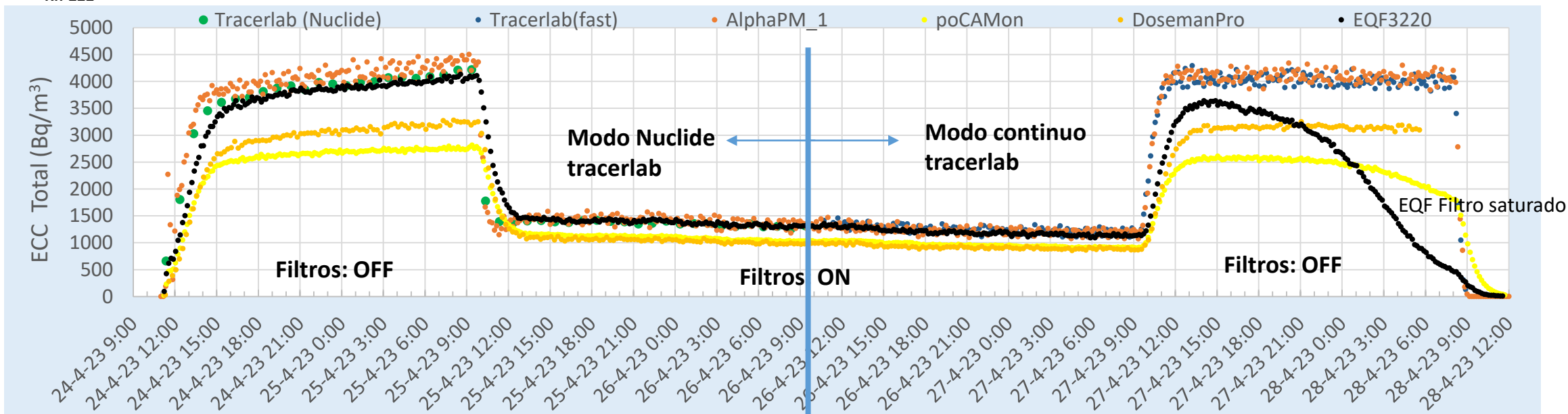




# Objetivo V: Intercomparación en la cámara de radón del INTE-UCP

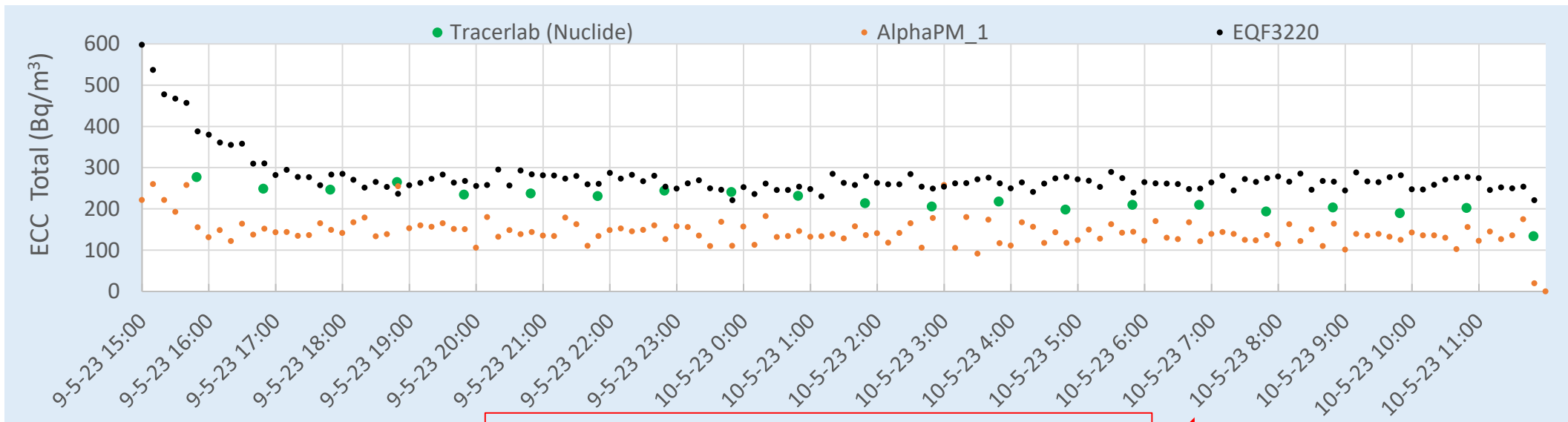


$C_{Rn-222} \approx 7000 \text{ Bq/m}^3$      $Z \approx 11000 \text{ pt/cm}^3$

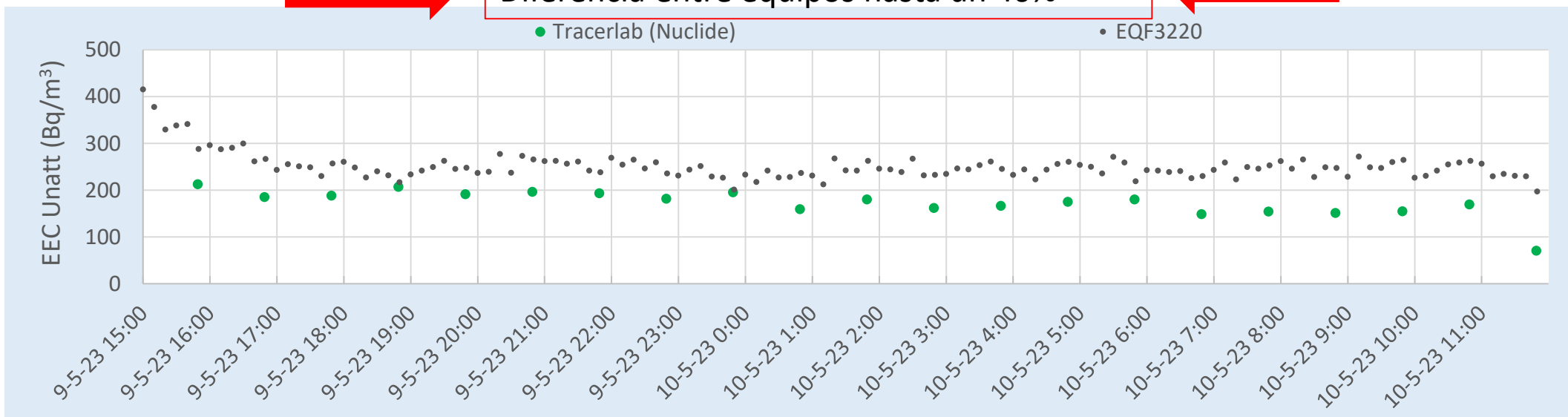


# Objetivo V: Intercomparación en la cámara de radón del INTE-UPC

$C_{Rn-222} \approx 7000 \text{ Bq/m}^3$      $Z \approx 40 \text{ \#/cm}^3$     Filtros: ON



Diferencia entre equipos hasta un 40%





- Falta una cadena de metrología para la medida de la fracción no adherida de la progenie del radón
- Gracias al proyecto RADosis del CSN se dispone en España por primera vez una cámara, modelo walking-in, que permite calibraciones monitores de EEC Total y llevar a cabo intercomparaciones de monitores para la medida de la EEC Total y no adherida de la progenie de radón en condiciones climáticas, de aerosoles y de radón diferentes y estables.
- Algunos monitores comerciales subestiman la concentración de EEC total probablemente debido a la saturación de sus filtros.



*Gracias*