

Metodología para la caracterización y **calibración** de los sistemas de **dosimetría** individual en términos $H_p(3)$

PROYECTO CALIDOSIS

Mercè Ginjaume, Anna Camp, Arlene Cortés, Maria Amor Duch
Institut de Tècniques Energètiques - Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Susana Pereira, M^a Dolores Rueda, Isabel Villanueva
Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

**SUBVENCIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES
DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO -Año 2022**



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Institut de Tècniques Energètiques

ÍNDICE



1. Objetivos
2. Contexto y lecciones aprendidas de estudios previos
3. Encuestas
 - 3.1 Encuestas SDPE
 - 3.2 Encuestas centros hospitalarios
 - 3.3 Encuestas UTPR
4. Estudio piloto sobre la respuesta dosimétrica de un conjunto de dosímetros de cristalino
 - 4.1 Características de los ensayos
 - 4.2 Análisis preliminar de resultados
5. Cronograma actualizado de actividades
6. Conclusiones

1. OBJETIVOS

Estudiar las implicaciones prácticas que se derivan del nuevo límite de dosis equivalente para el cristalino de los trabajadores expuestos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el funcionamiento de los sistemas de dosimetría de cristalino disponibles en España.
2. Elaborar una propuesta de metodología de calibración para dosímetros personales de cristalino, en términos de $H_p(3)$.
3. Elaborar un protocolo para la caracterización de dosímetros personales de cristalino.

2. CONTEXTO: NORMATIVA

- **Real Decreto 1029/2022**: aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSRI). Transposición parcial de la Directiva 2013/59/Euratom del Consejo.
- **Nuevo límite de dosis equivalente en el cristalino para los trabajadores expuestos**: 100 mSv a lo largo de cinco años oficiales consecutivos, y una dosis máxima de 50 mSv en un único año oficial.
- **Transitoria segunda**: Aplicación del nuevo límite a partir del 22 de junio de 2024.
- Actualmente **no hay ningún SDPE autorizado por el Consejo de Seguridad Nuclear para la determinación de la dosis en cristalino**.

2. CONTEXTO: LECCIONES APRENDIDAS – ESTUDIOS RECIENTES

Desde 2013 se han realizado estudios para analizar las implicaciones prácticas del nuevo límite de dosis en el cristalino.

UPC y el Hospital Clínico San Carlos de Madrid en colaboración con el CSN. *Proyecto de I+D+i Estimaciones de dosis ocupacionales en cristalino en instalaciones sanitarias y de investigación (EDOCI). Propuestas de vigilancia radiológica individual. Colección Documentos I+D del Consejo de Seguridad Nuclear 29.2023.*

1. En la mayoría de puestos de trabajo, el nuevo límite de dosis equivalente en el cristalino, **no requiere control dosimétrico específico.**
2. Entre los profesionales que realizan **procedimientos guiados por fluoroscopia, en particular los médicos, es posible superar el nuevo límite de dosis equivalente.**
3. Se disponen de sistemas de protección personal que reducen las dosis del cristalino.

2. CONTEXTO: LECCIONES APRENDIDAS – ESTUDIOS RECIENTES

4. El dosímetro de cristalino debe situarse lo más cerca posible del ojo más expuesto, pero un dosímetro situado en otra posición (tórax o tiroides – encima de la protección) puede ofrecer una buena estimación.
5. El dosímetro corporal (oficial) situado debajo del delantal plomado no permite estimar la dosis en los órganos no protegidos. Es un buen indicador de la dosis efectiva pero no permite estimar la dosis en el cristalino.



Dosímetro corporal (DC)



Dosímetro de cristalino



Dosímetro de delantal

6. Se disponen de laboratorios para llevar a cabo la calibración de los dosímetros de cristalino y de servicios de dosimetría personal que podrían realizar una adecuada medida de la dosis en cristalino.

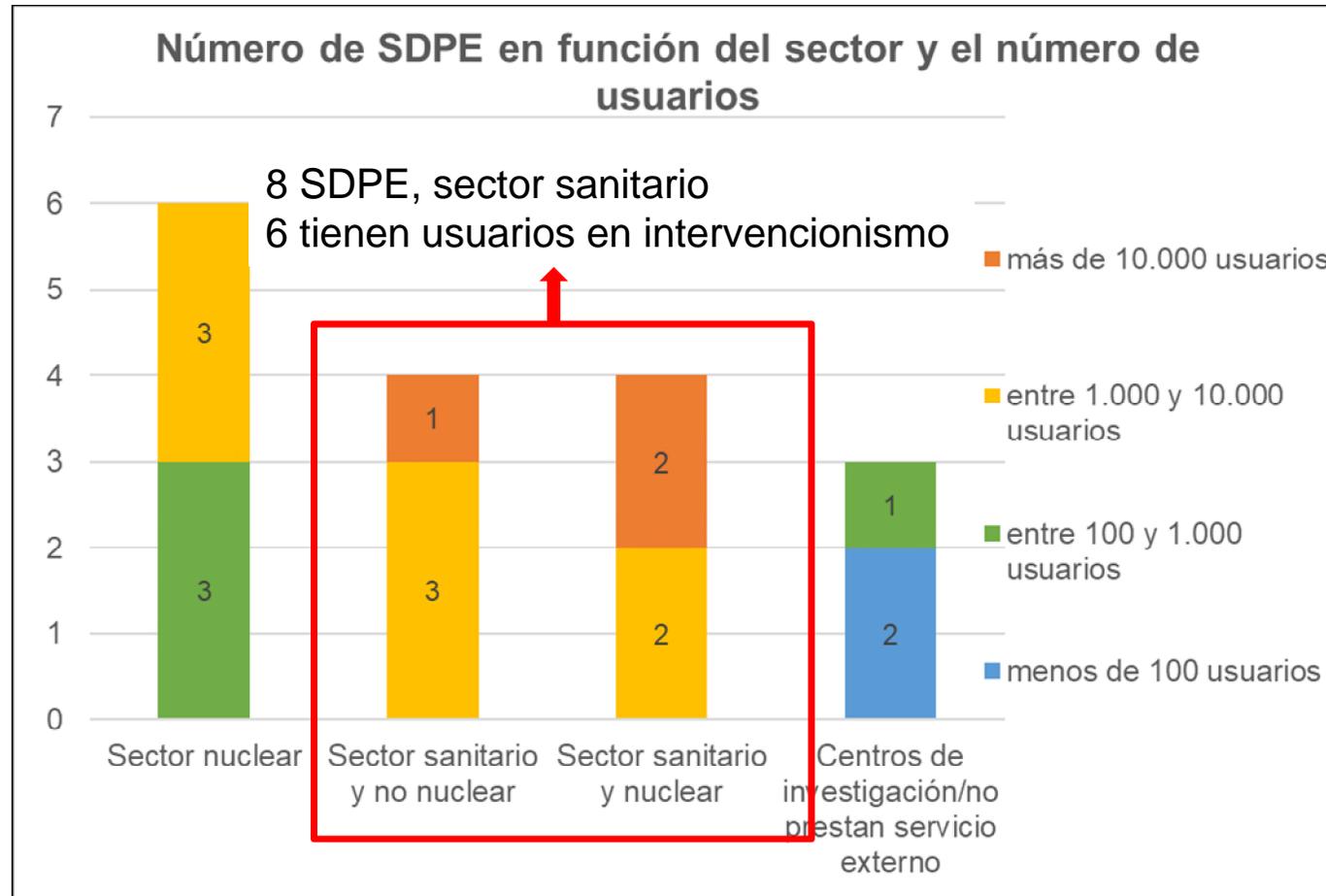
3. ELABORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENCUESTAS



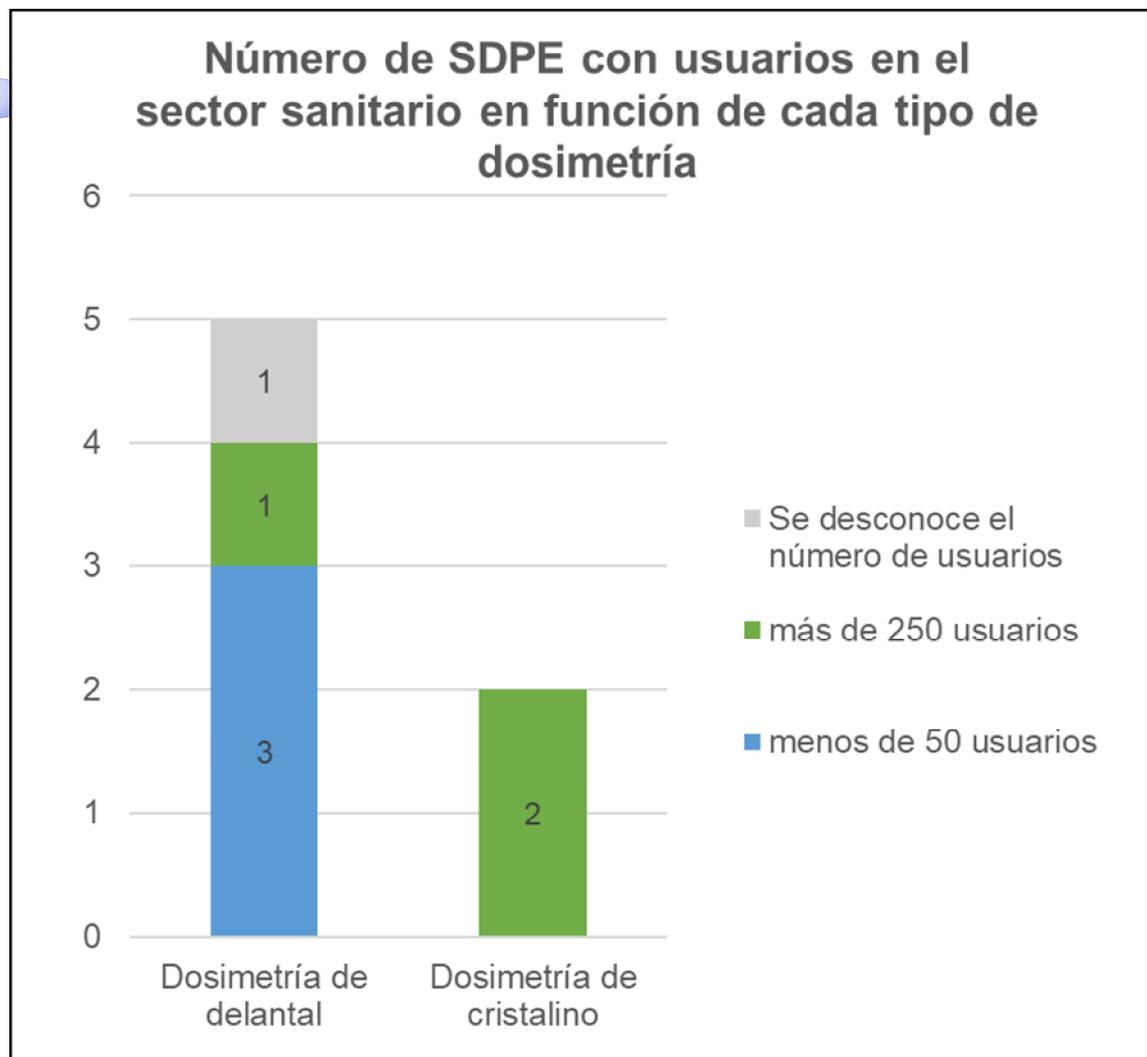
- **Tres encuestas dirigidas** a los servicios de dosimetría personal externa (**SDPE**), a los servicios de protección radiológica de los principales hospitales españoles (**SPR**) y a las unidades técnicas de protección radiológica (**UTPR**) - (24, 23 y 26 preguntas).
- **Los objetivos principales de las encuestas** eran
 - conocer el tipo de sistema dosimétrico de cristalino disponible o pendiente de desarrollar por parte de los SDPE,
 - conocer la planificación en relación al control dosimétrico de cristalino de los SPR y UTPR que gestionan la dosimetría personal de servicios de radiología intervencionista y/o de cardiología intervencionista.
- Las encuestas se prepararon **utilizando formularios de Google** pero también estaban disponibles en **formato pdf**. Las respuestas se han gestionado de manera anónima.

3.1 ENCUESTA A SDPE

- Encuesta enviada a los 21 SDPE autorizados por el CSN → respuesta de 17 SDPE (81 %)



3.1 ENCUESTA A SDPE



Actualmente, tanto la dosimetría de delantal como la de cristalino se gestiona como dosimetría operacional y no se registra en el Banco dosimétrico.

3.1 ENCUESTA A SDPE

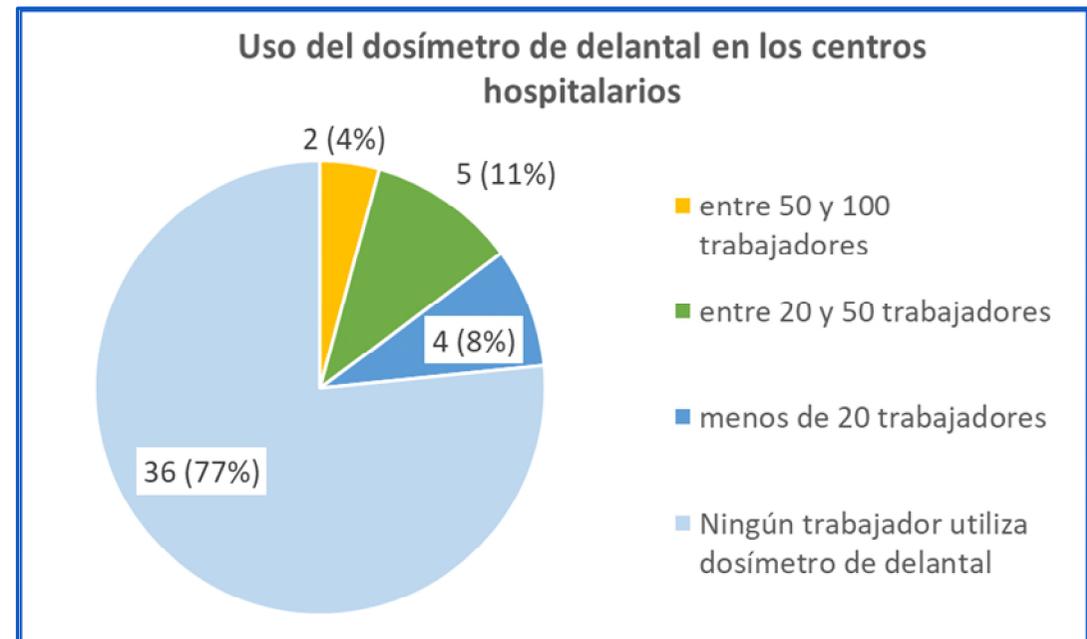
Dos de los servicios ofrecen dosimetría de cristalino (dosimetría operacional):

- | | | |
|---------------------|---|--|
| 2 servicios | } | <ul style="list-style-type: none"> – Más de 10.000 usuarios con dosímetro de cuerpo entero – Más de 250 usuarios con dosimetría de cristalino – Dosímetro de diseño propio calibrado en $H_p(3)$ – Diversas posibilidades de colocación: laterales gafas, frente, gorro, ... – Han participado en intercomparaciones |
| 1 servicio
(UPC) | } | <ul style="list-style-type: none"> – Prototipo calibrado en $H_p(3)$ – Disponible únicamente en el marco de proyectos de investigación, no como servicio de dosimetría – Han participado en intercomparaciones |

3.2 ENCUESTA A CENTROS SANITARIOS

- Encuesta a enviada a 101 centros → 47 respuestas de 16 comunidades autónomas.

- Un 91.5 % (43/47) disponen de servicios de radiología/cardiología intervencionista.
- La gran mayoría de centros sanitarios, 45 en total, tienen más de 100 trabajadores expuestos (dosímetro corporal).

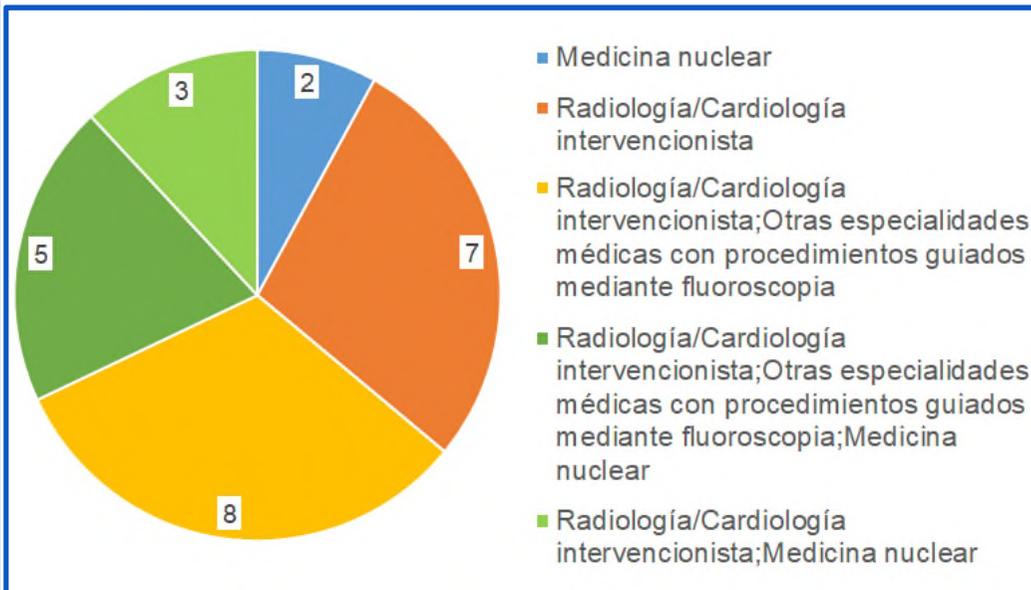


**23% con delantal
77% sin delantal**

3.2 ENCUESTA A CENTROS SANITARIOS

Estudios sobre niveles de dosis en el cristalino

Un 53 % (25/47) de los centros han realizado estudios de medida de dosis en cristalino. Excepto 2, el resto incluían profesionales de radiología intervencionista y cardiología intervencionista.



Pocos participantes:

<10 en 12; [10-20] en 8 y >20 en 5.

Duración (3 en curso):

< 3 meses en 9; [3-12] en 7 y > 1 año en 6.

88 % utilizaban entre otros sistemas dosimétricos un dosímetro próximo a la zona ocular.

Conclusiones:

52 % concluyen que algunos de sus trabajadores requieren dosimetría específica de cristalino.

8 % proponen estimar la dosis de cristalino a partir de la dosimetría de delantal.

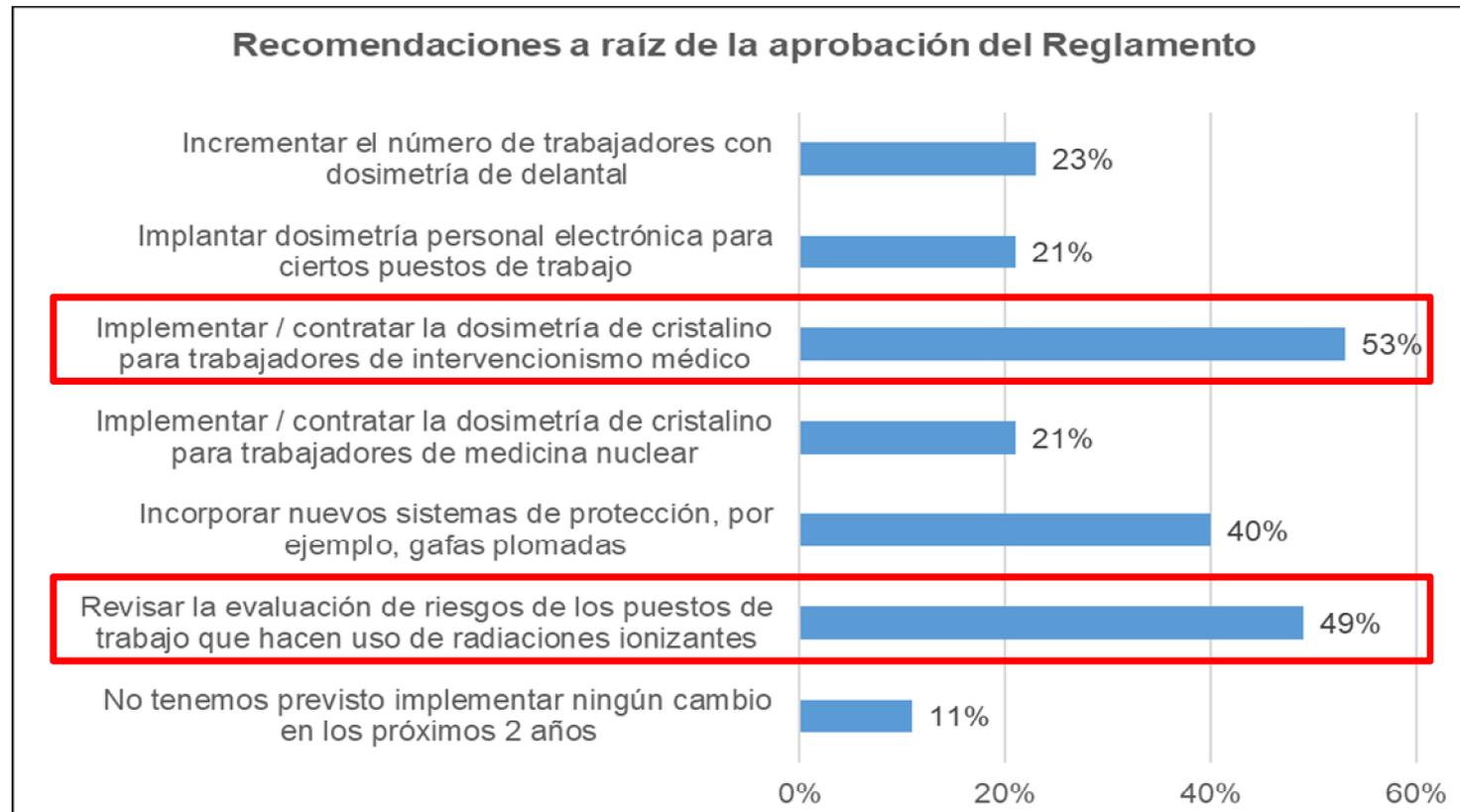
Recomendaciones según conclusiones estudios de dosimetría de cristalino



3.2 ENCUESTA A CENTROS SANITARIOS

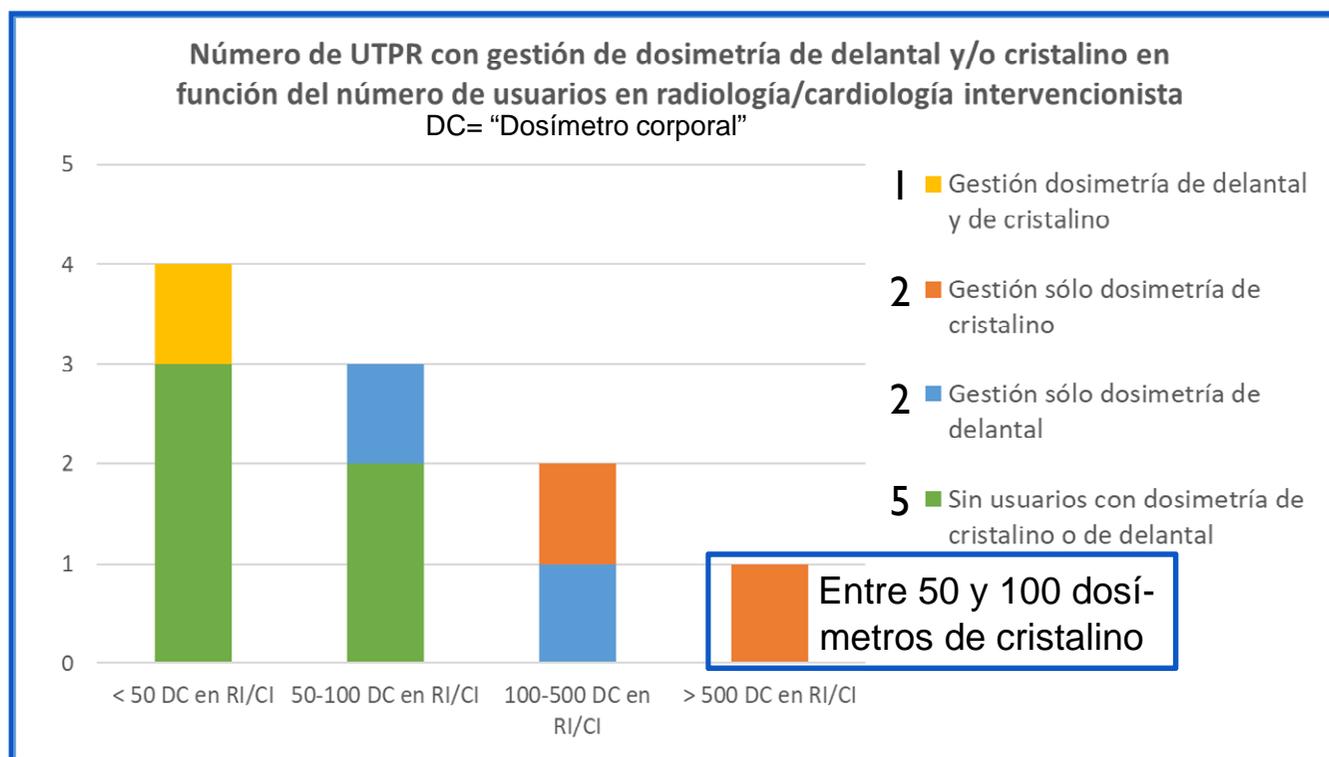


Acciones relacionadas con la dosimetría de cristalino



3.3 ENCUESTA A UTPR

- Encuesta a enviada a 26 UTPR → 14 respuestas (54%)a
 - 12 gestionan la dosimetría del personal; **10 tienen usuarios del ámbito del radiodiagnóstico.**



3 UTPR han realizado estudios de dosimetría de cristalino.
2 UTPR tienen un estudio en curso.

Conclusiones:

Similares a las obtenidas en los estudios de los centros sanitarios.

4/5 señalan la necesidad de incorporar el control dosimétrico del cristalino en algunos trabajadores.

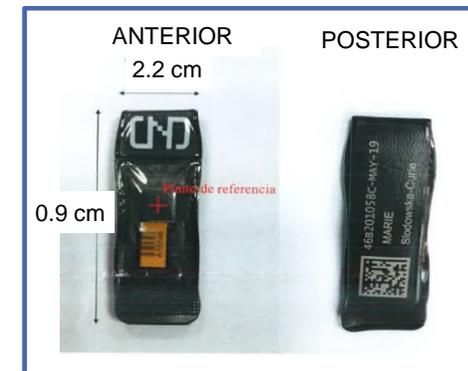
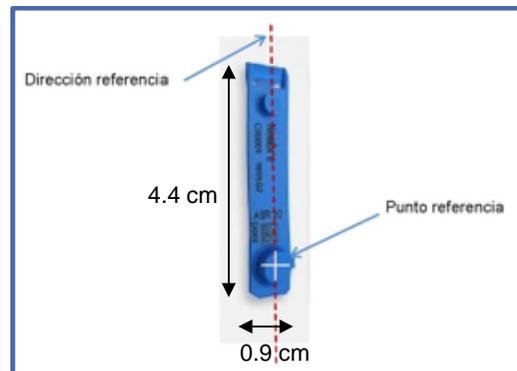
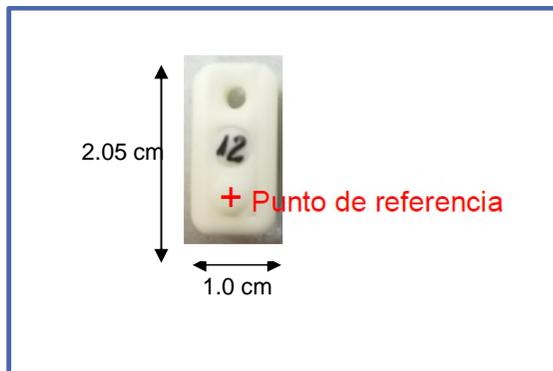
En general menos de 50 usuarios con dosímetros de cristalino y/o delantal

4. ESTUDIO PILOTO SOBRE LAS PRESTACIONES DE UN GRUPO DE DOSÍMETROS DE CRISTALINO, DE ACUERDO CON LA NORMA IEC 62387 (2020)

Objetivo:

Obtener información sobre las prestaciones de los sistemas dosimétricos de cristalino disponibles actualmente en España.

Centros participantes en el estudio

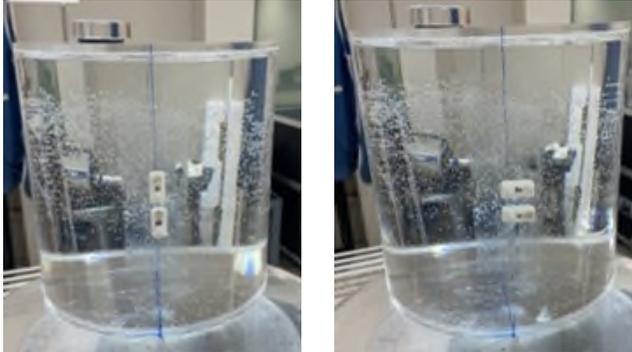


Protocolo operativo:

- Laboratorio de calibración y dosimetría de la UPC, acreditado por ENAC
- Magnitud operacional de interés
- Aspectos organizativos: número de dosímetros, calendario, procedimientos de envío
- Formato para el envío de resultados
- Criterios de evaluación

ESTUDIO PILOTO - PROYECTO CALIDOSIS (AÑO 2023)		
Nº DE ORDEN	IDENTIFICACIÓN DOSÍMETRO	Hp(3) mSv
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS



2 angulaciones por calidad

Dosímetros solicitados a cada centro	
Para irradiaciones	66
Como reserva	4
Para tránsito	6

Código	Calidad*	Ángulo (°)	Nº Dosímetros	H _p (3) (mSv)
Linealidad	S-Cs	0	4	0.18 – 0.28
	S-Cs	0	8*	1.8 – 2.7
	S-Cs	0	4	113 – 170
Respuesta energética	N-20	0	4	0.92 – 1.4
	N-40	0	4	1.2 – 1.8
	N-60	0	4	1.6 – 2.4
	N-80	0	4	1.2 – 1.7
	N-100	0	4	0.92 – 1.4
	N-200	0	4	1.0 – 1.5
	N-300	0	4	1.4 – 2.2
	RQR-6	0	4	5.6 – 8.4
	Respuesta angular	N-60	75	4
RQR-6		75	4	5.6 – 8.4
Respuesta a 90°	S-Cs	90	2	1.8 – 2.7
Radiación beta	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	0	4	1.0 – 1.6
	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	60	4	1.0 – 1.6

* Para este valor de dosis se estudia también el **coeficiente de variación** y la **respuesta energética** en la calidad del S-Cs.

4.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DE RESULTADOS

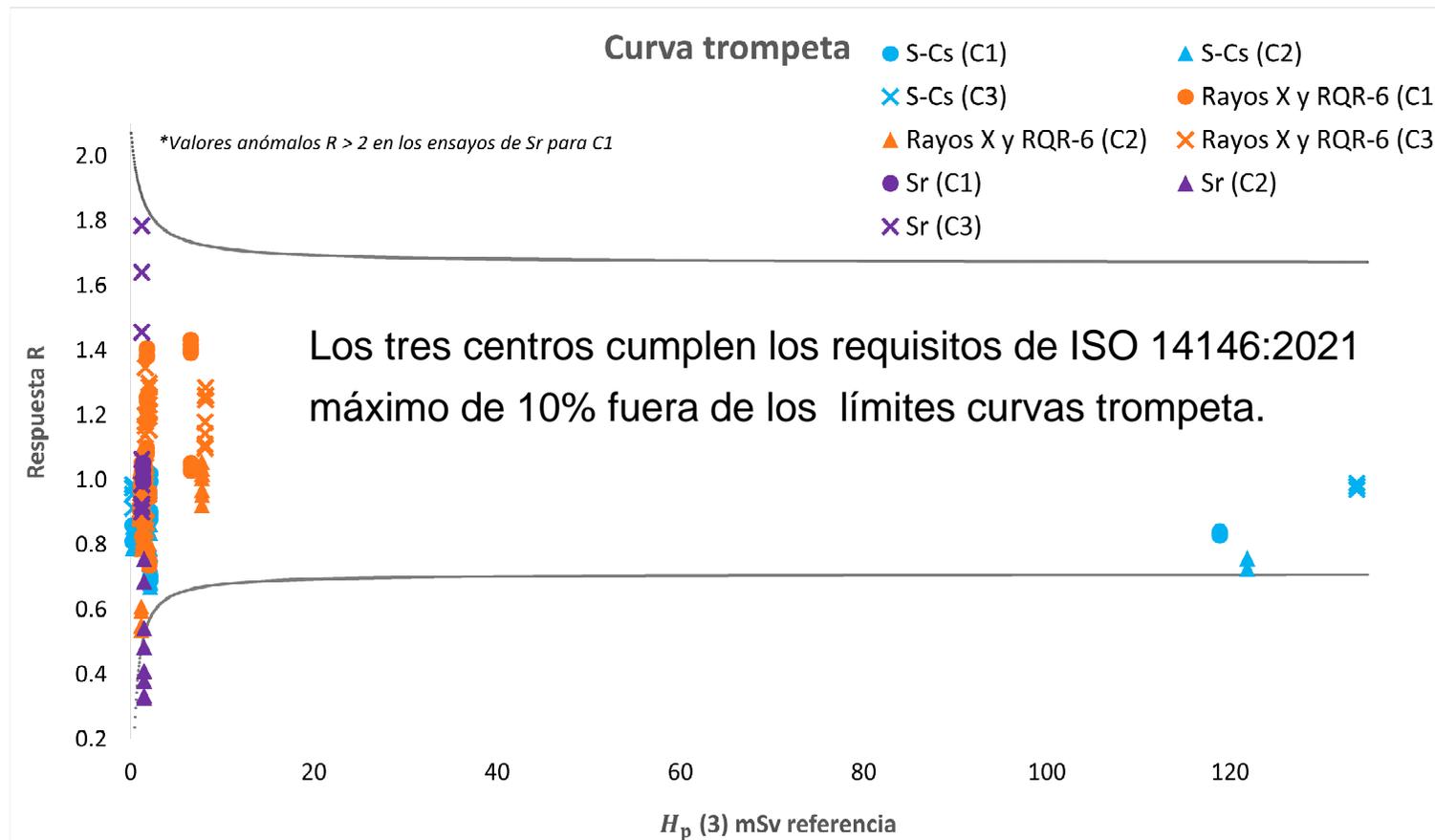


- Los participantes remitieron los resultados de sus medidas en diciembre de 2023.
- Los resultados están en proceso de análisis:
 - Conforme a los criterios estipulados en la norma IEC 62387 (2020):
 - ✓ Estudio del coeficiente de variación en la respuesta,
 - ✓ Estudio de la linealidad en la respuesta,
 - ✓ Respuesta energética para irradiación normal con haces de fotones de energía media entre 16 keV y 662 keV,
 - ✓ Respuesta angular para N60 (48 keV) y RQR6 (44 keV) a 75°,
 - ✓ Influencia de la respuesta cuando el dosímetro se encuentra a 90°,
 - ✓ Respuesta para radiación beta, irradiación normal y a 60° con una fuente de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$,
 - Adicionalmente, de acuerdo con los parámetros establecidos en la norma ISO 14146:2021 (curvas de trompeta).
 - De forma anónima.

4.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DE RESULTADOS



Representación de la respuesta dosimétrica de los dosímetros ensayados “Curvas trompeta”



Algún valor anómalo en las irradiaciones de Sr-90:

Centro 1:
Sobreestima Sr-90, 60°

Centro 2:
Subestima Sr-90, 0°

5. CRONOGRAMA ACTUALIZADO DE ACTIVIDADES



	Actividad/Tarea	Trimestre							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	Elaboración y envío de encuesta a los centros sanitarios	■	■						
1.2	Análisis de las respuestas y elaboración de informe		■	■					
2.1	Elaboración y envío de encuesta a los SDPE	■	■						
2.2	Análisis de las respuestas y elaboración de informe		■	■					
	Hito 1					H1			
3.1	Carta de invitación a los SDPE			■					
3.2	Programa preliminar de ensayos de caracterización		■	■					
3.2.1	Preparación y lectura de los dosímetros de cristalino de la UPC				■				
3.2.2	Gestión de los dosímetros: recepción, identificación y devolución				■		■		
3.2.3	Realización de los ensayos				■	■	■		
3.2.4	Análisis de las respuestas y elaboración de informe						■	■	
	Hito 2								H2
4	Protocolo de calibración de dosímetros de cristalino Hito 3							■	■
5	Protocolo de caracterización de dosímetros de cristalino en términos de $H_p(3)$ Hito 4							■	■
6	Informe final – Hito 5								■

ACTUAL



- Se ha presentado un trabajo para su publicación en Radioprotección en abril 2024.
- Las actividades 4, 5 y 6 se prevén para el segundo semestre de 2024 según cronograma.

6. CONCLUSIONES

Jornada de I+D+i - *Proyectos de Investigación en el CSN*
Madrid, 29 de febrero de 2024



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Institut de Tècniques Energètiques

1. El RPSRI y en particular el cambio del límite de dosis al cristalino introducido en la **nueva normativa es bien conocido** por parte de los SDPE, SPR y UTPR.
2. **Dos SDPE disponen de un sistema específico para la determinación del equivalente de dosis $H_p(3)$** y sus prestaciones se están evaluando en el estudio piloto. Ambos servicios tienen actualmente más de 250 usuarios de dosímetro de cristalino, a modo de dosimetría operacional. **Los resultados preliminares son positivos.**
3. Los **SDPE de las centrales nucleares manifiestan que no requieren un control dosimétrico específico del cristalino** y que el dosímetro corporal es adecuado para estimar la dosis equivalente en el cristalino de sus trabajadores expuestos.
4. Aproximadamente **la mitad de los SPR y UTPR** han realizado algún tipo de **estudio piloto para estimar las dosis en cristalino** en el ámbito de la radiología intervencionista y la cardiología intervencionista. Aproximadamente en la mitad de estos estudios **se han identificado trabajadores que deberían disponer de dosimetría de cristalino.**
5. La **dosimetría de delantal se utiliza, aproximadamente, en un 25 %** de los centros sanitarios que han contestado la encuesta.
6. En la mayoría de centros sanitarios está previsto incluir algunos cambios en su programa de vigilancia individual.



PROYECTO CALIDOSIS

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

