Análisis de la Directiva 2013/59/EURATOM

23 de mayo de 2017

Sistema de Limitación de dosis. Límite dosis en cristalino, metodología

Mercè Ginjaume
Sociedad Española de Protección Radiológica
Institut de Tècniques Energètiques – Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Institut de Tècniques Energètiques

Presentación del Capítulo III. Sistema de protección radiológica

1. Presentación de los tres principios básicos
   - ✓ Modificaciones o matices respecto RPSRI (2001),
   - ✓ Herramientas para la implantación del principio de optimización.
2. Limitación de dosis
   - ✓ Límites de dosis para exposición ocupacional,
   - ✓ Límites de dosis para la exposición poblacional.
3. Implicaciones prácticas de la reducción del límite de dosis equivalente para el cristalino
   - ✓ Justificación de la reducción del límite de dosis,
   - ✓ Retos que plantea.

Capítulo III: Sistema de protección radiológica

Artículo 5: Principios generales de protección radiológica

Los Estados miembros establecerán requisitos legales y un régimen apropiado de control reglamentario que, **para todas las situaciones de exposición***, reflejen un sistema de protección radiológica basado en **los principios de**

- ✓ **justificación,**
- ✓ **optimización y**
- ✓ **limitación de la dosis**

* Situaciones planificadas, existentes y de emergencia.

Capítulo III: Sistema de protección radiológica

Situación de exposición planificada: situación de exposición que surge del uso planificado de una fuente de radiación o de una actividad humana que altera las vías de exposición, causando la exposición o exposición potencial de las personas o del medio ambiente. Las situaciones de exposición planificada pueden incluir tanto las exposiciones normales como las potenciales.

Situación de exposición existente: **situación de exposición que ya existe** en el momento en que es necesario tomar una decisión sobre su control, y que no requiere o ya **no requiere la toma de medidas urgentes**.

Situación de exposición de emergencia: situación de exposición debida a una emergencia: situación o suceso no habitual que implica una fuente de radiación **y exige una intervención inmediata para mitigar las consecuencias adversas graves** para la salud y seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente, o un peligro que pudiera dar lugar a esas consecuencias adversas.

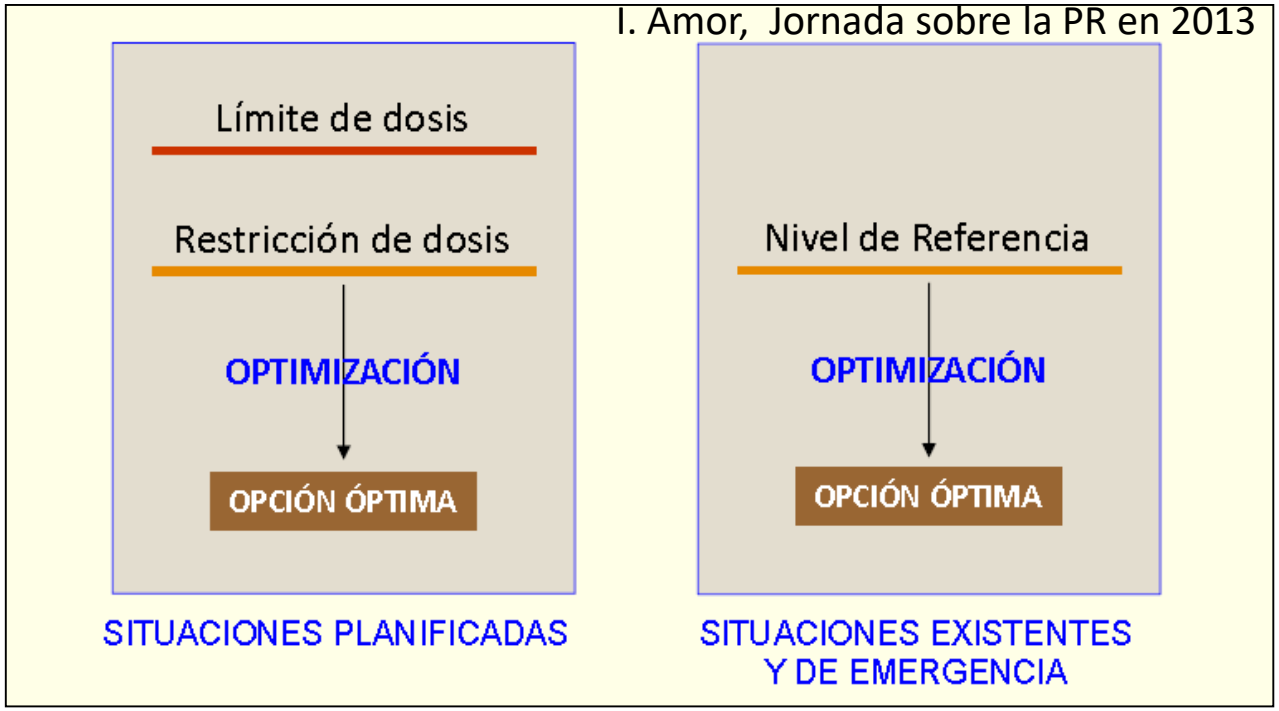
Capítulo III: Sistema de protección radiológica

Sección 1: Herramientas de optimización

Artículo 6: Restricciones de dosis para la exposición ocupacional, poblacional y médica.

Artículo 7: Niveles de referencia

I. Amor, Jornada sobre la PR en 2013



Se especifican las entidades responsables de establecer las restricciones de dosis

Sit. existentes: 1 a 20 mSv/a
Sit. de emergencia: 20 a 100 mSv
Niv. Ref. concentracíón radón
Niv. Ref. interior edificios

Capítulo III - Sección 2: Limitación de dosis

En situaciones de exposición planificadas, la suma de las dosis a una persona no superará los límites de dosis establecidos tanto para la exposición ocupacional como para la poblacional.
Los límites de dosis no se aplicarán a las exposiciones médicas.

Artículo 9: Límites de dosis para exposición ocupacional

Los Estados miembros garantizarán que los límites de dosis para exposición ocupacional se apliquen a la suma de las exposiciones ocupacionales anuales de un trabajador procedentes:

- ✓ de todas las prácticas autorizadas,
- ✓ de la exposición ocupacional al **radón** en el lugar de trabajo que exija notificación de conformidad con el *artículo 54, apartado 3,*
- ✓ y de otras exposiciones ocupacionales resultantes de **situaciones de exposición existentes** de conformidad con el *artículo 100, apartado 3*.

Respecto a la exposición ocupacional de emergencia se aplicará el *artículo 53*.

Capítulo III - Sección 2: Limitación de dosis

Artículo 9 (continuación):
El límite de la dosis efectiva en la exposición ocupacional será de 20 mSv en un único año cualquiera.

Sin embargo, en circunstancias especiales o para ciertas situaciones de exposición especificadas en la legislación nacional, la autoridad competente podrá autorizar una dosis efectiva mayor de hasta 50 mSv en un único año, siempre que el promedio anual de la dosis a lo largo de cinco años consecutivos cualesquiera, incluidos los años respecto de los cuales se ha superado el límite, no supere los 20 mSv.

RPSRI 2001: El límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.

Registro de trabajadores con E entre 20 mSv y 50 mSv en los últimos años: Fracción pequeña pero 13 (2011) – 17 (2012).

Capítulo III - Sección 2: Limitación de dosis

Registro de trabajadores con E entre 20 mSv y 50 mSv en los últimos años:
Fracción pequeña pero 13 (2011) – 17 (2012)

Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2011 y 2012

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2011 y 2012

Categoría ocupacional	Número de trabajadores		Dosis individual media (mSv)[1]		Dosis colectiva (mSv-persona)		Número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv[2]	
Año	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Centrales nucleares	9.861	9.333	1,63	1,01	7.029	3.309	–	–
Instalaciones radiactivas médicas	82.330	81.623	0,59	0,63	12.316	11.539	6	10
Radiodiagnóstico	43.135	42.177	0,53	0,60	4.145	4.103	–	6
Radioterapia	2.912	2.852	0,45	0,59	134	163	–	1
Medicina nuclear	2.503	2.451	1,83	1,81	2.347	2.242	3	–
Odontología	18.587	19.186	0,49	0,44	3.676	3.062	1	2
Otras	16.552	16.234	0,64	0,65	2.013	1.969	2	1
Instalaciones radiactivas industriales	7.853	7.646	1,29	1,32	2.929	2.544	7	7
Ciclo del combustible	1.144	1.190	1,01	1,26	277	383	–	–

Datos Banco dosimétrico nacional 2011 y 2012,
Consejo de Seguridad Nuclear. www.csn.es

Capítulo III - Sección 2: Limitación de dosis

Artículo 9 (continuación):

Límites de la dosis equivalente en la exposición ocupacional serán:

- ✓ para el cristalino **20 mSv en un único año o** de **100 mSv a lo largo de cinco años consecutivos** cualesquiera, con sujeción a una dosis máxima de 50 mSv en un único año, con arreglo a lo especificado en la legislación nacional,
- ✓ para la piel 500 mSv en un año, y este límite se aplicará al promedio de la dosis calculado en cualquier superficie de 1 cm^2,
- ✓ para las extremidades 500 mSv en un año.

RPSRI 2001: El límite de dosis equivalente para el cristalino será de **150 mSv por año oficial**.

Reducción de un factor 7,5!!!!!

En el banco dosimétrico nacional no se disponen de registro de dosis equivalente para el cristalino.

Capítulo III - Sección 2: Limitación de dosis

Límites especiales

Artículo 10: **Protección de trabajadoras embarazadas o en período de lactancia**

- ✓ La dosis equivalente para el feto sea tan baja como sea razonablemente posible y que sea improbable que dicha dosis supere 1 mSv desde que la trabajadora informe de su embarazo hasta al final del embarazo.
- ✓ Una trabajadora que informe que está en período de lactancia, no será empleada en un trabajo que conlleve un riesgo significativo de incorporación de radionucleidos o de contaminación corporal.

Artículo 11: **Límite de dosis para aprendices y estudiantes**

- ✓ Límite de la dosis efectiva para los aprendices y estudiantes de edades comprendidas entre 16 y 18 años es de 6 mSv por año.
- ✓ el límite de la dosis equivalente para el cristalino será de 15 mSv por año,
- ✓ el límite de la dosis equivalente para la piel será de 50 mSv por año, calculando el promedio en cualquier superficie cutánea de 1 cm 2 , independientemente de la superficie expuesta.

RPSRI 2001: No hay cambios excepto en el caso del límite de dosis equivalente en cristalino para aprendices y estudiantes entre 16 y 18 años pasa de 45 mSv a 15 mSv.

Capítulo III - Sección 2: Limitación de dosis

Artículo 12: Límites de dosis para la exposición poblacional

- ✓ los Estados miembros fijarán el límite de la dosis efectiva para la exposición poblacional en 1 mSv por año,
- ✓ el límite de la dosis equivalente para el cristalino será de 15 mSv por año,
- ✓ el límite de la dosis equivalente para la piel será de 50 mSv por año, calculando el promedio en cualquier superficie cutánea de 1 cm 2 , independientemente de la superficie expuesta.

RPSRI 2001: No hay cambios respecto a los límites de dosis para el público.

Más adelante se presentará la justificación, en relación a mantener el límite de dosis equivalente para el cristalino a 15 mSv/a.

Implicaciones prácticas de la reducción del límite de dosis equivalente para el cristalino

Justificación de la reducción del límite de dosis (ICRP 118)

- ✓ Nuevas evidencias de opacidades en el cristalino y de cataratas radioinducidas.
- ✓ Umbral de dosis inferior al que se pensaba, manifestación tardía del efecto, acumulación de la dosis en el tiempo.

ELSEVIER

ICRP Publication 118

ICRP
Annals of the ICRP

ICRP Statement on Tissue Reactions

ICRP PUBLICATION 118, PART 1

Approved by the Commission on 21 April 2011

(.....)

(2) The Commission has now reviewed recent epidemiological evidence suggesting that there are some tissue reaction effects, particularly those with very late manifestation, where threshold doses are or might be lower than previously considered. For the lens of the eye, the threshold in absorbed dose is now considered to be 0.5 Gy.

(3) For occupational exposure in planned exposure situations, the Commission now recommends an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv/year, averaged over defined periods of 5 years, with no single year exceeding 50 mSv.

Implicaciones prácticas de la reducción del límite de dosis equivalente para el cristalino

Retos que plantea el nuevo límite de dosis.

1. ¿Cómo se transcribirá en la legislación española?

2. ¿Qué colectivos deberán llevar a cabo medidas de dosis equivalente en el cristalino?

3. ¿Qué dificultades metodológicas implica?
   a) Desde un punto de vista metrológico
   b) Desde un punto de vista práctico
   c) Desde un punto de vista del regulador

4. ¿Puede tener implicaciones en los procedimientos de trabajo?

2. ¿Qué colectivos deberán llevar a cabo medidas de dosis equivalente en el cristalino?

1. De manera general, requerirán control dosimétrico del cristalino los trabajadores que estén expuestos en un campo de radiación no homogéneo, en el que los ojos puedan estar potencialmente más expuestos que el resto del organismo.
2. Ejemplo, radiología intervencionista, cardiología intervencionista que utilizan delantal plomado y trabajan cerca del tubo de rayos X.
3. Trabajadores que participan en trabajos de descontaminación.

Según la Directiva, deberán medirse sistemáticamente la dosis equivalente en cristalino los trabajadores que pueden recibir $H_p(3)_{anual}$>15 mSv

Otras Recomendaciones:

- Si es muy improbable que $H_p(3)_{anual}$> 6 mSv. No es necesario
- Si es probable 6 mSv<$H_p(3)_{anual}$<15 mSv. Estimación directa o indirecta según los casos. Siempre documentado. Mensual.

3. ¿ Qué dificultades metodológicas implica la determinación de la dosis en el cristalino?

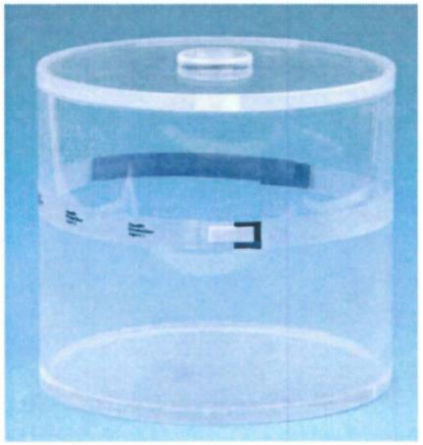
✓ Desde el punto de vista metrológico
✓ Desde el punto de vista práctico
✓ Desde el punto de vista regulador

1. Se dispone de sistemas dosimétricos adecuados para una correcta estimación de la dosis en cristalino.
2. Desde el punto de vista de la detección, no comporta mayores dificultades que otras estimaciones: dosis en piel, medidas en campos de radiación pulsada.

Mayores dificultades

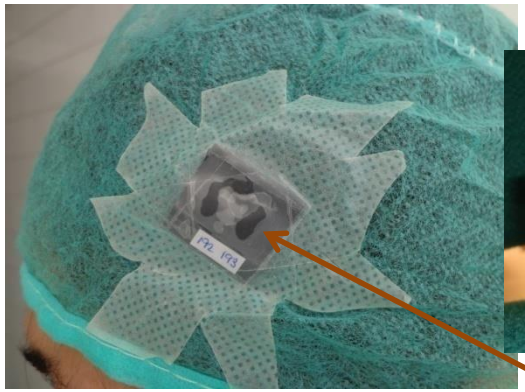
1. Utilización en la práctica: incomodidad, alta probabilidad de pérdidas.
2. Gasto adicional.
3. Corrección de las medidas si se utilizan protectores oculares o si se lleva a cabo una medida indirecta (dosímetro sobre el delantal plomado a nivel de tórax o tiroides).

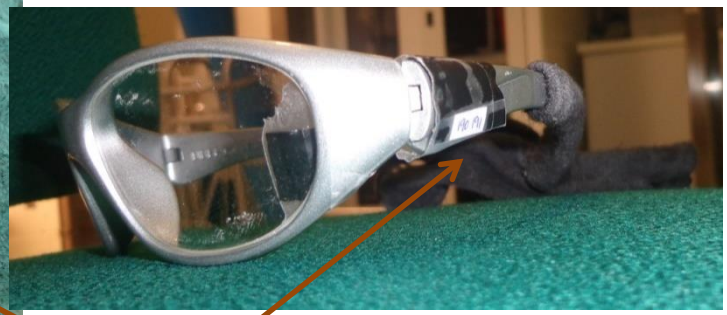
Dosímetros para la medida de $H_p(3)$ cerca del ojo

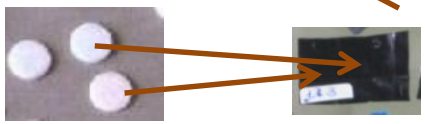


Headband eye dosemeter on phantom

EYE-D by Radcard







LiF:Mg.Cu.P - TLD Dosímetro de cristalino utilizado por UPC

Recomendaciones prácticas de como llevar a cabo el control dosimétrico

3. ¿En qué casos es conveniente realizar un control dosimétrico del cristalino? ¿Con qué precisión? ¿Con qué frecuencia?

1. Antes de iniciar el control dosimétrico, debe llevarse a cabo una **evaluación previa de los riesgos**: niveles de dosis, variables de influencia.
2. La **precisión** requerida será tanto mayor cuanto mayor sea la proximidad a los valores del límite de dosis.
   ICRP 75 (**0.67 to 1.5**) con un nivel de confianza del 95%.
3. No hay consenso sobre la **frecuencia** *(organismos reguladores)*

- El procedimiento que actualmente se utiliza con mayor frecuencia consiste en utilizar un dosímetro de cuerpo entero en una zona no protegida (fuera del delantal de plomo). Hay muchos trabajos que indican una buena correlación entre esta magnitud y la dosis equivalente en el ojo, pero también unas incertidumbres muy elevadas.
- ¿Puede plantearse la necesidad de llevar a cabo estudios de dosimetría retrospectiva?

4. ¿Puede tener implicaciones en los procedimientos de trabajo?

1. Hay diversas publicaciones que ponen de manifiesto que, en particular, en el ámbito de la radiología intervencionista, puede superarse el nuevo límite de dosis equivalente en el cristalino, en función de la carga de trabajo y del uso de protecciones.
2. Hay diversos colectivos que podrían requerir controles dosimétricos pero en los que todavía no se han llevado estudios.

- Será necesario llevar a cabo cursos de formación sobre el uso de los sistemas de protección.
- En algunos casos deberán incorporarse nuevos sistemas de protección y quizá modificar la distribución de la carga de trabajo.
- Será conveniente realizar campañas de medida para identificar mejor los puestos de trabajo susceptibles de requerir un control dosimétrico de cristalino.
- Sería conveniente disponer de sistemas que permitan identificar "fácilmente" los puestos de trabajo críticos.

SEPR
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Gracias por vuestra atención

Madrid, 23 de mayo 2017

Más información en www.sepr.es (descargables):
- Jornada de PR 2013, Abril 2014
- Jornada de dosimetría de cristalino, Febrero 2015

SÍGUENOS EN…

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Institut de Tècniques Energètiques

Alternativas a la medida de $H_p(3)$
IAEA TecDoc 1731(2013) + Anexo ISO 15382 (2015)

Radiación fotónica:

Magnitud:

- $H_p(0.07)$ y $H_p(10)$: Si E>40 keV e incidencia normal o isotrópica.

- $H_p(0.07)$ en los otros casos

Posición del dosímetro:

- En el tronco sólo si el campo de radiación es homogéneo.

-En los otros casos cerca del ojo.

- Si se utilizan gafas plomadas, debajo del material protector o bien aplicando factores de corrección.

<table>
<tr><th>Impact factor</th><th colspan="3">Comment</th></tr>
<tr><td rowspan="3">A
(Energy and angle)</td><td colspan="3">Is the mean photon energy below about 40 keV?</td></tr>
<tr><td>If yes
↓
$H_p(0.07)$ may be used but not $H_p(10)$
(see Fig. 6 in Ref. [65] and Fig. 1 in Ref. [66])</td><td colspan="2">If no
↓
Is the radiation coming mainly from the front or is the person moving in the radiation field?</td></tr>
<tr><td>If yes
↓
$H_p(0.07)$ or $H_p(10)$ may be used
(see Fig. 1 in Ref. [66])</td><td>If no
↓
$H_p(0.07)$ may be used but not $H_p(10)$
(see Fig. 1 in Ref. [66])</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B
(Geometry)</td><td colspan="3">Are homogeneous radiation fields present?</td></tr>
<tr><td>If yes
↓
Monitoring on the trunk may be used.</td><td colspan="2">If no
↓
Monitoring near the eyes is necessary.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C
(Protective equipment)</td><td colspan="3">Is protective equipment such as lead glasses, ceiling, table shields, and lateral suspended shields in use?</td></tr>
<tr><td>If used for the eye
↓
Monitoring near the eyes and below the protective equipment or below an equivalent layer of material is necessary. Otherwise, appropriate correction factors to take the shielding into account should be applied.</td><td colspan="2">If used for the trunk (e.g. a lead apron)
↓
Monitoring below the shielding underestimates the dose to the lens of the eye as the eye is not covered by the trunk shielding.
↓
Separate monitoring near the eyes is necessary.</td></tr>
</table>

Alternativas a la medida de $H_p(3)$
IAEA TecDoc 1731(2013) + Anexo ISO 15382 (2015)

Radiación beta:

Magnitud:

- Si E_{max}<0.7 MeV no se requiere control dosimétrico.

- $H_p(3)$ cerca de los ojos en los otros casos.

Excepto:

- Si se utilizan gafas plomadas con espesor suficiente para absorber la radiación beta y la radiación de frenado correspondiente.

Impact factor	Comment	
A (Energy and angle)	Is the maximum beta energy above about 0.7 MeV?	
	If no ↓ No monitoring due to beta radiation is necessary as it does not penetrate to the lens of the eye.	If yes ↓ Monitoring is necessary as described in lines B and C.
B (Geometry)	As beta radiation fields are usually rather inhomogeneous, monitoring of the dose to the lens of the eye is necessary with the dosimeter placed near the eyes. However, it may not be needed if a thick enough shield is used, see impact factor C.	
C (Protective equipment)	Is protective equipment such as shields and glasses that are thick enough to absorb the beta radiation in use?	
	If used for the eye ↓ Consider 'photon radiation' as the beta radiation is completely absorbed in the shielding; however, bremsstrahlung has to be taken into account — the contributions from both that produced outside and that produced inside the shielding.	If not used ↓ $H_p(3)$ is the only appropriate quantity.