



---

# SOBRE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN CON DOSÍMETROS DE PLUMA Y LOS TERMOLUMINISCENTES

---

**Ma. Eugenia Cortés Islas  
y Fco. Pablo Ramírez  
García**

*Instituto Mexicano del Petróleo, Eje  
Central Lázaro Cárdenas 152,  
Fax: 567-6047, Tel.: 333-4000  
extensión 20784, C.P. 07730  
D.F., México*

## Resumen

En este trabajo se presentan datos dosimétricos obtenidos con los dosímetros de pluma y los termoluminiscentes, que usa el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) (1). Se señalan varias características relevantes como por ejemplo, la diferencia de unidades que usan uno y otro tipo de dosímetro.

Asimismo, se dan a conocer diversos problemas que se han tenido en el IMP al relacionar los datos obtenidos con estos dosímetros (que utiliza el POE) y las recomendaciones de la ICRP 60, de 1990 (2). Una de las dificultades más importantes es satisfacer los límites recomendados por la ICRP, en particular lo referente a las unidades y a lo complejo de su cálculo. Respecto a las unidades, la ICRP hace referencia a los conceptos "equivalente de dosis" y "dosis efectiva" con la unidad sievert, que el *Reglamento general de seguridad radiológica* (3) asocia con "equivalente de dosis" y "equivalente de dosis efectiva". Se ilustra el tipo de estadísticas dosimétricas que se obtienen, con las lecturas de un TLD y un dosímetro de pluma, de un POE, durante 1997.

## Introducción

En el seguimiento de la dosimetría del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) a la radiación ionizante, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) tiene dos sistemas de medición. Uno con dosímetros de pluma lectura directa (primeros que uso POE del IMP) y otro con dosímetros termoluminiscentes (TLD).

## Materiales y métodos

Los datos que se toman en cuenta en este trabajo son las lecturas obtenidas (durante el año de 1997), con un dosímetro de lectura directa tipo pluma (marca Dosimeter Corporation de Cincinnati, Ohio, EUA) y los valores reportados por un TLD (marca Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), Salazar, Estado de México, México) para un POE. También se usan datos de los reportes mensuales de dosimetría personal correspondientes a 1998 (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11).

Se aplican los métodos de observación y comparación directa, así como procedimientos de la estadística (cartas de control Shewhart)(12).

## Resultados

Se identificaron coincidencias en las dosimetrías obtenidas con el sistema de lectura directa (dosímetro de pluma) y el TLD, como se puede ver en las figuras 1 y 2, en que se muestran en el eje de las abscisas los meses y en las ordenadas los valores de exposición (en mR) y los datos de equivalente de dosis (en mSv), respectivamente. En la figura 1, el promedio y los límites de control son iguales.

Asimismo, diversos problemas que se han tenido en el IMP al relacionar los datos obtenidos con estos dosímetros, que son los que comúnmente usa el POE, y las recomendaciones de la ICRP 60 (de 1990) son las unidades. Las unidades de los dosímetros de lectura directa son diferentes a los TLD. La oportunidad de disponer de las dosimetrías de un sistema y otro son distintas. De hecho, son inmediatas las lecturas de los dosímetros de pluma pero no las TLD. Las estadísticas con dosímetros de pluma son más completas y abarcan un periodo mayor. Los procedimientos de lectura, precisión y ajuste de los dosímetros de pluma se conocen, no así los de TLD.

Con estos antecedentes y dada la complejidad de las fórmulas es otra dificultad determinar los conceptos “equivalente de dosis” y “dosis efectiva (1). También los cambios en los reportes mensuales de TLD aumentan las dificultades, dado que éstos señalan indistintamente “equivalente efectiva” (4, 5, 7, 8 y 9) o “dosis equivalente” (6, 10 y 11) usando como unidad el mSv. A ciencia cierta no está claro si cambian los conceptos o no.

Por lo anterior, una de las dificultades más importantes es satisfacer los límites recomendados por la ICRP, en particular lo referente a las unidades y a lo complejo de su cálculo. En la tabla 6 de la ICRP 60 se indica claramente que para fijar la dosis límite para el POE y público, emplea las unidades: “dosis efectiva” para todo el cuerpo y “equivalente

de dosis” para el cristalino del ojo, la piel, manos y pies. Lo cual es consistente con las recomendaciones de la ICRP 60. Sin embargo, para aplicar las unidades de “equivalente de dosis” y “dosis efectiva” se emplean las fórmulas (2):

$$H_T = w_R \times \int_{R_T} D_T dV$$

$$E(\tau) = \int_{\tau}^{\tau+13} \sum_{T=1}^{13} H_T \times w_T dt$$

- Donde:
- $D_T$  = es la dosis absorbida promedio en el tejido u órgano T por unidad de masa (grays)
  - $R_T$  = es el volumen del tejido u órgano T expuesto
  - $H_T$  = es la *equivalente de dosis* en el tejido u órgano T (sieverts)
  - $w_R$  = es el factor de peso de la radiación
  - $E(\tau)$  = es la *dosis efectiva* comprometida en el tiempo  $\tau$  (sieverts)
  - $w_T$  = es el factor de peso del tejido u órgano T

Anteriormente, el dosímetro indicaba exposición a la radiación, medida en roentgens, que actualmente se mide en coulombs (cantidad de carga total de un coulomb de cada signo) por kilogramo de aire, debido al cambio de unidades SI. Pero actualmente, no se ha definido claramente que representa un sievert medido por un dosímetro o monitor de radiación, ya que existen varios tejidos y órganos diferentes para determinar el valor de equivalente de dosis.

## Conclusiones

Se presentan dos series de lecturas dosimétricas, una para TLD y otra para dosímetros de pluma que usa un POE del IMP, que coinciden en sus mediciones. Se mencionan varias características de ellas, así como dificult-

tades que se han tenido para satisfacer los límites recomendados por la ICRP 60 conceptos "equivalente de dosis" y "dosis efectiva", como son: lo difícil de su cálculo, porque no se ha definido claramente que representa un sievert medido por un dosímetro o monitor de radiación, ya que existen varios

tejidos y órganos diferentes para determinar el valor de equivalente de dosis, además de que se requiere definir explícitamente a que volumen de dicho tejido u órgano se asocia, puesto que el sievert se refiere a todo el volumen del tejido u órgano T.

FIGURA 1 CARTA DE CONTROL PARA OBSERVACIONES D148  
1997

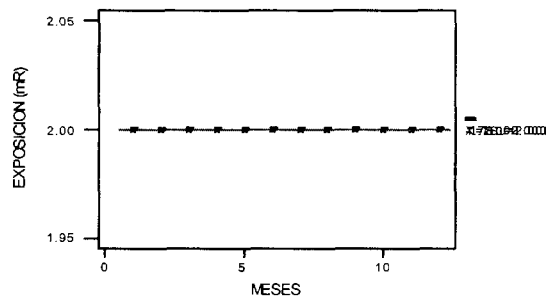
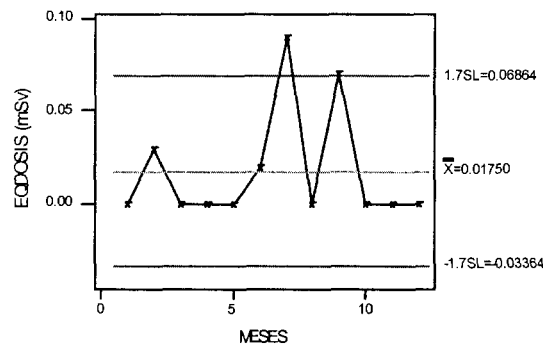


FIGURA 2 CARTA DE CONTROL PARA OBSERVACIONES TLD1  
1997



## Bibliografía

1. Cortés I., M.E. y Ramírez G., F.P., *Manual de seguridad radiológica*, Instituto Mexicano del Petróleo, STI, GIAP, LEADE, México, 1996.
2. International Commission on Radiological Protection, *ICRP 60 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection*, Pergamon Press, Oxford, NY, 1990.
3. Secretaría de Energía, Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS). "Reglamento General de Seguridad Radiológica", *Diario Oficial de la Federación*, 22 noviembre de 1988.
4. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, octubre, 1997.
5. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, enero, 1998.
6. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, febrero, 1998.
7. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, marzo, 1998.
8. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, abril, 1998.
9. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, mayo, 1998.
10. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, junio, 1998.
11. Reporte de Dosimetría Personal, ININ, DIT, GANS, DM, Lab. de Dosimetría, julio, 1998.
12. Cortés I., M.E. y Ramírez G., F.P. "Cartas Shewhart para control de dosimetrías y niveles de investigación e intervención", Memorias del VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica A.C., Guadalajara, México, 1997, p. 128.