

La Dosimetría Personal en México

Marco Antonio Salazar

Proxtronics / Asesoría Integral en Dosimetría Termoluminiscente S.A de C.V

Canal de Miramontes 2030-14, Col. Educación C.P 04400

e-mail: aidtsa@avantel.net.

Resumen

La Dosimetría Personal en México, tiene una historia de aproximadamente 30 años; y ha sido y es actualmente, uno de los recursos más importantes con que cuenta el personal que trabaja con fuentes de radiación ionizante para su protección. La Dosimetría Personal se inicia con la dosimetría de película, técnica que aún sigue siendo utilizada en la actualidad por algunos usuarios, y la razón principal de su utilización es por razones económicas.

Actualmente esta técnica, se ha visto rebasada, por la Dosimetría Termoluminiscente, la cual ha tomado mucho auge, principalmente por el desarrollo tecnológico con que se cuenta en la actualidad; lo que ha dado como resultado que esta técnica se convierta en tecnología de punta; que apoyada en la características de los materiales utilizados, como el manejo y procesamiento de la información asociados con las nuevas P.Cs, tarjetas digitalizadoras, software etc, lo que ha permitido incrementar su potencial. En este trabajo se presentan las necesidades actuales del mercado así como un análisis de las necesidades reales futuras en México, a nivel nacional, también se mencionan las empresas que proporcionan este servicio y que tienden a satisfacer esta necesidad del mercado, incluyendo las diferentes tecnologías utilizadas. Los rangos de aplicación, al mismo tiempo, de las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de Dosimetría Personal en el mercado.

Las empresas que actualmente proporcionan el servicio de Dosimetría Personal, utilizan materiales y equipos en forma indistinta, para el monitoreo de radiación gama, partículas beta, diferentes calidades de radiación de rayos x, y algunas veces neutrones.

El monitoreo del personal expuesto a las diversas fuentes de radiación ionizante mencionados, se realiza en muchas ocasiones sin contar con los materiales (detectores), ni la infraestructura adecuada y por lo tanto sin el control de calidad que garantice una correcta evaluación de la dosis equivalente, como resultado de la exposición a las radiaciones ionizantes; es por lo que se considera, que este trabajo es importante ya que el objetivo principal de la Dosimetría Personal es la de la protección de las personas, o sea la de evitar riesgos en la salud de los trabajadores involucrados con las radiaciones.

1. INTRODUCCIÓN

La **Dosimetría Personal** juega un papel muy importante, dentro del campo de la **Seguridad Radiológica**, ya que con ayuda de esta disciplina, podemos medir la dosis que reciben los trabajadores expuestos a la radiación, y así establecer los procedimientos a seguir para el cumplimiento de los objetivos de la **Seguridad Radiológica**. El objetivo principal de este trabajo es hacer mención y descripción, de las diferentes técnicas de dosimetría personal que se han

utilizado y las utilizadas actualmente, haciendo énfasis en la **Dosimetría Termoluminiscente**, que es la que mayor desarrollo presenta en la actualidad.

2. ANTECEDENTES

2.1. Investigación:

Se realizó una investigación bibliográfica amplia, cuyo fin fue tratar de establecer claramente el año o el período en que se inicia el uso de la **Dosimetría Termoluminiscente** en la **Dosimetría Personal** con fines de protección, para ello se realizaron entrevistas con profesionales, que de una forma u otra han participado en el desarrollo de esta disciplina dentro de las diferentes instituciones como **El IFUNAM, La CNSNS, El ININ, El H.DE CANCEROLOGIA** etc, Con base en la información obtenida, no podemos señalar con claridad una fecha exacta, pero si podemos concluir que el uso de la **Dosimetría** se inicia como disciplina formal con fines de protección en los años **70's** y es a partir de esta década, que se introduce el fenómeno termoluminiscente dentro de la **Dosimetría Personal**, debido a las ventajas que presentaba con relación a la dosimetría de película, las cuales se menciona más adelante.

3. La Dosimetría Personal

3.1 Objetivos de la Dosimetría Personal

El objetivo principal de la Dosimetría Personal es medir, y como resultado de esta medición, el poder limitar las dosis recibida por los trabajadores expuestos, ya que es importante asegurar que el límite equivalente de dosis anual de **50 mSv (5 rem)** establecidos en el **ICRP 25** no se exceda, y que la dosis recibida por cualquier individuo expuesto a la radiación , se mantenga tan bajo como sea razonablemente posible.

La **Dosimetría Personal** es útil también, en la verificación de hábitos de trabajo y de manera indirecta de las instalaciones y equipos, ya que en caso de accidente, ayuda en la toma de decisiones para el tratamiento de las personas expuestas así como de una planeación futura del trabajo.

En el caso de la **Dosimetría Personal**, se porta el dosímetro en el tórax, lo que significa que la información que se obtiene, es referida únicamente en la zona, donde fue colocado el detector; bajo ciertas circunstancias o en la realización de otro tipo de actividades, puede resultar útil el proporcionarle al trabajador otro dosímetro con las características que el trabajo requiera.

3.2 Personal que debe utilizar dosímetro

El **ICRP N0.26**, Establece dos principales condiciones de trabajo:

Condición A: Es la condición en donde la exposición anual, puede exceder 3/10 de los límites de la dosis equivalente.

Condición B: Es la condición en donde es poco probable que la exposición anual exceda los 3/10 de los límites de la dosis equivalente.

Los trabajadores bajo la condición **A**, deben hacer uso de dosímetros personales; también es recomendable que algunos trabajadores en condición **B**, utilicen dosímetros aún cuando sea ocasionalmente, y así verificar en realidad los niveles de exposición a los que están sujetos. En muchas ocasiones el trabajar con fuentes de radiación ionizante, implica problemas de tipo laboral, por lo que se complica la selección de quién sí y quién no debe de portar dosímetro. Cabe señalar que los trabajadores en condición **A**, deben de someterse a exámenes médicos antes de iniciar en este tipo de labores.

4. Sistemas de Dosimetría Personal

Dosimetría de Película. Es la técnica que se ha utilizado en **Dosimetría Personal** desde hace ya cerca de **50** años y consiste en medir el grado de oscurecimiento del material que se utiliza como detector (dosímetro de película) a causa de la radiación y para ello se utilizan dispositivos que miden la densidad óptica que reciben el nombre de densitómetros. El punto más importante de la dosimetría personal es garantizar la exactitud en la evaluación de las dosis recibidas por los trabajadores, por lo que es necesario que el revelado de las películas utilizadas, se realice en condiciones estrictamente controladas, de temperatura así como de la concentración de los reactivos químicos y tiempo del proceso de revelado, para lo cual se requiere de un cuarto de revelado que cuente con todo lo necesario.

4.1. Ventajas

La dosimetría de película ha sido el método más utilizado por bastante tiempo, debido principalmente al aspecto económico y que los resultados obtenidos tienen hasta el momento cierto grado de confiabilidad, y que las películas una vez procesadas y reveladas, almacenan la información por bastante tiempo lo cual permite en cualquier momento su reinterpretación de la información guardada con casi ninguna variación.

4.2. Desventajas

Presentan alta dependencia de la energía; la película sufre afectaciones debido a factores ambientales de temperatura y humedad, el método para evaluar utilizado para la obtención del resultado de la lectura, es por medio de curvas de calibración, el cual es un método bastante impreciso, lo cual da como resultado un índice de precisión de hasta un 30%, por lo que el método más adecuado para reducir este rango, sería desarrollar un algoritmo para el cálculo de la dosis el cual nos permitiera la discriminación de las diferentes energías producidas por los campos de radiación, así como de mejorar el índice de precisión de los resultados de las dosis que recibe un trabajador expuesto a la radiación.

5. Dosimetría Termoluminiscente

- 5.1. La radiación ionizante absorbida por los materiales, produce el fenómeno de ionización, de tal forma, que la mayor parte de la energía absorbida se convierte en calor y una pequeña fracción, es la que produce la ruptura de los enlaces químicos, en algunos materiales (termoluminiscentes), una fracción de esta energía es almacenada en estados llamados metaestables. El fenómeno de la termoluminiscencia (TL) consiste en la liberación de la energía referida, en forma de luz al calentar por debajo de su temperatura de incandescencia un material sólido previamente expuesto a las radiaciones ionizantes.

Como se menciona en los antecedentes, el uso de la **Dosimetría Termoluminiscente** se ha incrementado de manera importante, debido a las ventajas con respecto a la dosimetría de película.

- La no dependencia de la energía
- La Z efectiva del material TL
- Rango de medición desde **5mR** hasta **10⁵ R**
- Respuesta lineal dentro de la zona de interés de dosimetría Personal(**1000 R**)
- Mayor exactitud en la zona de unos cuantos **mR**
- El dosímetro es reutilizable
- Evaluación por Algoritmo, lo cual permite un mayor grado de exactitud en los resultados.

Sin embargo al igual que la dosimetría de película también tiene desventajas entre las que podemos mencionar.

- Mayor costo de los equipos e instrumentos asociados.
- El costo del material TL.
- Una vez procesado el dosímetro no hay posibilidad de reinterpretación.
- Se requiere una mayor colaboración entre prestador de servicio y el usuario.

6. Fuentes e Instrumentos de Referencia

- 6.1. Cualquier sistema de dosimetría personal requiere del soporte de laboratorios de referencia que tengan fuentes calibradas, preferentemente de **Cs-137**, **Co-60**, **Sr-90**, **Tl-204**, **Pm-147**, **Cf-252**, **AmBe**, así como de equipos de rayos x que puedan producir diferentes calidades de radiación.

Se puede requerir en algún momento la utilización de otras fuentes o instrumentos de referencia, calibrados por un laboratorio de calibración primario o secundario.

6.2. Calibración de Dosímetros

- a) La calibración de los dosímetros de película tiene como objetivo obtener curvas de calibración, que relacionan los valores de exposición a los que son sometidas las películas v.s los valores de densidad óptica, obtenidos al momento de la lectura considerando para ello diferentes lotes que son irradiados a diferentes energías.

- b) La calibración de dosímetros termoluminiscentes, tiene como objetivo obtener un factor de calibración (respuesta debida al campo de radiación) individual de cada dosímetro, en algunos casos y dependiendo del material, la respuesta es prácticamente independiente de la energía, por lo que la calibración se puede realizar utilizando una fuente de radiación ionizante o varias dependiendo del campo de radiación bajo el cual será utilizado el dosímetro.

Es conveniente señalar, que la exactitud que se requiere en Dosimetría Personal, si se considera que la dosis es del orden del límite anual se deberá de conocer con un **+30%**; en caso de ser menor en 1/10 , entonces el error no deberá exceder en un factor de 2, sin embargo cuando el valor de la dosis es del orden de 10 ó 100 veces más el límite anual, entonces se deberá conocer con mayor exactitud, ya que de este proceso se pueden derivar las acciones a seguir posteriormente en caso de resultar afectado algún trabajador.

7. Servicios de Dosimetría Personal

Actualmente la necesidad de los servicios de **Dosimetría Personal**, se ha incrementado debido al aumento en el uso de fuentes y dispositivos que generan radiaciones ionizantes, ya sea en el sector industrial ó en clínicas y hospitales, así como instituciones educativas. Sin embargo el número de empresas que actualmente cubren estas necesidades, parecen no ser suficientes para cubrir la creciente demanda; ya que en el directorio del **Programa Permanente de Supervisión de los Servicios de Dosimetría Personal de CNSNS**, hasta el año 2005 aparecen únicamente **9 Empresas prestadoras** de este servicio para usuarios externos y **3 instituciones** que lo proporcionan a sus trabajadores internamente.

A continuación se enlistan los nombres de estas empresas así como la tecnología que utilizan:

EMPRESA	SISTEMA DE DOSIMETRÍA
Asesoría Integral en Dosimetría TL S.A de C.V	UD-716 Mca. Panasonic
Asesoría Integral en Seguridad Radiológica	UD-710 Mca. Panasonic- Película
Asesores en Protección radiológica y nuclear	2000A/ 2000B Mca. Harshaw
Asesores en Radiaciones S.A	2000 – 3500 Mca. Harshaw
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	UD-716, UD-7900 Mca. Panasonic
Radiaciones y Equipos de México S.A de R.L	2000- Mca Harshaw
Sistemas de Ingeniería en Electrónica de México	UD-706 Mca. Panasonic
Tecnofísica S.A de C.v	Dosacus- Alnor-Rados
Radiación y Dosimetría S.A de C.v	3500- Harshaw
*Instituto Mexicano del Nacional del Seguro Social CMN	UD-716 Mca. Panasonic
*Hospital Central Militar	Harshaw
*Comisión Federal de Electricidad CLV-JANYA	UD-710,UD716 Mca. Panasonic

* Servicio de Dosimetría a personal interno

Considerando el número de las empresas listadas, se observa que no son suficientes para cubrir la demanda del mercado nacional, por lo que como resultado surgen algunas preguntas al respecto.

- Cual es la situación real en cuanto a las necesidades del mercado que no se atiende?
- Cuales son las condiciones actuales de la parte del mercado que si se cubre?
- Las tecnologías utilizadas cumplen con los requerimientos de calidad y seguridad del servicio que proporcionan ?
- Se cumple con las normativas y estándares de calidad que exigen los organismos reguladores?
- Los procedimientos de evaluación permiten medir con la exactitud requerida, las dosis que reciben los trabajadores debido al trabajo con diferentes fuentes de radiación ionizante, estableciendo con claridad si es radiación beta, gama, rayos x o alguna otra ?
- Cual es la postura de los organismos reguladores involucrados con relación al estado que guardan las cosas actualmente ?

Estas son solo algunas de las preguntas que surgen, y cuyas respuestas solo pueden ser obtenidas directamente con las partes involucradas, Prestadores de servicio, usuarios y autoridades, o con la participación en foros como éste.

Se sabe que no estamos ante un problema fácil de resolver, ya que si tuviéramos a nuestro alcance la cifra exacta, del número de usuarios potenciales que requieren de los servicios de dosimetría, quizás estaríamos hablando de poco más de 30,000 a nivel nacional, lo que significa que para atender estas necesidades, las empresas actuales deben invertir en aspectos de mercadotecnia para una mejor comercialización de su servicio, en la adquisición de nuevas tecnologías, así como en procesos de automatización que permitan satisfacer las exigencias actuales y la optimización de sus recursos, con el objetivo de cumplir con la calidad en el servicio que los tiempos y las normativas actuales exigen.

Sin embargo se observa con tristeza, que lejos de visualizar las posibilidades mencionadas, la mayoría de las empresas van en sentido opuesto, ya que evitan invertir en nuevas tecnologías que les permitan competir en el mismo terreno con empresas innovadoras, las cuales ofrecen servicios basados en alta tecnología; y sin embargo continúan apostando al uso de materiales, equipos e instrumentos obsoletos, y métodos de evaluación y control ineficientes que carecen de los niveles de calidad que el servicio de dosimetría requiere.

Con base en lo señalado anteriormente, la única posibilidad que tienen algunas empresas de mantenerse vigente en el mercado, es a cambio de ofrecer los servicios a muy bajo costo y como consecuencia de dudosa calidad.

A continuación mencionaremos algunas de las deficiencias observadas.

- Materiales dosimétricos que por su estructura presentan riesgos de contaminación.
- El diseño del dosímetro no presenta el equilibrio electrónico suficiente.

- No utilizan la filtración correcta en cuanto a materiales y espesores que permitan la discriminación de diferentes energías que son objeto de evaluación.
- Realizan la evaluación en forma indistinta de radiación, beta, gama, rayos x y algunas veces hasta neutrones, con un solo tipo de material.
- No utilizan métodos de evaluación apropiados (Curvas de calibración).
- El personal que realiza el trabajo no está debidamente calificado.
- Tecnología obsoleta, principalmente en cuanto a sistemas de calentamiento de los equipos de dosimetría Termoluminiscente.
- No hay evidencias de que realicen ningún control de calidad de los equipos y materiales que utilizan.

CONCLUSIONES

En un principio el objetivo del desarrollo del tema tratado, pretendía criticar severamente todos los aspectos que durante los últimos **5** años, se han observado con relación a los servicios de dosimetría personal, sin embargo al iniciar el desarrollo de este trabajo sentimos que quizás ese no era el mejor camino para lograr lo que todos debemos de realizar, en aras de cumplir con el objetivo de la **Dosimetría Personal**, que es el de proteger a los trabajadores para evitar los riesgos en su salud.

Por lo que el análisis de la situación ha sido menos crítico, sin embargo ante los hechos mencionados, la idea del mejoramiento en la calidad de los servicios que se ofrecen prevalece. Por lo que las empresas prestadoras de este importante y necesario servicio, deben encaminar sus esfuerzos a cumplir con el objetivo mencionado, y para ello debieran trabajar en forma conjunta, haciendo a un lado el aspecto de rivalidad, estableciendo reglas de competencia que favorezcan a todos ya que como se ha dicho el mercado es potencialmente vasto y hay cabida para todos, siempre y cuando se respeten las reglas pactadas y que la calidad de los servicios ofrecidos, sean de lo mejor derivados de la aplicación de tecnologías modernas; y que los costos al usuario vayan de acuerdo con la inversión realizada y al beneficio que se otorgue, con el objetivo principal de la seguridad de los trabajadores, lo que debe ser lo más importante por encima de cualquier precio, por lo que no se debe escatimar en proporcionar un servicio del más alto nivel, haciendo del conocimiento del usuario que no se trata solo de cubrir un requisito, sino que es para la seguridad y protección de los trabajadores y que esto en realidad no tiene ningún precio.

AGRADECIMIENTOS

A los organizadores del evento Acapulco 2006, por darme la oportunidad de manifestar en este foro mis inquietudes acerca del servicio de **Dosimetría Personal** en México.

REFERENCIAS

1. Cameron, Suntharalingam, Kenney “*Thermoluminescent Dosimetry*” The University of WinsconsinPress U.S.A.
2. A F Mckinlay, “*Medical Physics Handbook 5*” Adam Hilger LTD, Bristol, Glasgow Escocia.
3. Página de Global Dosimetry, “<http://www.globaldosimetry.com>”
4. CNSNS, “*Directorio de Empresas*”-Programa permanente de Supervisión de Servicios de Dosimetría Personal”.
5. Autores Varios, “*Primer Seminario sobre Dosimetria Termoluminiscente*” ININ, México