

LABORATORIO DE REFERENCIA DE MEXICO PARA DOSIMETRIA DE RADIACIONES IONIZANTES

Víctor Tovar M., José Álvarez R., Víctor Pérez M O., Héctor Garnica G., Francisco Vergara
 Departamento de Metrología Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares ININ
 km 36,5 Carretera México-Toluca, Salazar Edo. de México, Municipio de Ocoyoacac.
 Teléfono 5329 7255, fax 5329 7302,
vmtm@nuclear.inin.mx

Resumen: El Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) fue creado para proveer trazabilidad en las magnitudes y unidades empleadas en campos de radiaciones ionizantes para los equipos utilizados en centros de radioterapia, protección radiológica y radiología diagnóstica. Desarrollando y manteniendo los patrones de referencia para la dosimetría en haces de fotones y partículas cargadas. El LSCD pertenece a la red de laboratorios del Organismo Internacional de Energía Atómica OIEA y del Sistema Interamericano de Metrología SIM. En particular se presentan la historia, desarrollo y actividades del LSCD del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) el cual ha sido acreditado ante el BIPM como el laboratorio de referencia en la República Mexicana en el área de radiaciones ionizantes para complementar las actividades del CENAM.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Creación de la red de LSCD

El origen de los LSCD, se inicia en el año de 1960, cuando M.Cohen y K.C. Tsien Físicos Médicos del OIEA, formularon un programa de asistencia a los Departamentos de Radioterapia RT en América Latina.

En esa época no se tenía también en países industrializados laboratorios nacionales de dosimetría de radiación ionizante con una unión directa al Sistema Internacional de Medidas.

En febrero de 1968, se propone el establecimiento de laboratorios de dosimetría regional con el apoyo del OIEA. Durante este período la Sección de Dosimetría del OIEA realizó una reunión en Venezuela para analizar las necesidades dosimétricas en centros de RT en la América Latina, de esta reunión se emitieron las siguientes recomendaciones [1]:

- La preparación de un manual básico de dosimetría
- La organización de cursos de entrenamiento regional en física de radioterapia.
- La creación de centros de dosimetría en América Latina.

Los principales problemas que promovieron la creación de centros de dosimetría de radiación ionizante fueron:

- Falta de exactitud en la dosimetría de radiaciones ionizantes para las aplicaciones médicas de la dosis absorbida administrada a los pacientes,
- Carencia de trazabilidad en las mediciones de las dosis equivalentes recibidas por el personal que trabaja con generadores de radiaciones ionizantes,
- Ausencia completa de laboratorios nacionales para la estandarización de medidas de radiaciones ionizantes
- Falta de departamentos de física médica en centros de RT en América Latina.

Por tales motivos el OIEA y la Organización Mundial de la Salud OMS establecen centros de dosimetría en América Latina para [1].

- a) Calibrar dosímetros clínicos para centros de radioterapia
- b) Realizar intercomparaciones de medidas de dosis absorbida en agua D_w o kerma en aire K_a con otras instituciones en América Latina.
- c) Proporcionar asistencia técnica con personal calificado para verificar la dosimetría en centros de radioterapia.
- d) Estandarizar medidas dosimétricas de radiación ionizante.
- e) Realizar medidas absolutas en dosimetría de radiaciones ionizantes.

En 1976 el OIEA y la OMS, realizan un compromiso de trabajo con el objetivo de establecer en el mundo una red de Laboratorios Secundarios de calibración

Dosimetría. En consecuencia el proyecto tomo muchos años para que se le asignara soporte técnico y financiero adecuado, dicho proyecto fue incluido en el Programa de Asistencia Técnica en el OIEA.

Actualmente existen 75 LSCD en la red de laboratorios en el mundo, los cuales tienen el soporte por Organizaciones Internacionales: Oficina Internacional de Pesas y Medidas BIPM, Comisión Internacional de Medidas y Unidades en Radiación ICRU, Comisión Internacional de Electrotecnia IEC, el Organismo Internacional de Metrología Legal IOML, la Organización Internacional de Física médica IOMP; y los laboratorios Primarios de Dosimetría LPD de: Australia, Austria, Canadá, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Japón, Nueva Zelanda, Rusia, Slovakia, España, Reino Unido, Estados Unidos de Norte América.

1.2. Creación del LSCD-México

En México el primer Centro Regional de Calibración Dosimétrica se estableció en el año de 1974 en el Departamento de Radioterapia del Hospital General de México de la Secretaria de Salubridad y Asistencia de México. El cual funciono hasta el año de 1985 cuando un sismo en la ciudad de México destruyo gran parte de la infraestructura. En el año de 1986 el Centro Regional de Calibración Dosimétrica, por acuerdo de la Secretaria de Salud y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), paso al Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes del ININ.

2. SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGÍA

El Sistema Interamericano de Metrología SIM fue creado por un acuerdo de organizaciones nacionales de metrología por los 34 miembros de las naciones de la Organización de Estados Americanos OEA, el cual promueve la cooperación metrológica en la región en América Latina, para implementar un sistema robusto de medidas metrológicas.

El SIM esta organizado en 5 subregiones; NORAMET, CARIMET, CAMET, ANDIMET, SURAMET. En la región de NORAMET se encuentran los países de Canadá, Estados Unidos de Norte América y México.

1.2. El LSCD-ININ como laboratorio designado ante el BIPM

En el caso de México el desarrollo y mantenimiento de los patrones nacionales para la realización las magnitudes y unidades empleadas en el campo de las radiaciones ionizantes se tienen en el ININ; por lo cual el LSCD-ININ es declarado como laboratorio designado en el marco de Arreglo de Reconocimiento Muto MRA, [2]. Por lo tanto, el LSCD-ININ complementa las actividades de desarrollo y mantenimiento de patrones nacionales del Centro Nacional de Metrología CENAM.

3. El LSCD-ININ

El Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes en el ININ cuenta con tres laboratorios:

- Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica LSCD,
- Laboratorio de Patrones Radiactivos, LPR, Laboratorio de Dosimetría Personal, LDP.

En el LSCD y el LPR se realizan las actividades de la metrología de las radiaciones ionizantes, el LDP se realiza la dosimetría personal.

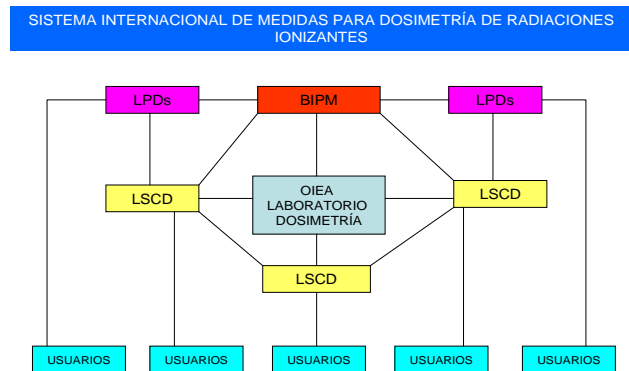


Fig. 1 Organigrama del sistema internacional para la dosimetría a través de laboratorios de referencia

La misión del departamento de metrología de radiaciones ionizantes es garantizar la mayor calidad metrológica y desarrollo de los patrones en las magnitudes de dosimetría y actividad, así como suministrar servicios de calibración en magnitudes y unidades dosimétricas para radiaciones ionizantes que tienen implicaciones en la salud de los seres humanos.

La visión del departamento de metrología de radiaciones ionizantes es ser un departamento de investigación, desarrollo, docencia y servicios con reconocimiento nacional e internacional en el desarrollo y mantenimiento de los patrones de referencia para las magnitudes y unidades empleadas en dosimetría y actividad.

La trazabilidad de las magnitudes y unidades dosimétricas del sistema internacional se asegura a través de jerarquías de laboratorios primarios y laboratorios secundarios, a través de una red de laboratorios reconocidos por OIEA, la OMS y BIPM. La Figura 1 muestra el organigrama del sistema internacional para la dosimetría a través de laboratorios de referencia.

El principal objetivo del LSCD es proveer trazabilidad en las calibraciones de equipos utilizados en centros de radioterapia, protección radiológica PR, radiología diagnóstica incluyendo mamografía y braquiterapia para baja y alta tasa de dosis

El LSCD mantiene los patrones de dosimetría con trazabilidad a laboratorios patrones primarios. La estabilidad de los patrones del LSCD-ININ se verifica periódicamente a través de un sistema de calidad con cartas de control de los patrones.

3.1. Infraestructura del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica

3.1.1. Patrones Primarios

El LSCD cuenta con patrones primarios para medidas absolutas de las magnitudes dosis absorbida en agua D_w y kerma en aire K_a para fotones; y dosis absorbida en aire D_a para campos de partículas beta, los cuales son acreditados ante la Dirección de General de Normas de la Secretaría de Economía.

En la figura 2, se muestra la cámara de ionización patrón primario en medidas absolutas de D_w , para dar trazabilidad a la calibración de cámaras de ionización, utilizadas en centros de radioterapia.

En la figura 3, se muestra la cámara de extrapolación patrón primario de partículas cargadas beta, para medidas absolutas de D_a , con esta se dan servicios de calibración de instrumentos de PR

usados en la planta núcleo eléctrica de Laguna Verde.

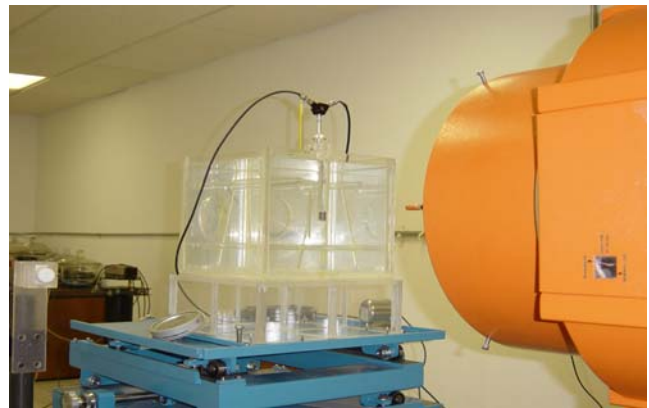


Fig.2. Cámara de ionización de grafito patrón primario para la realización de la unidad de D_w

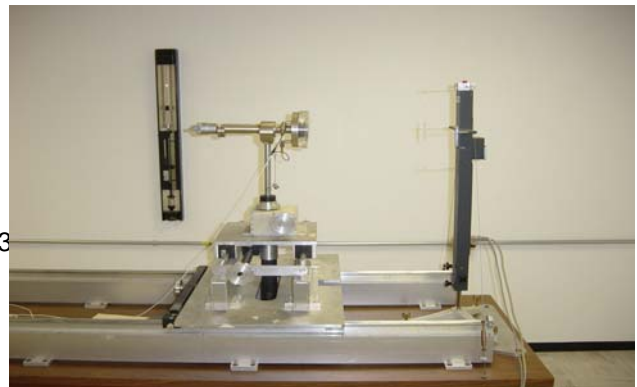


Fig.3. Cámara de extrapolación patrón primario para la realización de la unidad de D_a para campos de radiación de partículas beta ^{90}Sr - ^{90}Y .

3.1.2. Patrones secundarios

El LSCD de México, esta equipado con instrumentos patrones de referencia, los cuales han sido calibrados en los LPD: Nacional Institute of Science and Technology NIST USA, National Research Council of Canada NRC, PTB, Nacional Physical Laboratory NPL de Inglaterra, Laboratorio Central des Industries Electriques LCIE de Francia, y el LSCD del OIEA que transfieren sus factores de calibración a equipos de campo, reproduciendo exactamente las condiciones de calibración realizadas en LDP,

Cuenta con salas para el desarrollo de sus actividades relacionadas con la dosimetría de la metrología de radiaciones ionizantes y servicios:

Sala de radiación Gamma 1 para protección radiológica.

Esta tiene dos 2 irradiadores, uno multifuente de tipo revolver con 4 fuentes radiactivas de ^{60}Co y ^{137}Cs (Fig.4), y un irradiador con fuente de ^{137}Cs . Se tiene instalado un sistema automatizado para el posicionamiento y traslado de equipos medidores de radiación ionizante.



Fig. 4 Cámara de ionización patrón secundario para la magnitud operativa $H^*(10)$ y $H_p(10)$ para campos de radiación de ^{137}Cs .

Salas de Rayos-X

Cuenta con 3 salas en las cuales se tienen instalados equipos de rayos-x:

- Para las calidades haces de radiación utilizadas en mamografía.
- Para las calidades de haces de radiación empleadas en radiología diagnóstico
- Para las calidades de haces de radiaciones usadas en RT.



Fig. 5 Equipo de RX para mamografía.

Los patrones secundarios para las diferentes magnitudes empleadas en radiaciones ionizantes, tienen trazabilidad a LPD, y son utilizados para brindar servicios de calibraciones de diferentes equipos para medir las radiaciones ionizantes en la medicina, la industria, la enseñanza y la investigación en México.

La Tabla 1 presenta los patrones de referencia y de trabajo con que cuenta el LSCD-ININ, así como los a Laboratorios Primarios de Dosimetría a los cuales son trazables las mediciones que realiza el LSCD y magnitudes que se determinan con los patrones.

Sala de neutrones

Se tiene un sistema que comprende un contenedor para el almacenamiento de fuentes de neutrones y para el posicionamiento de las mismas a través de un sistema neumático que las lleva del contenedor de almacenamiento a la posición de exposición. Además existe un sistema para el posicionamiento y traslado de equipos medidores de los campos de neutrones.

3.2. Servicios

El LSCD ofrece los siguientes servicios:

- Calibración de dosímetros clínicos en las magnitudes K_a y D_w para ^{60}Co , y rayos-x.
- Calibración detectores de protección radiológica para ^{137}Cs , ^{60}Co , rayos-x, neutrones, betas y alfas.
- Calibración de equipos de control de calidad en radiología diagnóstica y mamografía en términos de K_a .
- Calibración de cámaras de ionización tipo pozo para braquiterapia de baja y alta tasa de dosis en términos de intensidad de kerma S_K .
- Calibración de aplicadores oftalmológicos ^{90}Sr para radioterapia en términos de D_w .
- Calibración de detectores para neutrones en términos de fluencia.
- Calibración de dosímetros personales tipo termo luminiscentes y película en exposición y magnitudes operativas: dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ y dosis equivalente personal $H_p(10)$
- Calibración de detectores de contaminación superficial alfa, beta en términos de eficiencia.

- i) Calibración de campos de radiación fuentes radiactivas de baja actividad emisoras radiación gamma, neutrones, betas en términos de Da
- j) Irradiaciones de diferentes muestras.
- k) Control de la calidad en dosimetría personal.
- l) Asesorías en dosimetría y protección radiológica para centros de radioterapia, radiología diagnóstica.
- m) Calibración de equipos de rayos-x, en radioterapia e industria en términos de Ka.
- n) Caracterización de dosímetros personales termo lumiscentes y película.

REFERENCIAS

- [1] IAEA/WHO SSDL NEWS LETTER No. 42, January 2000, pp4-11 [2]
- [2] BIPM Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institute, Paris, 14 October 1999.

4. CONCLUSIONES

México cuenta con un laboratorio de referencia, LSCD, con la infraestructura para el desarrollo de la metrología en radiaciones ionizantes, prestando servicios de calibración con trazabilidad a patrones primarios.

Instrumento o Equipo	Patrón	Calibrado en	Símbolo de la Magnitud	Fuente de radiación	Aplicación
Cámara de Ionización PTW- 30013	Referencia	NRC Canadá	K _a D _w	⁶⁰ Co	Radioterapia RT
Cámara de Ionización PTW-23334	Referencia	NRC Canadá	D _w	⁶⁰ Co	RT
Cámara de Ionización NE-2611	Referencia	NIST USA	K _a D _w	⁶⁰ Co Rayos-x (50 kV – 100 kV)	RT Protección Radiológica PR
Cámara de Ionización NE	Referencia	NPL Inglaterra	K _a	⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs	PR
Cámara de Ionización PTW-10002	Trabajo	LCIE Francia	K _a	⁶⁰ Co Rayos-x	RT, PR
Cámara de Ionización PTW 30001	Trabajo	OIEA	K _a D _w	⁶⁰ Co	RT
Cámara de Ionización Tipo Pozo	Referencia	LSCD, Universidad de Wisconsin USA	S _K	¹³⁷ Cs (LDR) ¹⁹² Ir HDR)	Braquiterapia
PTW-T34035	Referencia	PTB Alemania	H*(10), Hp(10)	¹³⁷ Cs RX	PR
Fuentes radiactivas BSS 1	Referencia	PTB Alemania	D _w Da	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y TI-204	PR

Tabla 1. Instrumentos patrones para las diferentes magnitudes empleadas en los servicios de calibración dosimétrica ofrecidos por el LSCD-ININ