

# Auditorías externas de calidad en radioterapia

External Quality Audits In Radiotherapy

✎ Niurka Pérez Romo<sup>1</sup>, Gabriela Paz Chorbadjian Alonso<sup>1</sup>, José Luis Rodríguez<sup>1</sup>

✉ <sup>1</sup> Departamento de Dispositivos Médicos. Instituto de Salud Pública de Chile, Chile.

✉ Gabriela Paz Chorbadjian Alonso, gchorbadjian@ispch.cl

## RESUMEN

**Introducción:** Las auditorías externas de calidad forman parte de las acciones que contribuyen en la garantía de calidad de los tratamientos y por ende en la protección radiológica del paciente. El ISP es el Laboratorio Nacional y de Referencia, Normalizador y Supervisor de la provisión de radioterapia, en cuanto a la calidad de los equipos y de las fuentes empleadas. Para cumplir con dichas funciones se crea el Programa de Vigilancia de los Establecimientos de Radioterapia (PVERT). **Materiales y Métodos:** Se emplean tres metodologías de trabajo: utilizando los instrumentos del ISP, dosimetría postal con dosimetría termoluminiscente (TLD), y el método de dosimetría postal con TLD y Alaninas. Durante las visitas técnicas se verifica la implementación del programa de garantía de calidad, la infraestructura técnica, el funcionamiento del sistema dosimétrico de referencia, la calibración de los haces de fotones y el cálculo y la administración de dosis en 5 campos tipos. Con la dosimetría postal se verifica la dosis en condiciones de referencia y de no referencia. **Resultados:** De las evaluaciones realizadas entre el 2017 y 2018, el 96,6% de los haces evaluados se encontraban dentro del rango para el control de la calibración. Además, en este período los resultados de la intercomparación de 15 conjuntos dosimétricos estuvieron dentro del 2%. Los resultados de la verificación del cálculo y administración de dosis para el plan tipo esfera mostraron un 95% de resultados dentro del rango de tolerancia y para los planes tipo cubo y campos posteriores un 100%. El 83% de las lecturas con TLD y el 100% de las realizadas con alaninas se encontraban en el rango de tolerancia, en las evaluaciones realizadas con el kit TLD-Alanina. **Conclusiones:** Con la experiencia adquirida quedó demostrado que para mantener la vigilancia anual de todos los establecimientos de radioterapia, el PVERT debe utilizar ambas metodologías, visitas técnicas y dosimetría postal.

### Palabras Claves:

Radioterapia, Aseguramiento de la Calidad, Auditorías Externas, Auditorías de Calidad, Dosimetría, Dosimetría Postal

### Keywords:

Radiotherapy, Quality Assurance, External Audits, Quality Audits, Dosimetry, Postal Dosimetry

### ABSTRACT

**Introduction:** External quality audits are part of the actions that contribute to the quality assurance of treatments and, therefore, to the radiological protection of the patient. The ISP is the national and reference laboratory, normalizer and supervisor of the radiotherapy provision. By legal mandate, the ISP is responsible for supervising the provision of radiotherapy in terms of the quality of the equipment and the sources used. To fulfill these functions, the Radiotherapy Establishments Surveillance Program (PVERT) is created. **Materials and methods:** Three working methodologies are used: using the ISP measurement instruments, postal dosimetry with thermoluminescent dosimetry (TLD), and the postal dosimetry method with TLD and Alaninas. During the technical visits, the implementation of the quality assurance program, the technical infrastructure, the functioning of the reference dosimetric system, the calibration of the photon beams and the calculation and administration of doses in 5 field types are verified. With postal dosimetry, the dose is verified under reference and non-reference conditions. **Results:** Of the evaluations carried out between 2017 and 2018, 96.6% of the evaluated beams were within the range for the calibration control. In addition, in this period the results of the comparison of 15 dosimetric sets were within 2%. The results of the calculation and dose administration verification for the sphere plan type showed 95% of results within the tolerance range and for the cube and subsequent fields plans, 100%. 83% of the readings with TLD and 100% of the readings with alanines were in the tolerance range, in the evaluations made with the TLD-alanine kit. **Conclusions:** With the experience gained it was demonstrated that to maintain the annual surveillance of all the radiotherapy establishments, the PVERT must use both methodologies, technical visits and postal dosimetry.

## INTRODUCCIÓN

La dosis absorbida es uno de los parámetros esenciales que se debe verificar para optimizar el

beneficio generado por un tratamiento con radiaciones ionizantes y minimizar el costo en términos del detrimento para la propia salud del paciente causados por efectos secundarios no deseados (1).

En radioterapia es de gran importancia lograr la mayor exactitud posible entre la dosis prescrita y la suministrada al volumen blanco, así como la protección al tejido sano, es por ello que los establecimientos de radioterapia deben implementar programas de garantía de calidad. Las auditorías externas de calidad proporcionan un análisis y evaluación sistemática de dichos programas (2).

En Chile existen 24 establecimientos de radioterapia equipados con diferentes tecnologías desde cobaltoterapia hasta Tomoterapia y Radiocirugía Estereotáctica. Según lo establecido en el Decreto Supremo N° 18 del MINSAL (3), el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) es el encargado de llevar a cabo las auditorías de calidad externas en dichos establecimientos. Para cumplir con esta función se desarrolló el Programa de Vigilancia de los Establecimientos de Radioterapia (PVERT), que tiene sus fundamentos en las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) (2).

El PVERT utiliza dos metodologías de trabajo, las visitas técnicas a los establecimientos de radioterapia y la dosimetría postal. En las visitas técnicas se verifica: La implementación del programa de garantía de calidad, según lo establecido en la Norma General Técnica N° 51 (4), el funcionamiento del sistema dosimétrico de referencia y la calibración de los haces de fotones (5), el cálculo y administración de dosis.

La dosimetría postal es un método para realizar evaluaciones dosimétricas, donde se envían los dosímetros con las instrucciones por correo, luego son irradiados y posteriormente enviados para su análisis sin la necesidad de la presencia del evaluador

in situ (6). Con la dosimetría postal se verifica la dosis en condiciones de referencia y de no referencia.

Además, en las visitas técnicas se utilizó un método compuesto por dosimetría termoluminiscente (TLD) y Alanina, para verificar cálculo y administración de dosis con el objetivo de validar la factibilidad de incorporar esta técnica a las evaluaciones del PVERT (7).

El objetivo del trabajo consiste en evaluar la implementación del PVERT durante los años 2017 y 2018.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para implementar el PVERT se crearon dos grupos de trabajo en los que se distribuyeron los 24 establecimientos de radioterapia del país, logrando que la cantidad de equipos a evaluar sea similar entre ellos. Los controles de calidad se realizan con visitas técnicas para un grupo y dosimetría postal para el otro en un mismo año y al siguiente se invierte la metodología de trabajo.

### Dosimetría postal

El sistema de dosimetría postal utilizado es el desarrollado por el Programa de Qualidade em Radioterapia (PQRT) (6) en el Laboratorio de Dosimetría Termoluminiscente del Instituto Nacional de Cáncer en Rio de Janeiro, Brasil, que consiste en un soporte de acrílico en el que pueden posicionarse hasta 5 TLD a diferentes profundidades. Este soporte debe situarse en el fantoma de agua según la Figura 1.

**Figura 1:**  
Sistema TLD



Con este método se evalúa la dosis en la profundidad de referencia, la simetría y planitud del haz, el factor de transmisión del filtro en cuña, el factor de transmisión del filtro dinámico, el factor de transmisión de la bandeja lisa, la dosis en la profundidad de referencia para un campo rectangular, el índice de calidad D20/D10 y la dosis en profundidad.

Desde Brasil son enviados los kit dosimétricos a cada uno de los establecimientos de radioterapia; una vez irradiados son devueltos al laboratorio para su análisis, finalmente este emite un informe con los resultados al ISP el cual toma las acciones correspondientes en dependencia de éstos. La tolerancia aceptada en las evaluaciones es de un 5%.

### Visitas Técnicas

La primera etapa de las visitas técnicas consiste en la revisión del programa de garantía de calidad, los procedimientos, los registros de los controles y la vigencia de los certificados de calibración de los instrumentos de medidas, según lo indicado en la Norma General Técnica N°51 (4).

La segunda etapa incluye la verificación del sistema dosimétrico de referencia, la que se realiza mediante una intercomparación con los equipos del ISP. El ISP utiliza para sus mediciones en terreno, un fantoma RW3, Cámara Farmer, electrómetro, termómetro y barómetro (Figura 2 y 3).

En la tercera etapa se verifica la dosis de

**Figura 2:**

Instrumentos de medida del ISP: Cámara de ionización, electrómetro, termómetro y barómetro

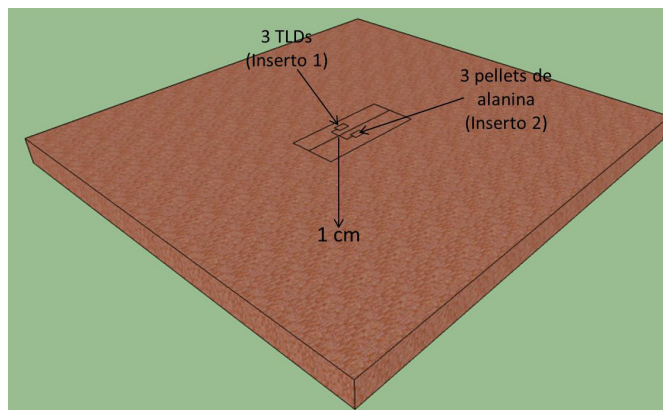


**Figura 3:**

Instrumentos de medida del ISP: Fantoma de RW3 con la cámara de ionización



**Figura 4:**  
 Sistema TLD-Alanina



referencia para cada uno de los haces de fotones con los que cuentan los equipos de teleterapia siguiendo el protocolo TRS 398 del OIEA (5). La desviación entre el valor de referencia y el medido no debe superar al 3%.

En el 2017 esta etapa también fue evaluada con el sistema compuesto por TLD-Alanina, diseñado por la Pontificia Universidad Católica de Chile. El kit dosimétrico consiste en una lámina de agua sólida de 30 cm x 30 cm x 2 cm al que se le hicieron dos insertos: el primero para 3 dosímetros termoluminiscentes y el segundo con 3 detectores de alanina, como se observa en la Figura 4. Los TLD deben recibir 2 Gy y las Alaninas a 10 Gy a 5 cm de profundidad irradiados con un campo de 10x10 cm<sup>2</sup> (7).

En la cuarta etapa se verifica el cálculo y la administración de la dosis a través de 5 planes tipo. Se utilizan planes diseñados por la European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) (8) y planes diseñados por los autores del trabajo, tales como: la esfera y el cubo y tres campos posteriores de 6 x 6 cm<sup>2</sup> con una angulación del brazo del acelerador de 150°, 180° y 210°.

La tolerancia en la desviación entre la dosis prescrita y la dosis administrada en ambos métodos es de un 5%.

## RESULTADOS

Durante el 2017 y 2018, con la dosimetría postal TLD, se evaluaron 38 equipos de teleterapia. Además durante este periodo se evaluaron mediante las visitas técnicas 24 establecimientos de radioterapia de los cuales 15 se incorporaron por primera vez al PVERT, lográndose una cobertura del 100%.

Se realizó la intercomparación de los sistemas dosimétricos en 18 de los establecimientos visitados en este periodo, en el 100% se obtuvieron resultados dentro de la tolerancia del 2% (Figura 5).

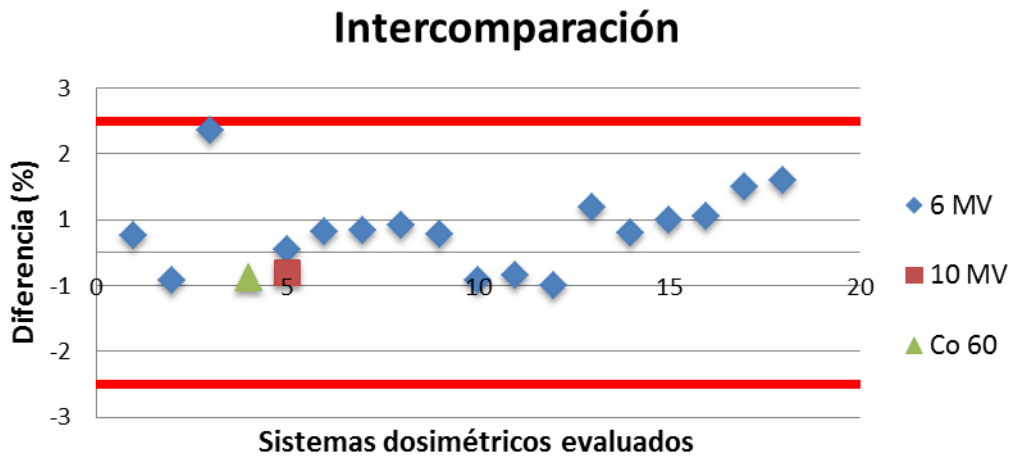
La verificación de la dosis de referencia se realizó en 58 haces de fotones evaluados, el 96,6% obtuvo resultados dentro de la tolerancia (Figura 6).

En las figuras 7 y 8 se presentan los resultados de la verificación del cálculo y administración de dosis para dos planes tipos, esfera y cubo. Según se observa en los gráficos, en el que corresponde a la esfera, el 95% de los 39 haces evaluados está dentro del rango de tolerancia y en el caso del cubo, el 100% de los 42 haces evaluados se encuentra dentro del rango de tolerancia.

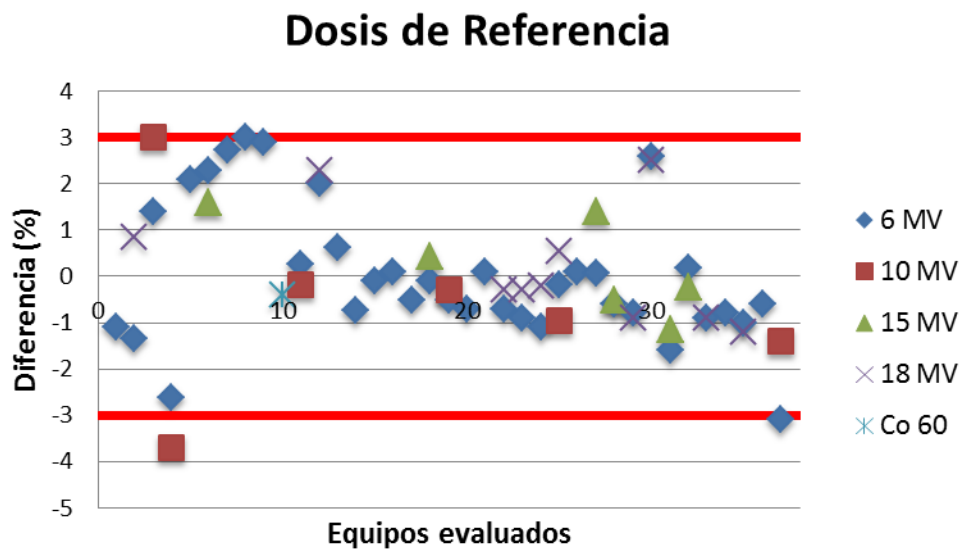
En la Figura 9 se observan los resultados obtenidos en la verificación de los campos posteriores. El 100% de los 19 haces evaluados estuvo dentro del rango aceptado.

En la Figura 10 se muestran los resultados de las evaluaciones con el kit TLD-Alanina en 12 haces de 7 equipos. El 83% de las lecturas con TLD y el 100% de las realizadas con alaninas se encontraban en el rango de tolerancia.

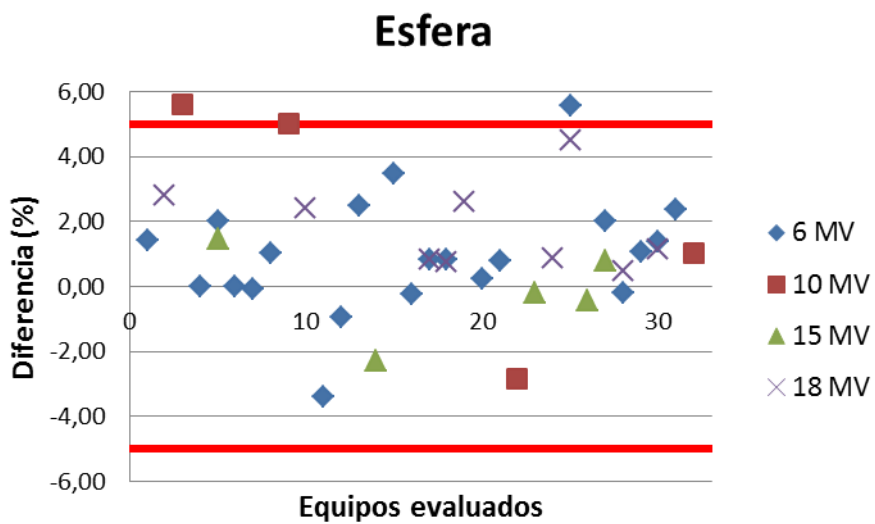
**Figura 5:**  
Resultado del ejercicio de intercomparación 2017-2018



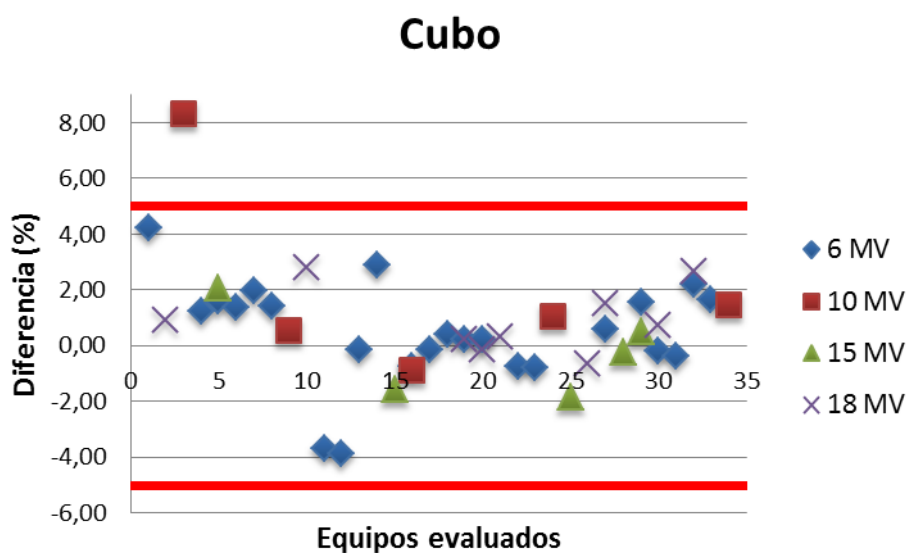
**Figura 6:**  
Resultados de la dosis de referencia para los haces evaluados entre 2017-2018



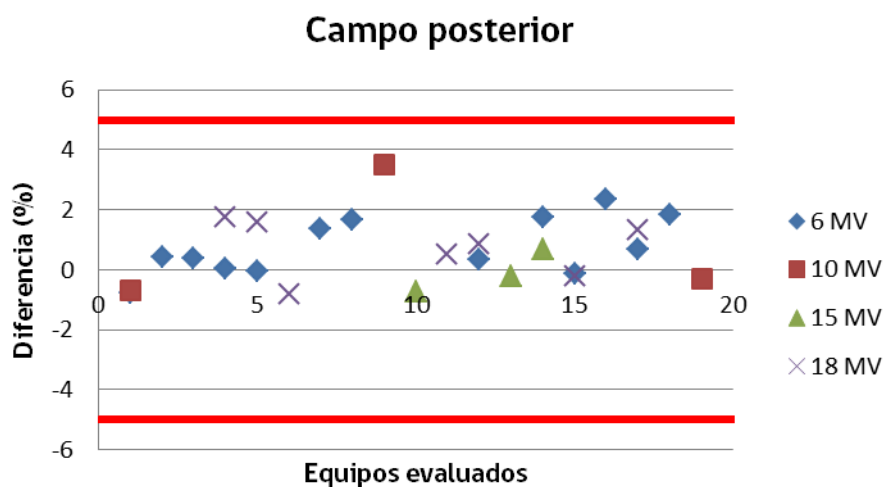
**Figura 7:**  
Resultados de la administración de la dosis para el plan esfera de 8 cm de diámetro.



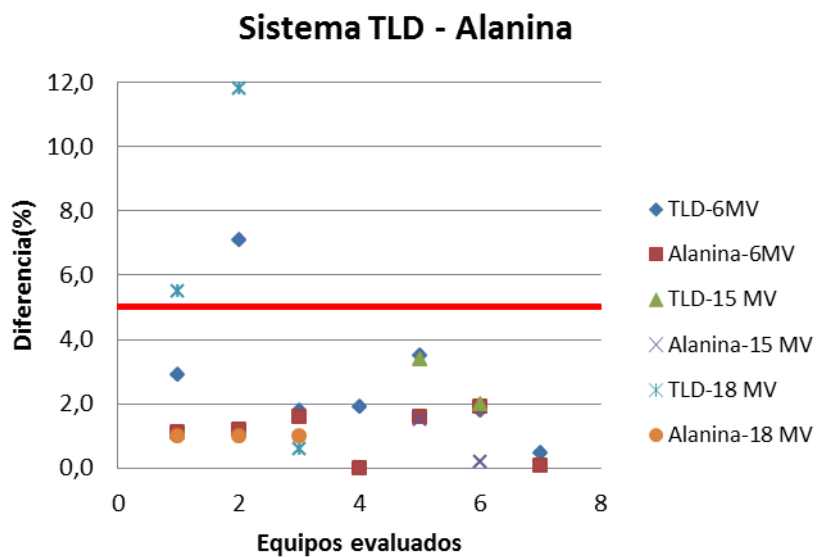
**Figura 8:**  
 Resultados de la administración de la dosis para el plan cubo de 8 cm de lado.



**Figura 9:**  
 Resultados de la administración de la dosis para el plan de campos posteriores.



**Figura 10:**  
 Resultados de las mediciones con el sistema TLD-Alanina.



## DISCUSIÓN

Hasta el 2016 el PVERT lograba una cobertura en promedio anual del 35% de los establecimientos de radioterapia mediante las visitas técnicas. A partir del 2017 se incorporan nuevas herramientas de trabajo, tales como dosimetría postal TLD y TLD-Alanina. Esto permitió ampliar la cobertura al 100% complementando el trabajo de las visitas técnicas sin grandes inversiones de recurso humano y materiales.

Los resultados obtenidos en la intercomparación de los sistemas dosimétricos demuestran que los establecimientos cuentan con elementos básicos para implementar un adecuado programa de garantía de calidad. La verificación de la dosis de referencia muestra dos haces fuera del rango de tolerancia, pero sin superar el 5%, los que se investigaron y corrigieron sin detener la atención al paciente.

El análisis de los resultados del cálculo y administración de la dosis en dos planes tipos muestra que el 96% de los haces analizados se encuentran dentro de la tolerancia aceptada, lo que significa que en la mayoría de los casos se logra una exactitud del 5% entre la dosis prescrita y la dosis administrada al volumen blanco.

En el análisis del cálculo y administración de dosis con el método TLD-Alanina, se encuentran resultados discordantes para dos haces medidos con ambas técnicas, lo que se debió a la variación en la sensibilidad del lector de TLD. La Alanina demostró ser un sistema más robusto, presentando menor incertidumbre entre las lecturas de los dosímetros. No obstante, a lo anterior el método es una buena alternativa de dosimetría postal y pudiera ser incorporado a futuro al PVERT.

Actualmente existen diversos programas de este tipo en la región de América Latina. En Cuba, el Centro para el Control Estatal de la Calidad de los Medicamentos (CECMED) (9) audita e inspecciona los aspectos relativos a la existencia y/o implantación de programas de garantía de la calidad de los servicios médicos en los que se utilizan radiaciones ionizantes mediante visitas técnicas y dosimetría postal al igual

que en Chile, la diferencia es que la dosimetría postal que ellos utilizan es la proporcionada por el OIEA, donde se evalúan menos parámetros que los que permite verificar el programa de Brasil.

El Instituto Nacional del Cáncer (INCA) de Brasil tiene el PQRT (6), que además de prestar servicios de dosimetría postal tanto para los servicios de radioterapia de ese país como para cualquier otro de la región que lo requiera, también verifican la implementación de los programas de garantía de calidad de los servicios de Radioterapia de Brasil. Además al igual que en Chile realizan visitas técnicas para evaluar parámetros dosimétricos esenciales de los equipos de radioterapia.

Con la experiencia adquirida quedó demostrado que para mantener la vigilancia (observación vigilante con el propósito de que el tema vigilado se mantenga dentro de los parámetros esperados) anual de todos los establecimientos de radioterapia, el PVERT debe utilizar ambas metodologías, visitas técnicas y dosimetría postal, alternadas en los dos grupos de trabajo.

Como trabajo futuro se pretende incorporar al PVERT los haces de electrones y las técnicas de radioterapia más avanzadas que existen hoy en el país.

.....  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. International Atomic Energy Agency. Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: Protocolo de control de calidad. IAEA-TECDOC-1151. Vienna: IAEA; 2000
2. International Atomic Energy Agency. Comprehensive Audits of Radiotherapy Practices: A Tool for Quality Improvement. Vienna: IAEA; 2007
3. Ministerio de Salud. Aprueba reglamento sanitario sobre establecimientos de radioterapia oncológica. Chile: 2015
4. Ministerio de Salud. Norma General Técnica N° 51: Radioterapia Oncológica. Chile: 2011
5. International Atomic Energy Agency. Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry based on Standards of Absorbed Dose to Water. IAEA-TRS-398. Vienna: IAEA; 2006
6. Instituto Nacional del Cancer. Programa de Qualidade em Radioterapia: Programa de avaliação postal de feixes de fótons de radioterapia com tld em condições de não referência. <https://www.inca.gov.br/programa-qualidade-em-radioterapia>
7. Faúndez D. Desarrollo e implementación de un sistema de auditoría para dosimetría absoluta con alanina y TLD en centros de radioterapia chilenos. [Tesis de Magíster]. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile; 2018. 102 p.
8. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology. External Quality Control Programme: Postal Dose Checks (TLD) for Multileaf Collimator (MLC) Shaped High Energy Photon Beams. Villejuif, 2007
9. Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos. Autoridad Reguladora Nacional Reporte Anual 2014. Cuba: CECMED;2015

