



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas

Escuela Profesional de Física

**“Determinación de la Relación Tejido Máximo y de los
Porcentajes de Dosis en Profundidad para
“campocero” para el cálculo de dosis en técnicas de
tratamiento de Radioterapia de Intensidad Modulada,
Radiocirugía Estereotáxica y verificación de las
medidas experimentales mediante simulación Monte
Carlo”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Física

AUTOR

Juan Carlos GARZÓN PEREZ

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Garzón, J. (2018). *“Determinación de la Relación Tejido Máximo y de los Porcentajes de Dosis en Profundidad para “campocero” para el cálculo de dosis en técnicas de tratamiento de Radioterapia de Intensidad Modulada, Radiocirugía Estereotáxica y verificación de las medidas experimentales mediante simulación Monte Carlo”*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Física]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



210 P.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del PERÚ, Decana de América

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA**

Siendo las 18:00 horas del martes 19 de junio del 2018, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Físicas (Auditorio 109), bajo la Presidencia del Mg. Máximo Hilario Poma Torres (Presidente), Dr. Raúl Félix Carita Montero (Miembro), Lic. Pedro Pacheco Peña (asesor), el Dr. Galo Patiño Camargo (Co-asesor) y el Mg. Fernando Márquez Pachas (Suplente), se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Tesis para la Licenciatura en Física, mediante la Modalidad M1, del Bachiller:

GARZÓN PEREZ, JUAN CARLOS

Dando lectura al Resumen del Expediente, el Presidente del Jurado, invitó al Bachiller Garzón Perez, Juan Carlos, a realizar una exposición de Trabajo de Tesis titulada: "Determinación de la Relación Tejido Máximo y de los Porcentajes de Dosis en Profundidad para "campo-cero" para el cálculo de dosis en técnicas de tratamiento de Radioterapia de Intensidad Modulada, Radiocirugía Estereotaxica y verificación de las medidas experimentales mediante simulación Monte Carlo".

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado, el Presidente, invitó al Bachiller y al público a abandonar momentáneamente la Sala de Sesión, para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado el Mg. Máximo Hilario Poma Torres, invitó al candidato y al público a pasar a la Sala de Sesión, para dar lectura al resultado de la deliberación. Ha obtenido la calificación de:

SOBRESALIENTE
(MENCIÓN)

19
(NÚMERO)

DIECINUEVE
(LETRAS)

Finalmente, el Presidente del Jurado, propone al Consejo de la Facultad que se le declare Licenciado en Física al Bachiller Garzón Perez, Juan Carlos. Siendo las 19:50 Horas, se levanta la Sesión.


Mg. Máximo Hilario Poma Torres
PRESIDENTE


Dr. Raúl Félix Carita Montero
MIEMBRO


Lic. Pedro Pacheco Peña
ASESOR


Dr. Galo Patiño Camargo
CO-ASESOR


Mg. Fernando Márquez Pachas
SUPLENTE

RESUMEN

En este trabajo se usa un método directo para calcular la “Relación Tejido Máximo (TMR¹) para campos pequeños ($\leq 3 \times 3 \text{ cm}^2$), valores necesarios para calcular las dosis en tratamientos de radioterapia usando el “método del TMR”, muy usado por su simplicidad y sobre todo en programas de verificación rápida creados por los físicos médicos en sus centros como apoyo a la rutina diaria y como requisito de verificación independiente de cálculo de dosis. Estos valores de TMR para campos pequeños son necesarios con frecuencia en cálculos de dosis en campos de haces conformados, en haces de intensidad modulada (IMRT²), haces pequeños usados en radiocirugía estereotáxica (SRS³), etc.

Los Porcentajes de Dosis en Profundidad (PDP) para haces de radiación de tamaño de campo “cero” (PDP-0x0 cm²) y los TMR para campo “cero” (TMR-0x0 cm²) de un haz de radiación proveniente de un acelerador lineal de uso clínico (LINAC⁴) de energía nominal de 6 MV, han sido determinados extrapolando las medidas experimentales, extrapoladas sobre el rango de tamaños de campo que van de 1x1 cm² a 10x10 cm². Para la medición de los pequeños campos se usó un detector tipo PTW-PinPoint (volumen sensible 0.015 cm³) el cual ha demostrado ser un dosímetro adecuado para medidas dosimétricas en los campos usados, [Cheng C. W., Cho, Taylor, & Das, 2007], [Alison, Scott, & Nahum, 2008], [Das, Ding, & Ahnesjö, 2008].

¹ Tissue Maximun Ratio.

² Intensity Modulated Radiation Therapy.

³ Stereotactic Radiotherapy Surgery.

⁴ LINear ACelerator.

Los porcentajes de dosis en profundidad (PDP) medidos experimentalmente se ha comparado con las PDPs obtenidos por simulación Monte Carlo (MC) para poder probar o verificar la consistencia de los datos medidos que serán usados para extrapolar los PDDs para campo "0x0 cm². Los datos de PDP-0x0 cm² extrapolados de las medidas experimentales de PDP están de acuerdo dentro del 2.5% en el rango de profundidad clínica (profundidad de máxima dosis- 30 cm).

Para la simulación Monte Carlo (MC⁵) del transporte de radiación a través de toda la estructura formadora del haz de radiación (target, colimador primario, filtro aplanador, colimadores secundarios, cámaras monitoras y el mirror) se usó una descripción detallada del acelerador dada por el fabricante. El código de simulación usado fue PENELOPE⁶.

Se dividió el trabajo de la simulación en tres partes, primero se simuló sólo el target; segundo el resto de las partes fijas; tercero se simuló un maniquí de agua de 30x30x40 cm³ con diferentes configuraciones de los colimadores secundarios y así recolectar los PDP en el eje central del haz.

Se simuló solamente el target porque en esta parte la simulación es muy lenta (simulación de electrones), y aquí se transforma el haz de electrones acelerados en fotones, y es muy importante tener una muy buena descripción del haz de radiación a la salida del target. Se almacenó las historias de las partículas que alcanzaban un plano imaginario colocado a la salida del target en un archivo de datos (PSF⁷). Usando los datos almacenados en el PSF se prosiguió con la simulación del acelerador en sus partes fijas formadoras del haz de radiación clínico, almacenándose justo antes de los colimadores secundarios el espacio de fase las partículas que

⁵ Monte Carlo.

⁶ PENetration and Energy LOSS of Positrons and Electrons (photon simulation was introduced later).

⁷ Phase Space File.

alcanzaban el plano de almacenamiento en un nuevo PSF. A partir de este punto se simuló el transporte de radiación a través de diferentes configuraciones de los colimadores secundarios y en un fantoma de agua, para generar los porcentajes de dosis en profundidad necesarios para la verificación de nuestras mediciones experimentales.

El resultado encontrado es el buen acuerdo (dentro del 2%) de los datos de PDP medidos y extrapolados para cualquier profundidad y tamaño de campo con los resultados de simulación MC lo cual indica que el método usado para calcular PDP para campos pequeños y de allí los TMR para campos pequeños es válido para el uso diario de la práctica clínica.