

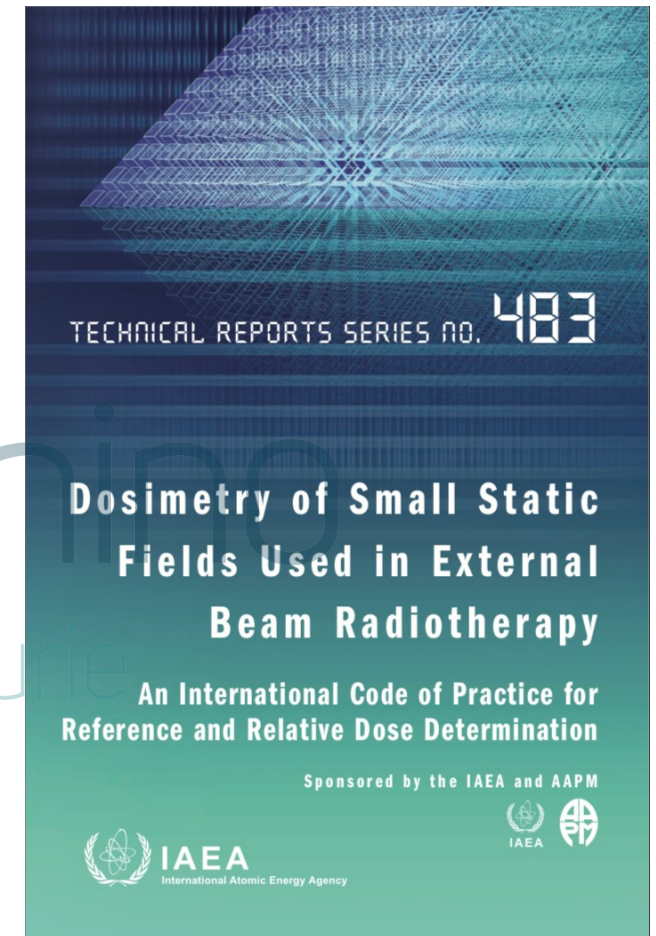
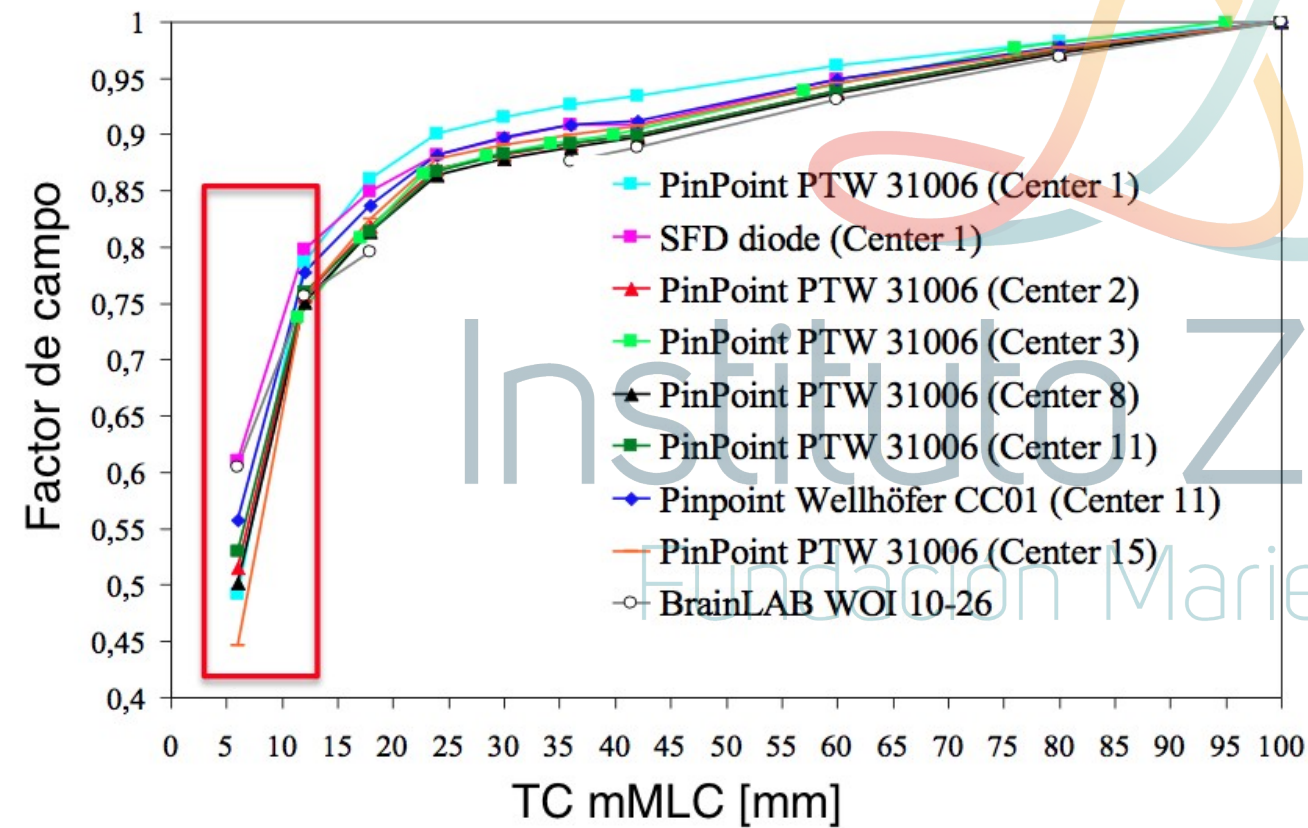
Metodología para la Estimación de Incertezas en Dosimetría de Campos Pequeños

Mgtr. Ing. David Eduardo Tolabin

Instituto Balseiro - Fundación INTECNUS
Abril – 2019 – Córdoba



Introducción



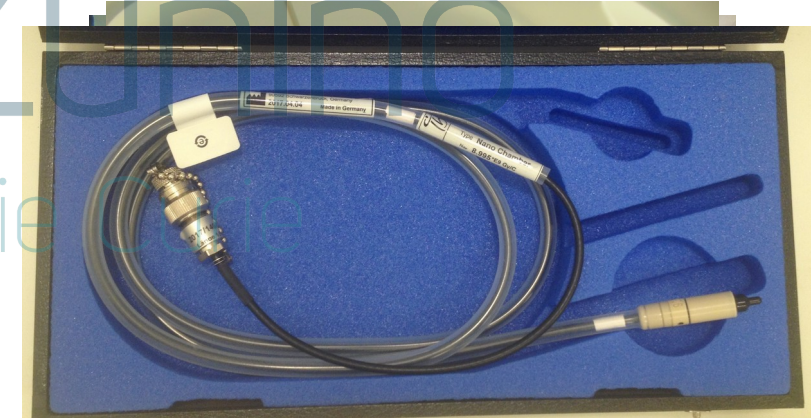
Materiales

- ▮ Acelerador Lineal Elekta Synergy Platform
 - Calidad de haz para 6 MV (TRS-398) = 0.682
 - Colimador Multilámina de 160 láminas
- ▮ Fantoma automático IBA Blue Phantom²®
- ▮ Electrómetro IBA Dose²® calibrado



Materiales

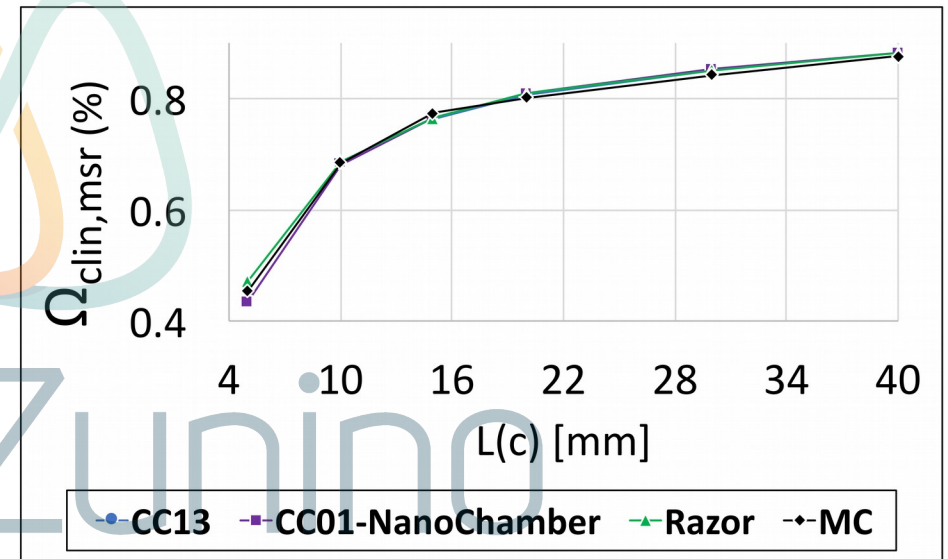
- ▮ Detectores de campo
 - IBA CC13 CI (3.6 nC/Gy)
 - IBA CC01 CI (0.4 nC/Gy)
 - IBA nanoChamber® CI (0.11 nC/Gy)
 - IBA Razor® Detector DI (4.6 nC/Gy)
- ▮ Detector de referencia
 - IBA Stealth® Chamber TX



Métodos y resultados

Mediciones de Factores de Campo (Ω)

- Técnica isocéntrica (DFS=90 cm; d=10 cm)
- $L(c) = 40, 30, 20, 15, 10$ y 5 mm
- En base a recomendaciones de TRS 483
- Se aplicó el método de corrección Daisy-Chain



$$\Omega_{Q_{clin}, Q_{msr}}^{f_{clin}, f_{msr}} = \frac{M_{Q_{clin}}^{f_{clin}}}{M_{Q_{msr}}^{f_{msr}}} \cdot k_{Q_{clin}, Q_{msr}}^{f_{clin}, f_{msr}}$$



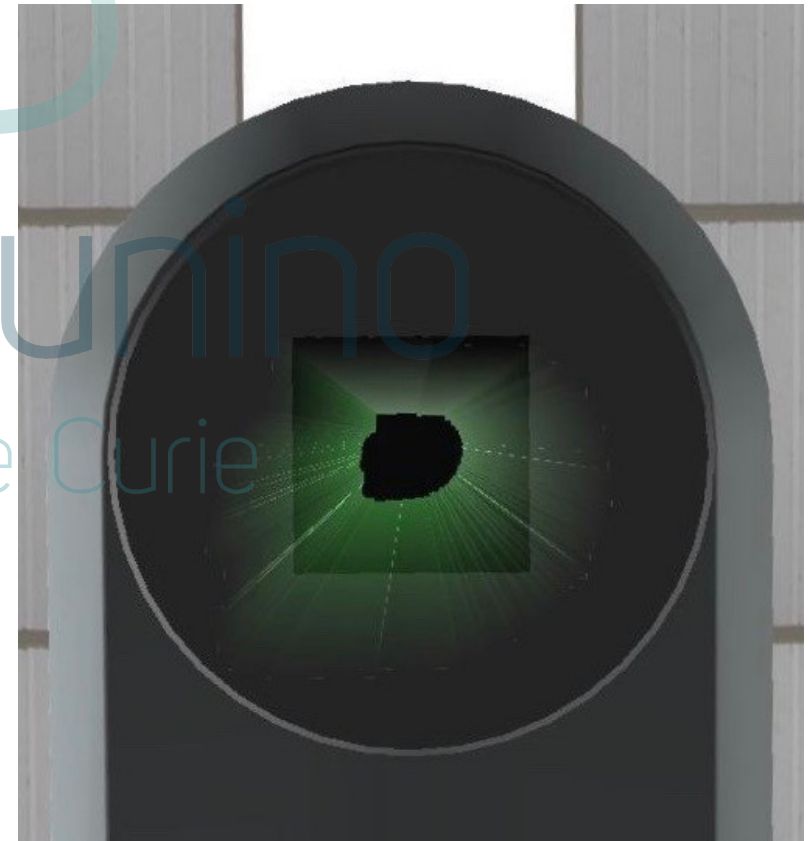
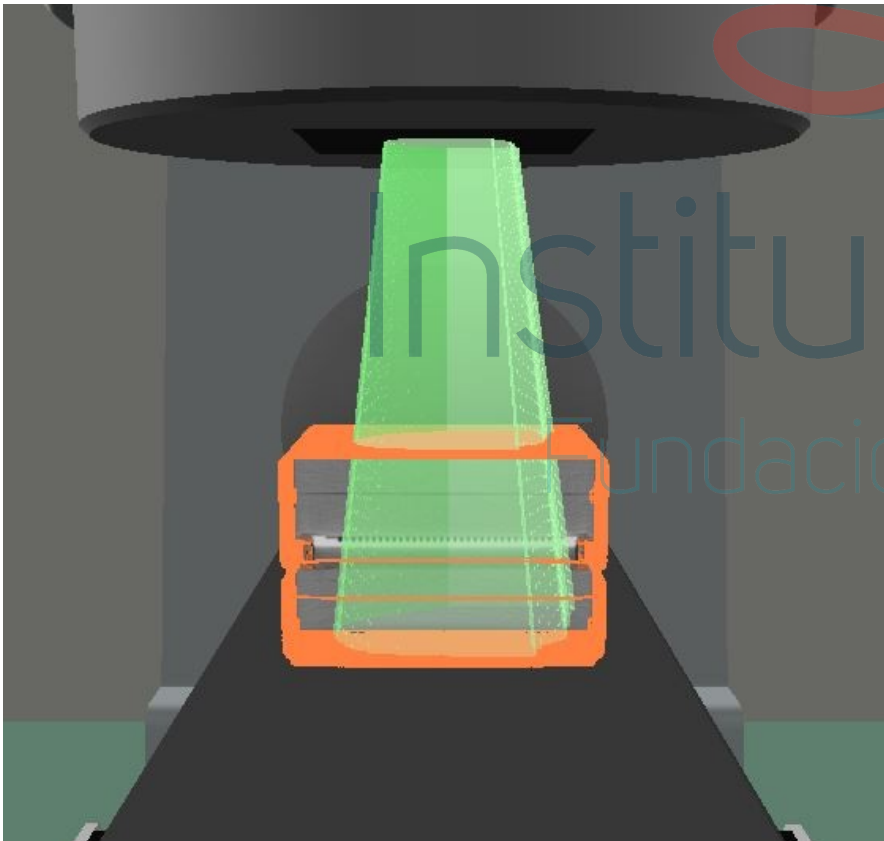
$$\Omega_{Q_{clin}, Q_{msr}}^{f_{clin}, f_{msr}} = \left[\frac{M_{Q_{int}}^{f_{int}}}{M_{Q_{msr}}^{f_{msr}}} \cdot k_{Q_{int}, Q_{msr}}^{f_{int}, f_{msr}} \right]_{CI} \cdot \left[\frac{M_{Q_{clin}}^{f_{clin}}}{M_{Q_{int}}^{f_{int}}} \cdot k_{Q_{clin}, Q_{int}}^{f_{clin}, f_{int}} \right]_{Det}$$

≈ 1

Métodos y resultados

$$u_M = \sqrt{u_{col}^2 + u_{scan}^2 + u_{mon}^2}$$

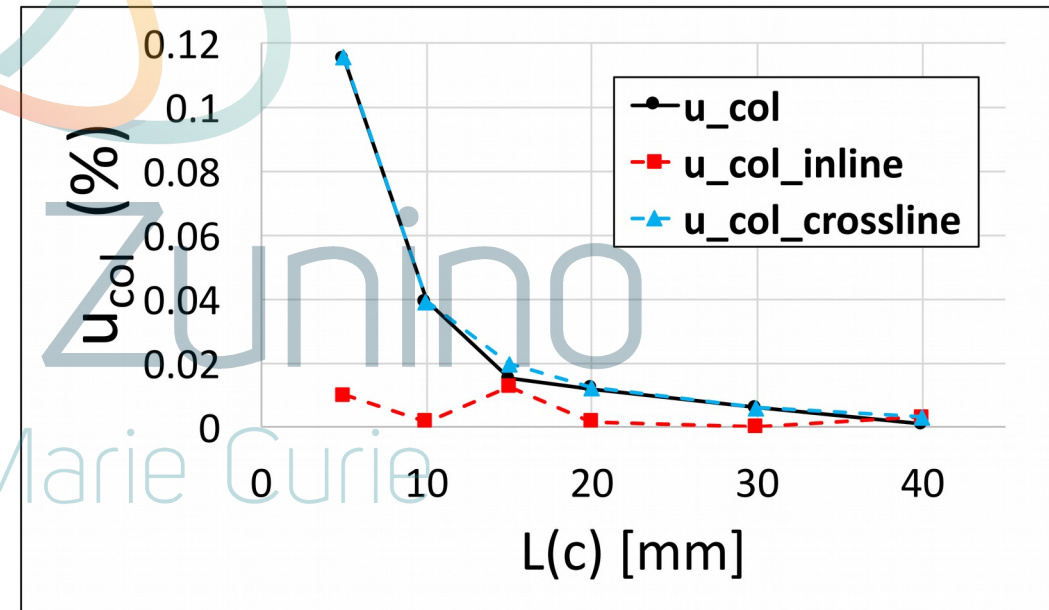
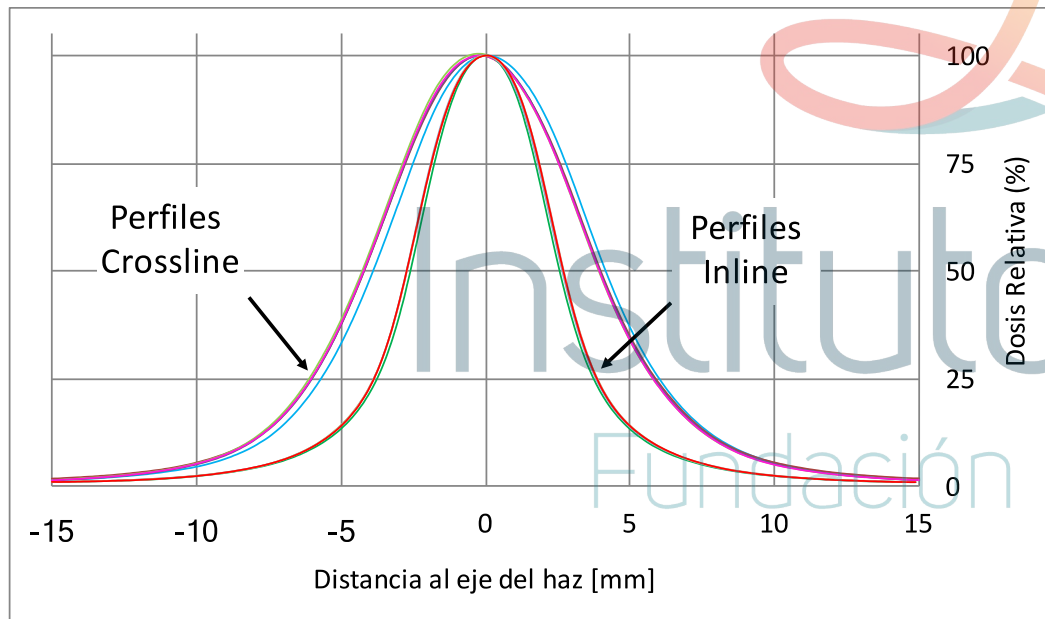
➔ Incertidumbres de Medición " u_M "



Métodos y resultados

Definición y estimación de u_M

$$u_M = \sqrt{u_{col}^2 + u_{scan}^2 + u_{mon}^2}$$

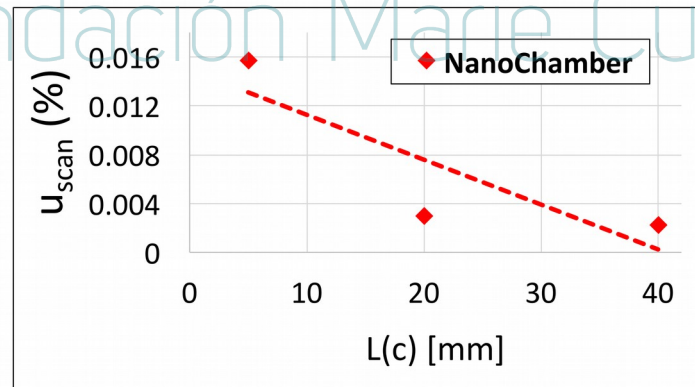
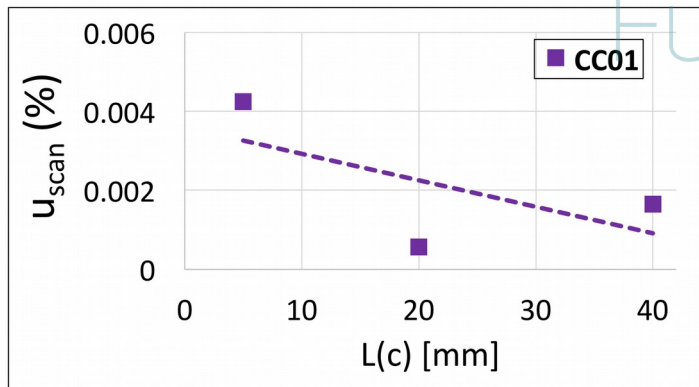
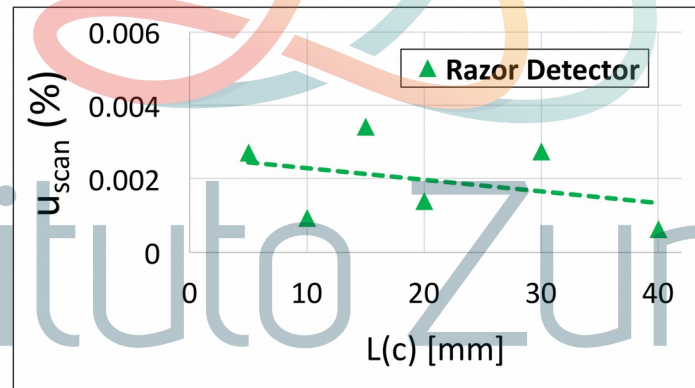
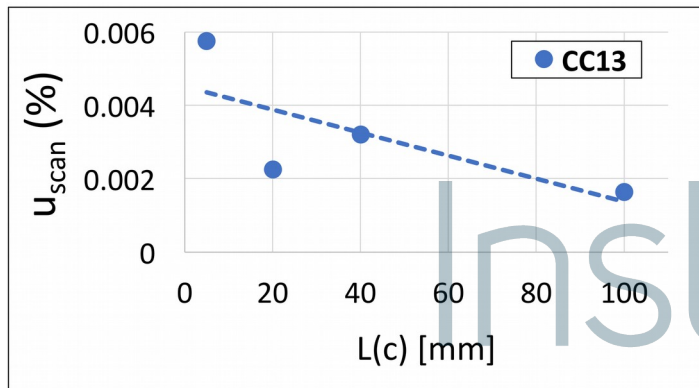


$$u_{col_T} = \sqrt{u_{PI}^2 + u_{PC}^2}$$

Métodos y resultados

$$u_M = \sqrt{u_{col}^2 + u_{scan}^2 + u_{mon}^2}$$

Definición y estimación de u_M

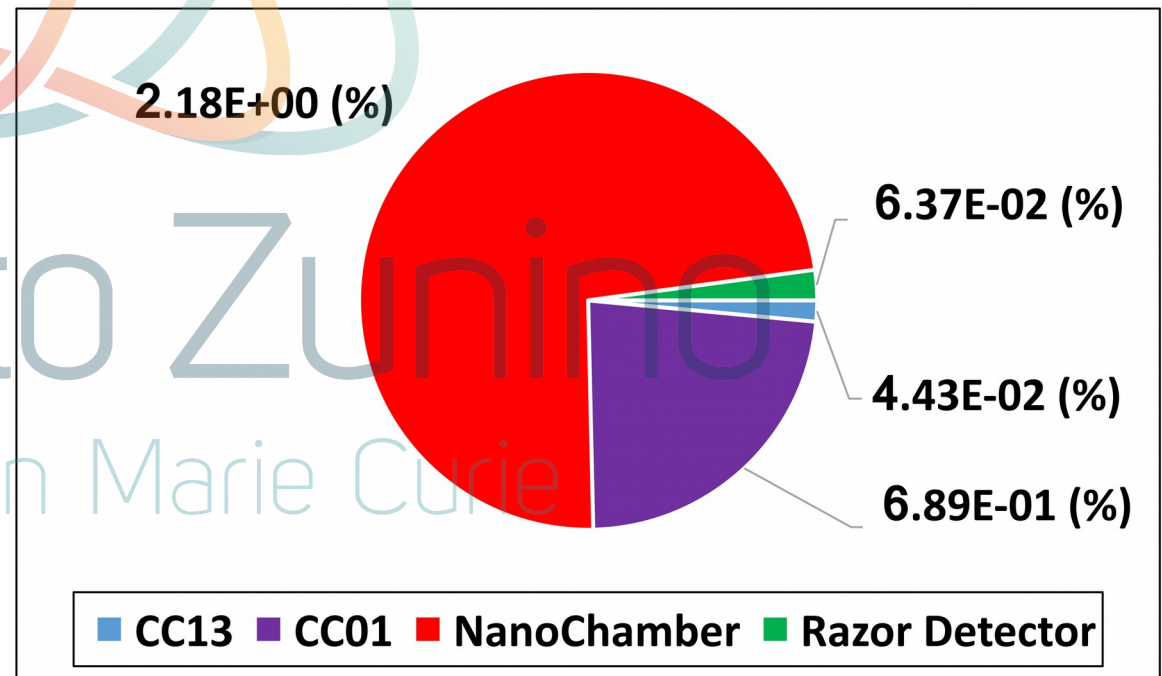
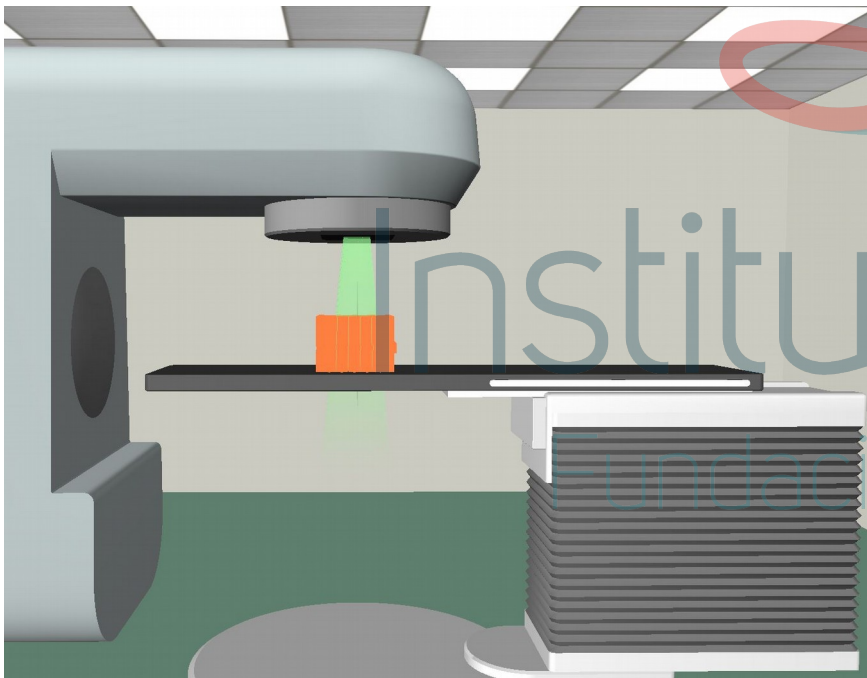


- Los niveles de incertidumbre son muy bajos (utilización de fantoma automático).
- Las incertidumbres son hasta tres veces más grandes para la nanoChamber.

Métodos y resultados

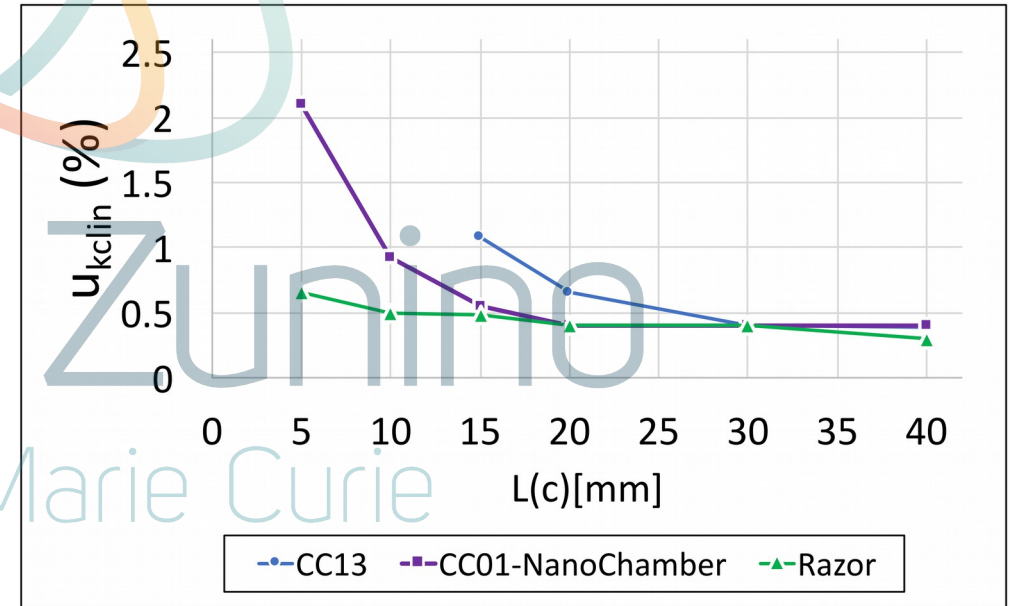
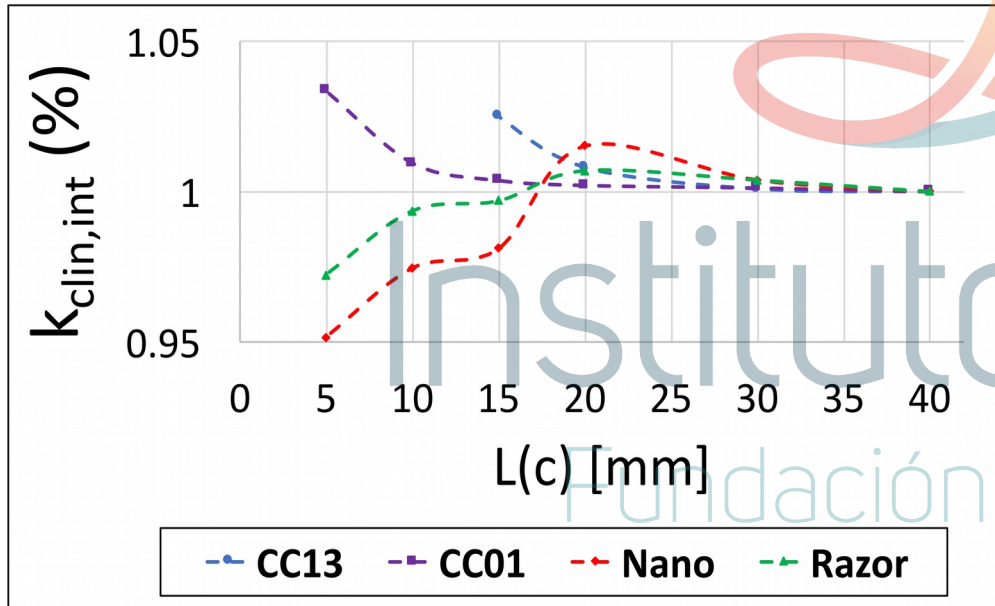
Definición y estimación de u_M

$$u_M = \sqrt{u_{col}^2 + u_{scan}^2 + u_{mon}^2}$$



Métodos y resultados

■ Incertidumbre del Factor de Corrección “ $k_{clin,msr}$ ”



$$k_{Q_{clin},Q_{int}}^{f_{clin},f_{int}} = \frac{k_{Q_{clin},Q_{msr}}^{f_{clin},f_{msr}}}{k_{Q_{int},Q_{msr}}^{f_{int},f_{msr}}}$$

$$u_{k_{clin,int}} = \sqrt{u_{k_{int,msr}}^2 + u_{k_{clin,msr}}^2}$$

Métodos y resultados

Estimación de la incertidumbre típica combinada

$$\Omega_{Q_{clin}^{f_{clin} f_{msr}} Q_{msr}^{f_{int}}} = \left[\frac{M_{Q_{int}}^{f_{int}}}{M_{Q_{msr}}^{f_{msr}}} \cdot k_{Q_{int} Q_{msr}}^{f_{int} f_{msr}} \right]_{CI} \cdot \left[\frac{M_{Q_{clin}}^{f_{clin}}}{M_{Q_{int}}^{f_{int}}} \cdot k_{Q_{clin} Q_{int}}^{f_{clin} f_{int}} \right]_{Det}$$

La expresión obtenida es la siguiente:

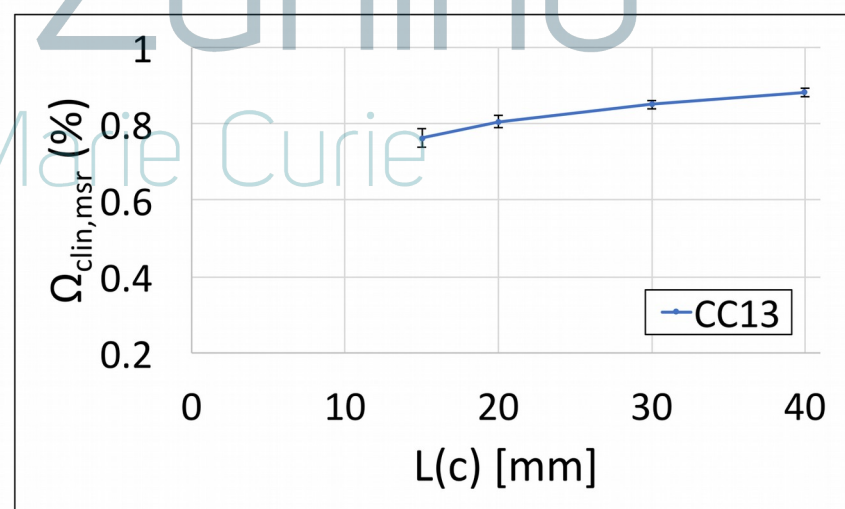
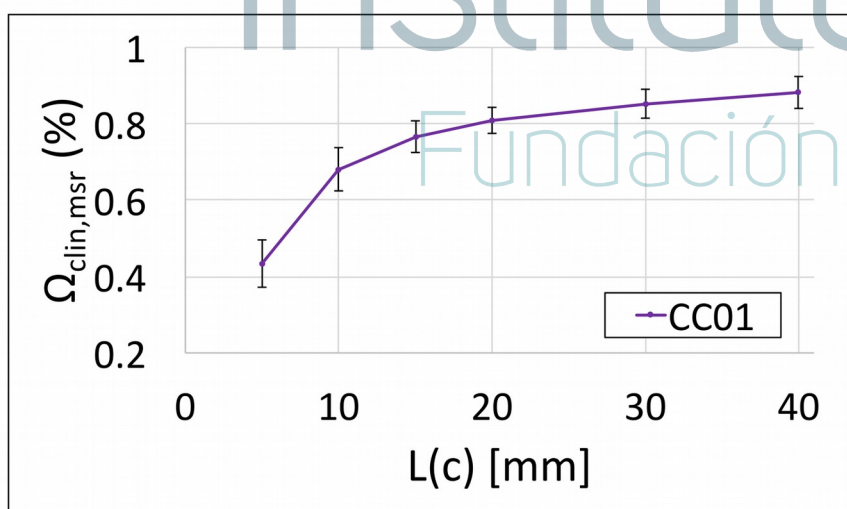
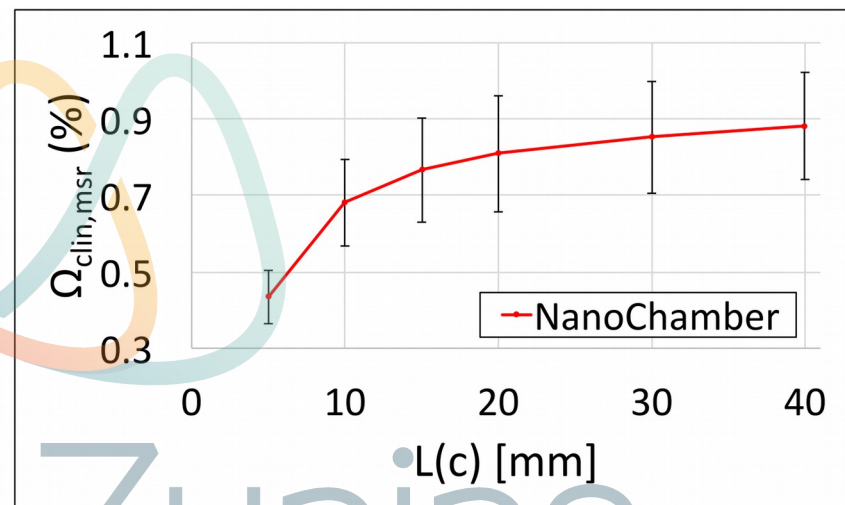
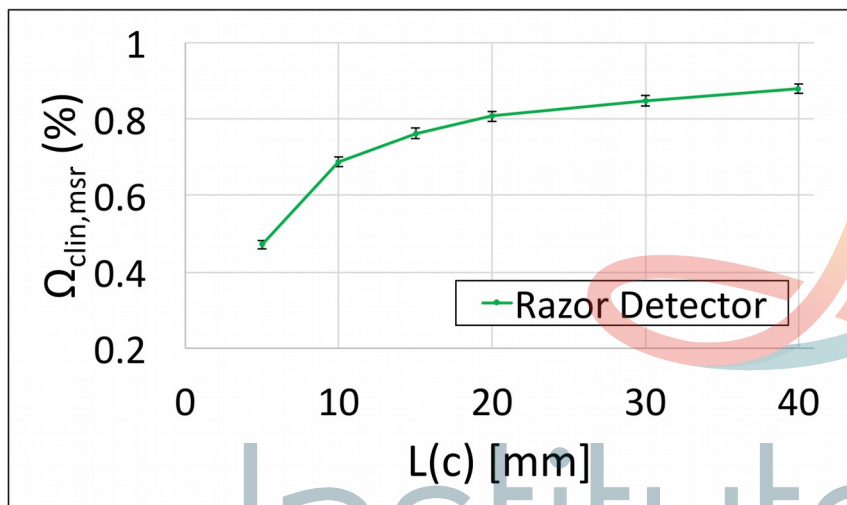
$$u_{\Omega_{clin,msr}} = \sqrt{[u_{M_{msr}}^2]_{CI} + [u_{M_{int}}^2]_{CI} + [u_{M_{int}}^2]_{Det} + [u_{M_{clin}}^2]_{Det} + [u_{k_{clin,int}}^2]_{Det}}$$

Valores de incertidumbre típica “ u_t ”

L(c)(S(c))[mm]	CC13 (%)	CC01 (%)	Nano (%)	Razor (%)
40 (41,2)	0,4	1,6	5,3	0,5
30 (31,4)	0,4	1,5	5,7	0,5
20 (21,2)	0,7	1,4	6,3	0,5
15 (16,2)	1,1	1,8	5,9	0,6
10 (11,2)	—	2,8	5,5	0,6
5 (6,9)	—	4,8	5,4	0,8

- Mejores resultados con el diodo estereotáctico (< 1% para todos los L(c)).
- Buenos resultados con CC13 hasta L(c)=20 mm.
- Se observan mayores niveles de incertidumbre con la CC01 y la NanoChamber.

Valores de incertidumbre expandida “U” ($k = 3$)



Conclusiones

- La metodología es directa, flexible y reproducible.
- Tiene el potencial de convertirse en medio de comparación entre instituciones.
- Las mayores contribuciones a la incertidumbre están relacionadas a $k_{clin,int}$ (CC13 y Razor Detector).
- El Razor Detector es el detector de preferencia para mediciones de campos pequeños en nuestro departamento de física ($U < 3\%$).
- Más mediciones deben llevarse a cabo con la NanoChamber para evaluar las incertidumbres asociadas a su uso.

Publicaciones relacionadas

- D. E. Tolabin, *Medidas de Dosimetría Relativa y Análisis de Incertidumbres en campos pequeños*, San Carlos de Bariloche, Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, 2017. <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/662/>
- D.E. Tolabin, R.A. Laguardia y S. Bianchini, *Implementation of a Novel Uncertainty Budget Determination Methodology for Small Field Dosimetry*, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018. IFMBE Proceedings, vol 68/3. Springer, Singapur, 2018. https://doi.org/10.1007/978-981-10-9023-3_113



¡Gracias por su Atención!



¿Preguntas?