



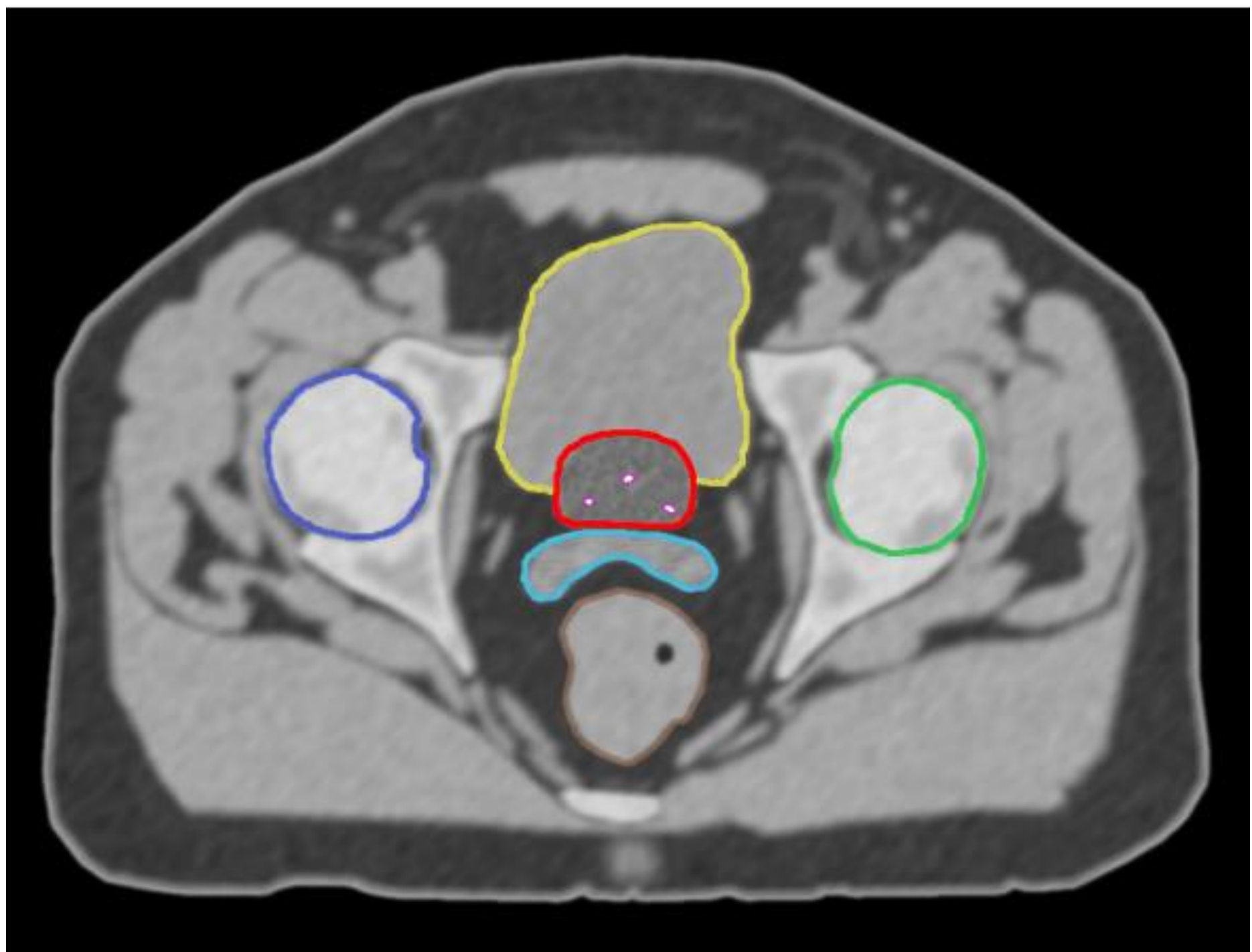
Implementación de la técnica de IMRT en un Servicio de Radioterapia

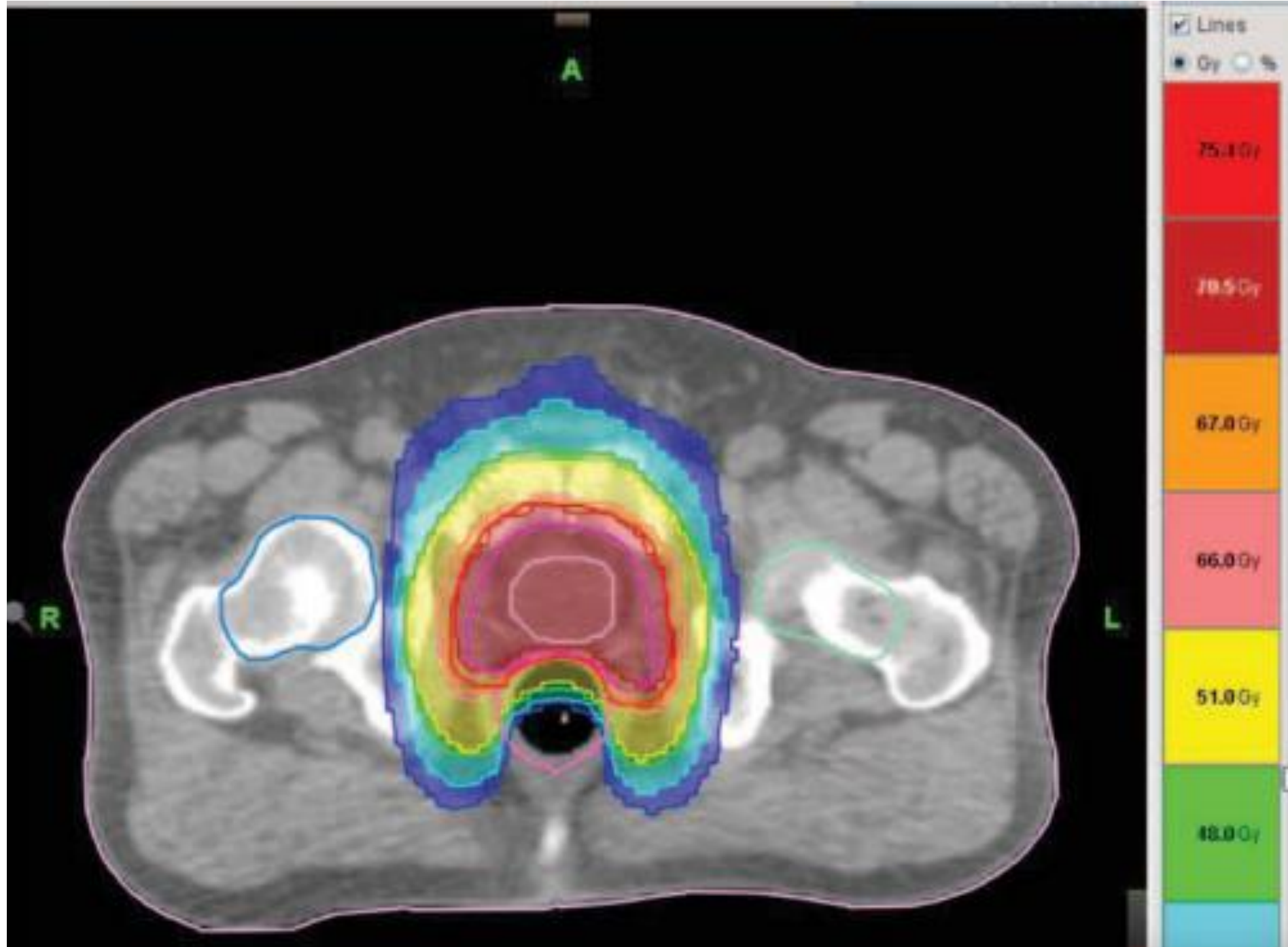
IMRT

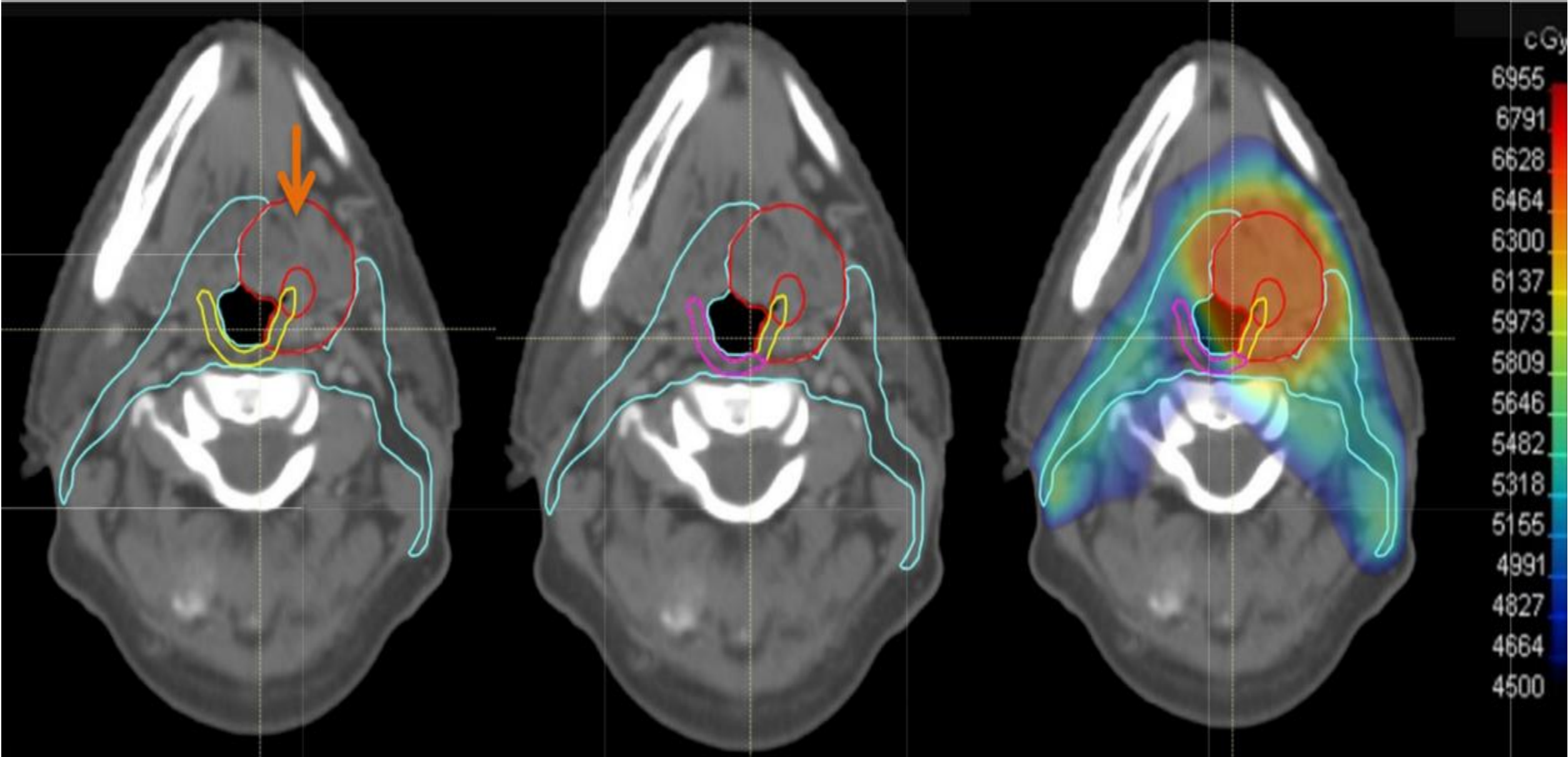
- ▶ La IMRT permite que la dosis de radiación se adapte con mayor precisión a la forma tridimensional del tumor mediante la modulación o el control de la intensidad del haz.
- ▶ Esto permite aumentar la dosis tumoral protegiendo los tejidos sanos, con un potencial aumento en la probabilidad de control tumoral y reducción de las complicaciones agudas y crónicas asociadas.

Aumento del TCP

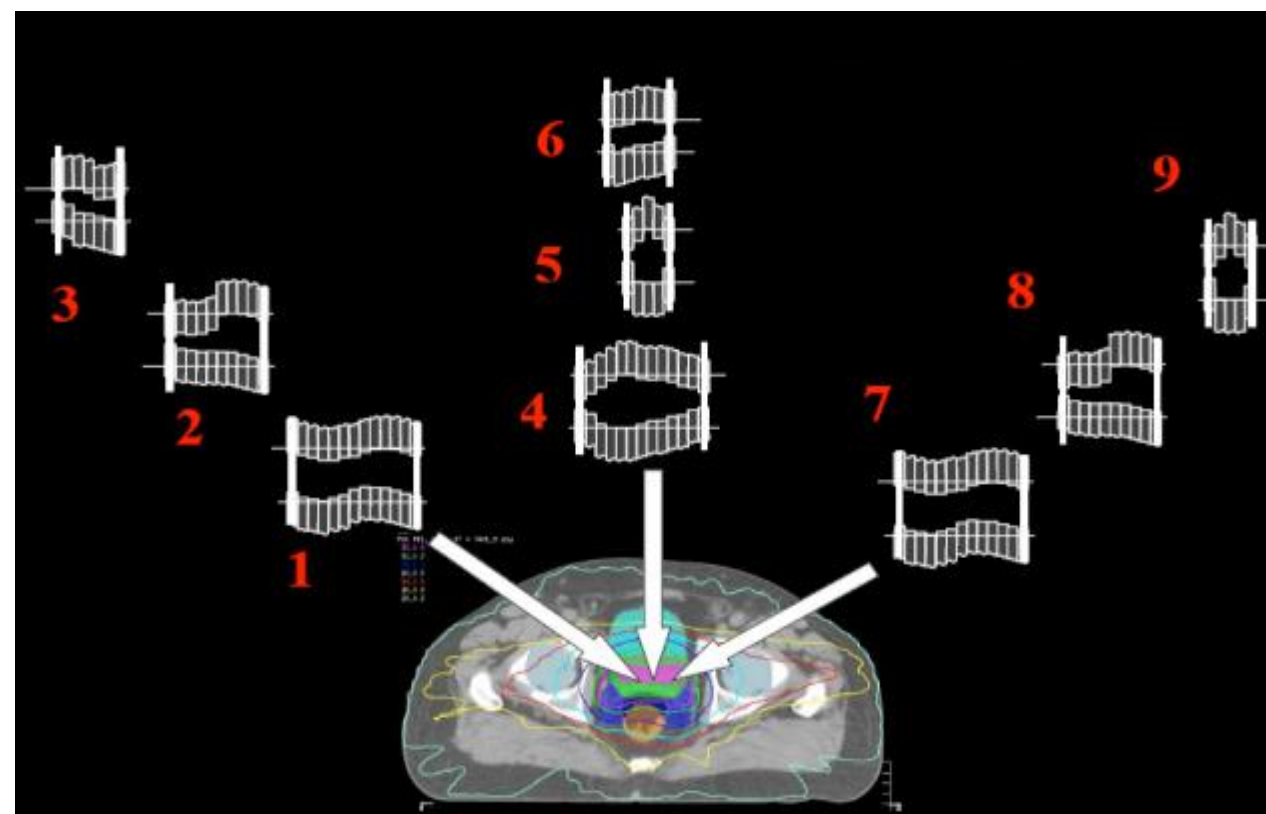
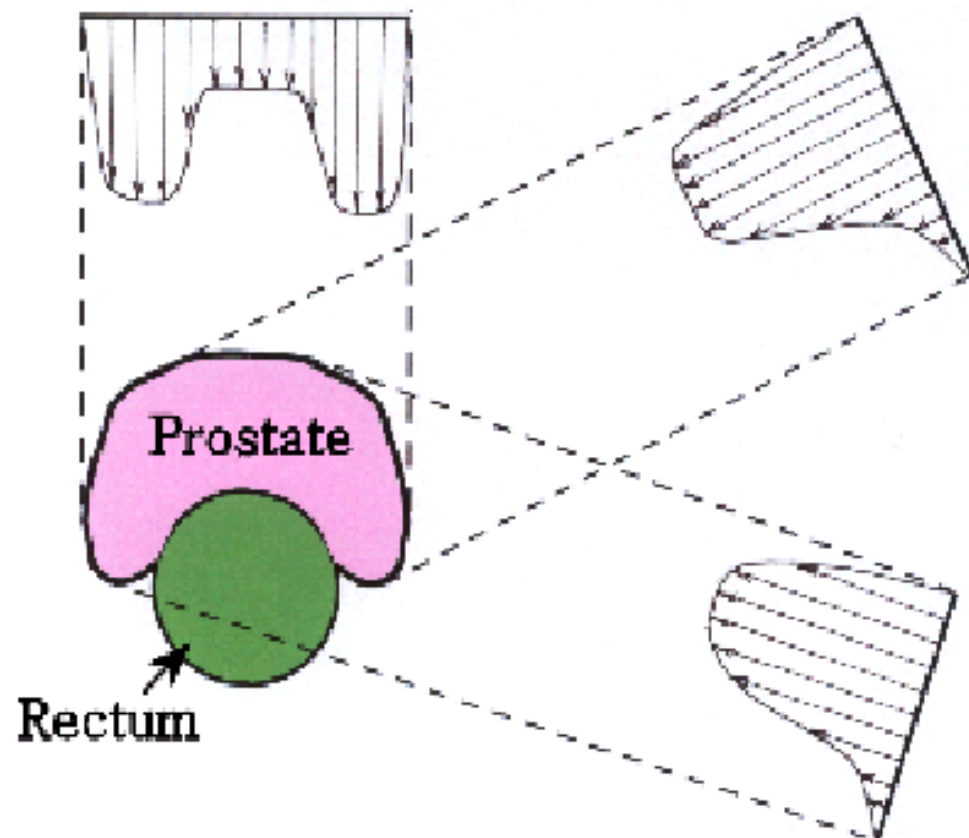
Disminución del NTCP







IMRT: Técnica step and shoot



IMRT: Técnica step and shoot



IMRT: Técnica step and shoot



IMRT: Técnica step and shoot



IMRT: Técnica step and shoot



Controles de Calidad

En el año 2009 se publicó el TG-119 de la AAPM el cual presenta una serie de test que se han realizar con el fin de lograr el comisionamiento del colimador multihojas para la técnica IMRT.

Por otra parte en Europa el ESTRO BOOKLET NO. 9: GUIDELINES FOR THE VERIFICATION OF IMRT también mostro las recomendaciones que se deben seguir para el comisionamiento de la técnica IMRT.

Ambos estudios tuvieron la participación de diferentes instituciones las cuales publicaron los resultados obtenidos en cada uno de sus centros con el fin de comparar las diferentes técnicas utilizadas y los resultados esperados para cada uno de los test.

Como una de las grandes conclusiones en cada uno de estos estudios se identificó la necesidad de contar con el control de calidad para determinar; la dosis suministrada; la evaluación del índice gamma y la evaluación por lo menos en un plano de la distribución de dosis

Controles de Calidad

Un sistema de control de calidad será un conjunto de acciones necesarias para asegurar que un producto se adecúa a unos determinados estándares de calidad.

Por tanto, un programa de control de calidad requiere la existencia de los siguientes elementos para un tratamiento de radioterapia:

1. Evaluación clínica.
2. Decisión terapéutica.
3. Simulación: Obtención de imágenes 3D.
4. Contorneo: Localización del volumen blanco y de los órganos de riesgo.
5. Planificación del tratamiento
6. Evaluación y selección del plan de tratamiento.
7. Verificación dosimétrica y chequeos.
8. Posicionamiento del paciente.
9. Administración del Tratamiento.
10. Seguimiento al tratamiento

Controles de Calidad

Un sistema de control de calidad será un conjunto de acciones necesarias para asegurar que un producto se adecúa a unos determinados estándares de calidad.

Por tanto, un programa de control de calidad requiere la existencia de los siguientes elementos para un tratamiento de radioterapia:

1. Evaluación clínica.
2. Decisión terapéutica.
3. Simulación: Obtención de imágenes 3D.
4. Contorneo: Localización del volumen blanco y de los órganos de riesgo.
- 5. Planificación del tratamiento**
6. Evaluación y selección del plan de tratamiento.
- 7. Verificación dosimétrica y chequeos.**
8. Posicionamiento del paciente.
9. Administración del Tratamiento.
10. Seguimiento al tratamiento

Controles de Calidad

Una de las principales características de la técnica IMRT consiste en generar campos de tamaño pequeño, del orden de los 2cmx2cm; lo cual implica un cuidado especial desde el punto de vista dosimétrico dado que habitualmente los procedimientos utilizados durante técnicas convencionales tratan campos de tamaños del orden de los 10cmx10cm.

Estos campos pequeños son generados en su mayoría por las multihojas en el proceso de modulación, por lo que resulta de vital importancia realizar un buen comisionamiento dosimétrico de las multihojas en especial los efectos de la transmisión y su respectivo ingreso en sistema de planeación, cuyos efectos se ven reflejados directamente en el plan de tratamientos

Equipos de dosimetría de IMRT

Dosimetría puntual mediante cámaras de ionización

- ▶ Las cámaras de ionización (CI) cilíndricas son usadas para mediciones puntuales por su excelente estabilidad, respuesta lineal, reducida dependencia angular y energética, y trazabilidad a un centro de referencia. Por los requerimientos de alta resolución espacial de IMRT se buscan principalmente cámaras de tipo dedal de pequeño tamaño.
- ▶ Estas cámaras mejoran la medición en penumbra y otras zonas de alto gradiente respecto a las cámaras convencionales, reducen el efecto pasa bajos espacial producido por promedio volumétrico y logran asemejar mejor la medición a una dosimetría “puntual” para comparar punto a punto con la planificación.

Equipos de dosimetría de IMRT



Volumen de la cavidad de 0,003 ccm

Equipos de dosimetría de IMRT

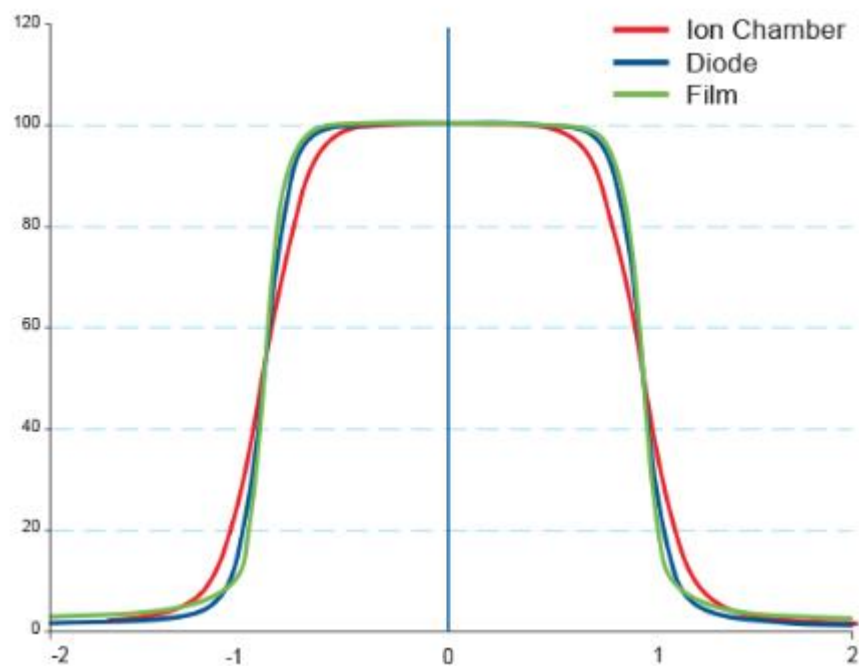
Dosimetría puntual mediante dosímetros de estado sólido

- ▶ Son muy recomendables para aplicaciones de dosimetría puntual en campos pequeños e IMRT debido a su pequeño volumen activo (alta resolución espacial) y su alta sensibilidad.
- ▶ Tienen la desventaja de ser más sensibles a las bajas energías y tener dependencia angular.
- ▶ Otra desventaja es que los diodos pierden sensibilidad con la radiación por daño irreversible, por lo que deben ser calibrados periódicamente dependiendo de su uso y eventualmente descartados.

Equipos de dosimetría de IMRT



Area (0.64 mm²) & Volume (0.019 mm³)



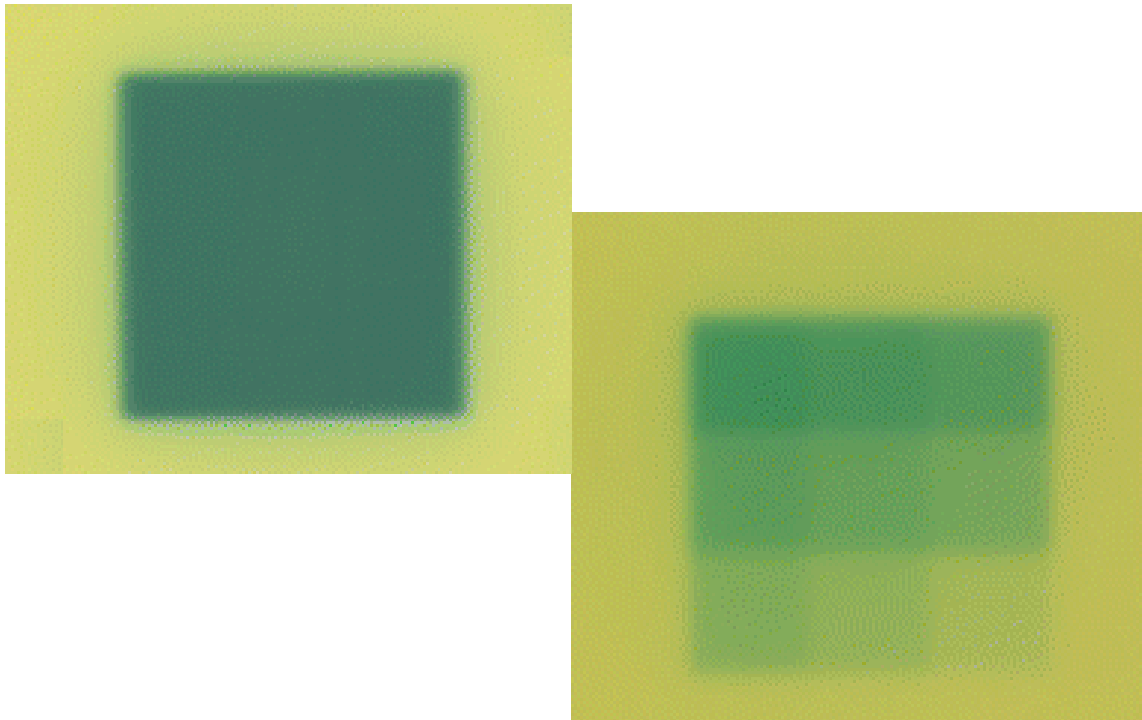
Equipos de dosimetría de IMRT

Dosimetría 2D por películas radiográficas

- ▶ La dosimetría de mapas de dosis en regiones de alto gradiente es problemática con los métodos convencionales. Las cámaras de ionización y detectores de estado sólido son útiles para mediciones puntuales, pero aun no pueden usarse rutinariamente en dosimetría 2D de alta resolución espacial.
- ▶ Las películas radiocrómicas tienen respuesta similar al tejido equivalente, no requieren de un post-procesamiento químico, son poco sensibles a la luz, son fáciles de manipular y mantienen la alta resolución espacial de las antiguas películas.

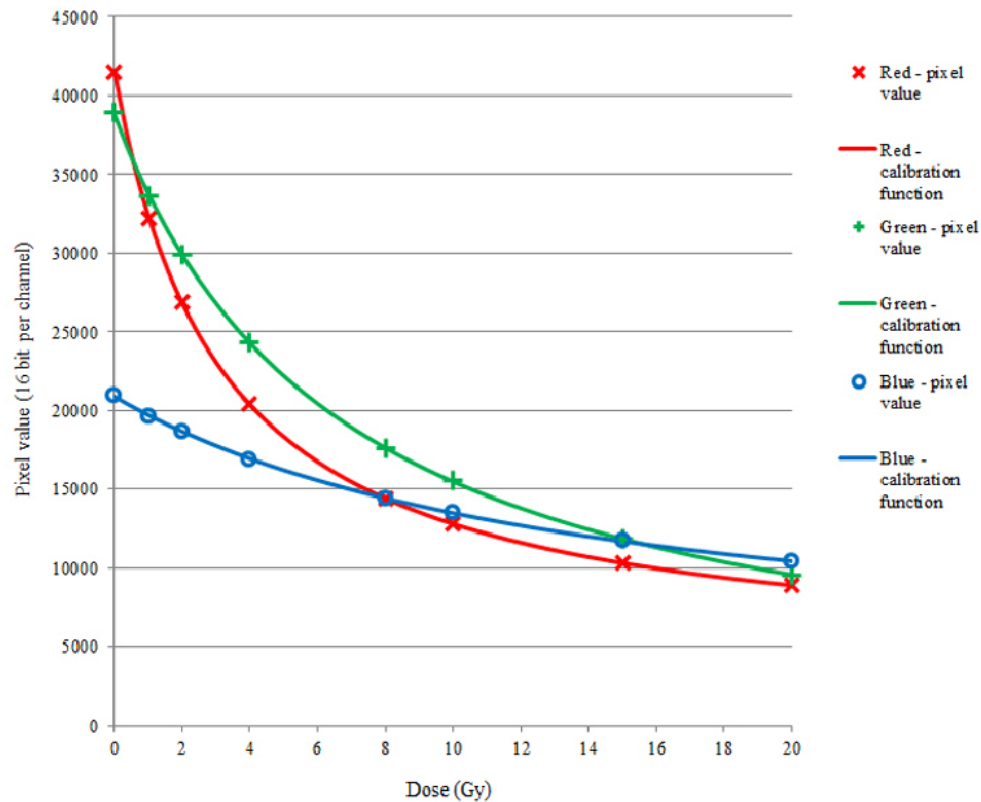
Equipos de dosimetría de IMRT

Dosimetría 2D por películas radiográficas



Equipos de dosimetría de IMRT

Escáner Epson V600

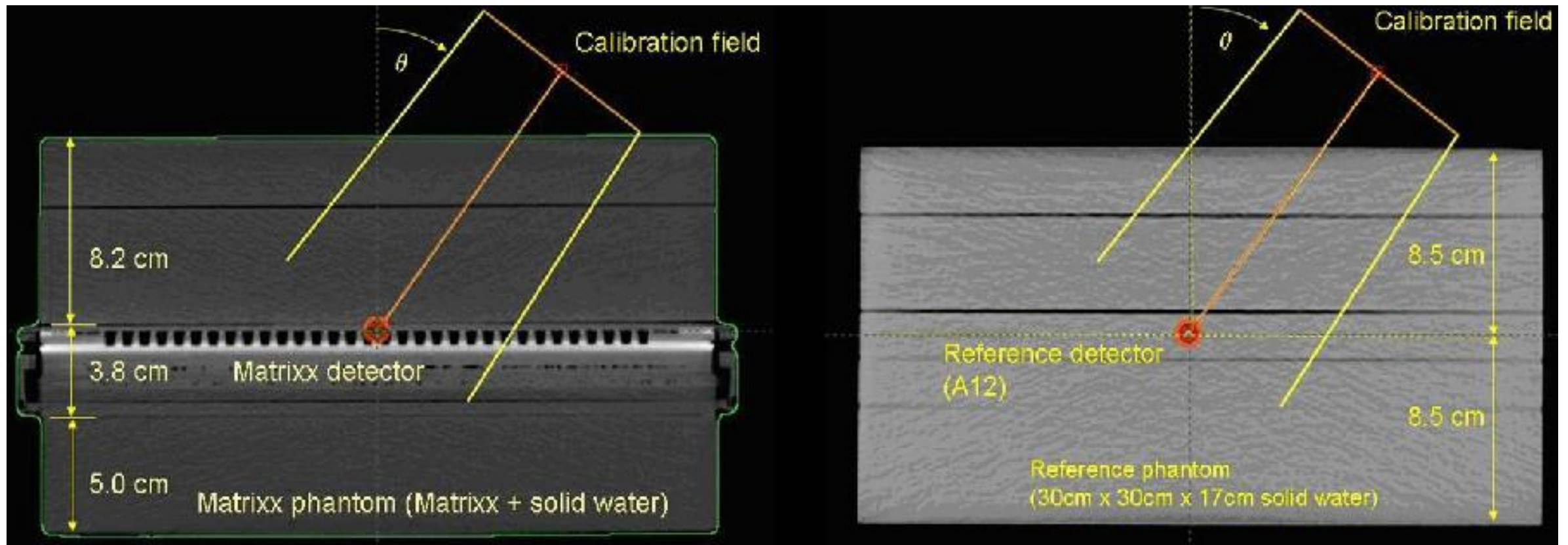


Equipos de dosimetría de IMRT

Arreglo bidimensional de cámaras de ionización



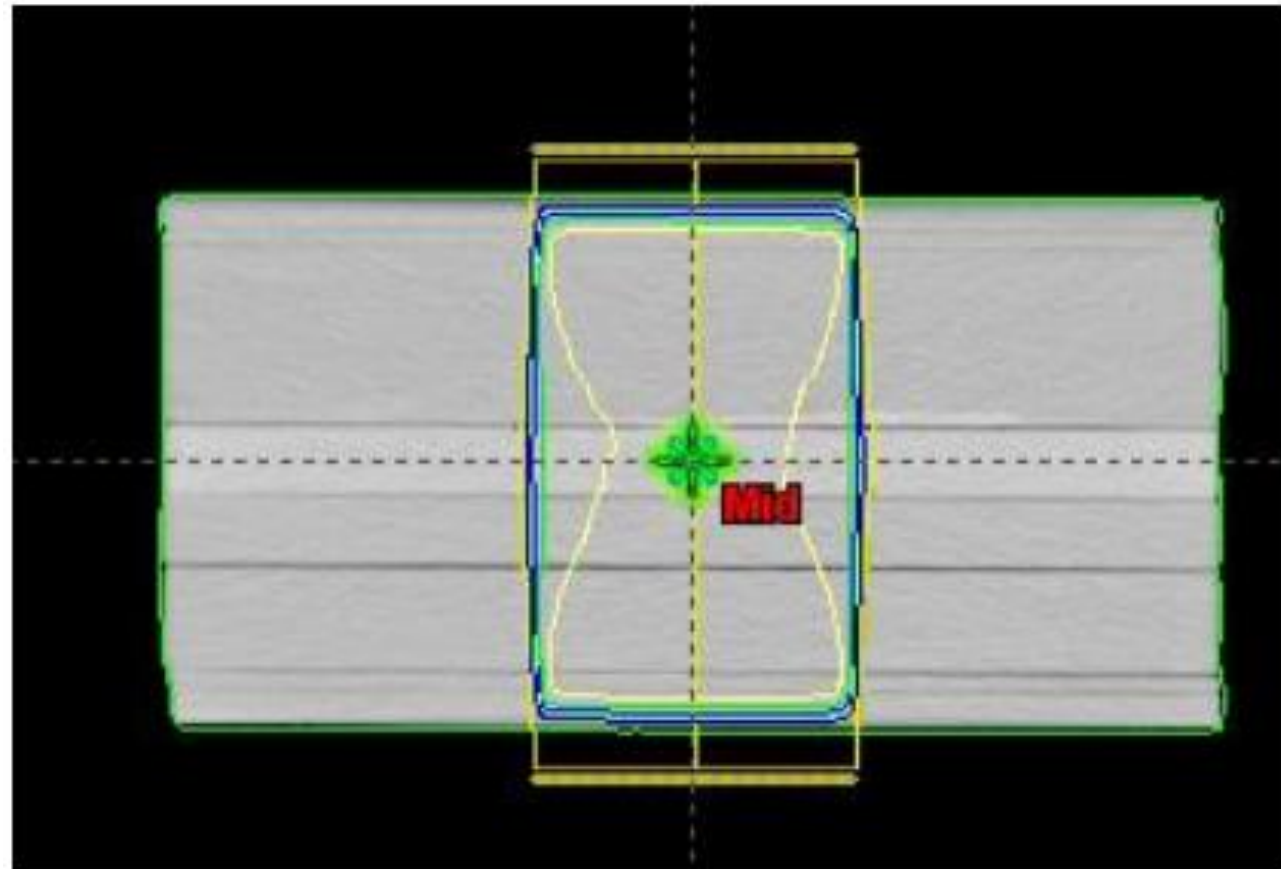
Equipos de dosimetría de IMRT



Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test preliminares

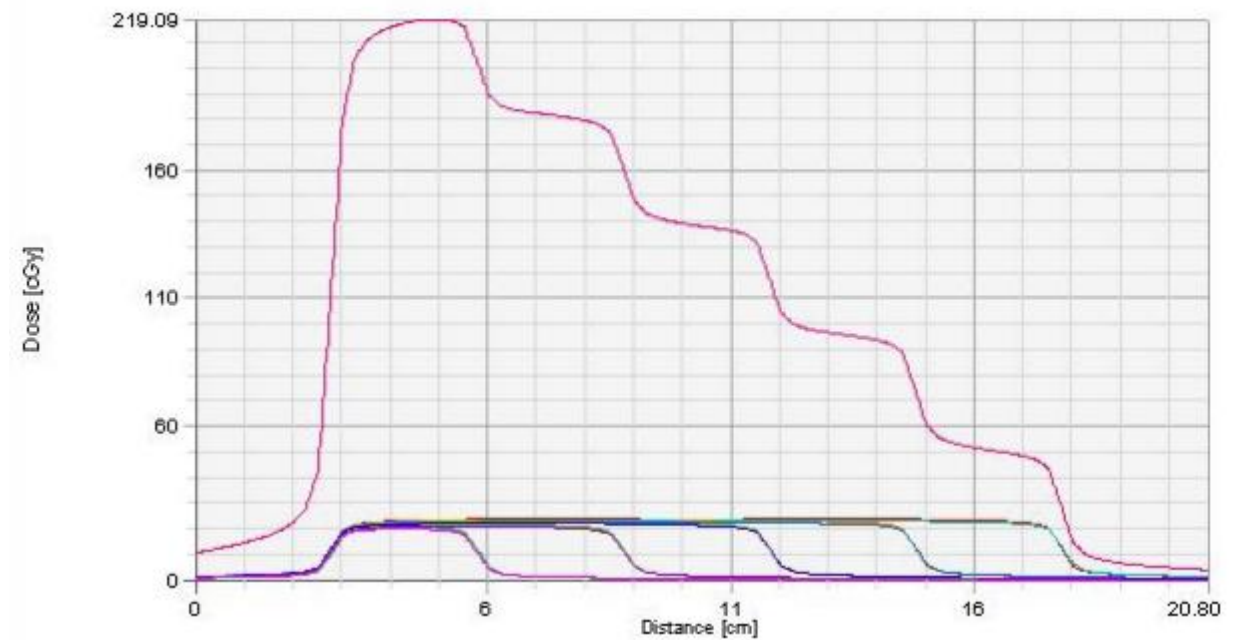
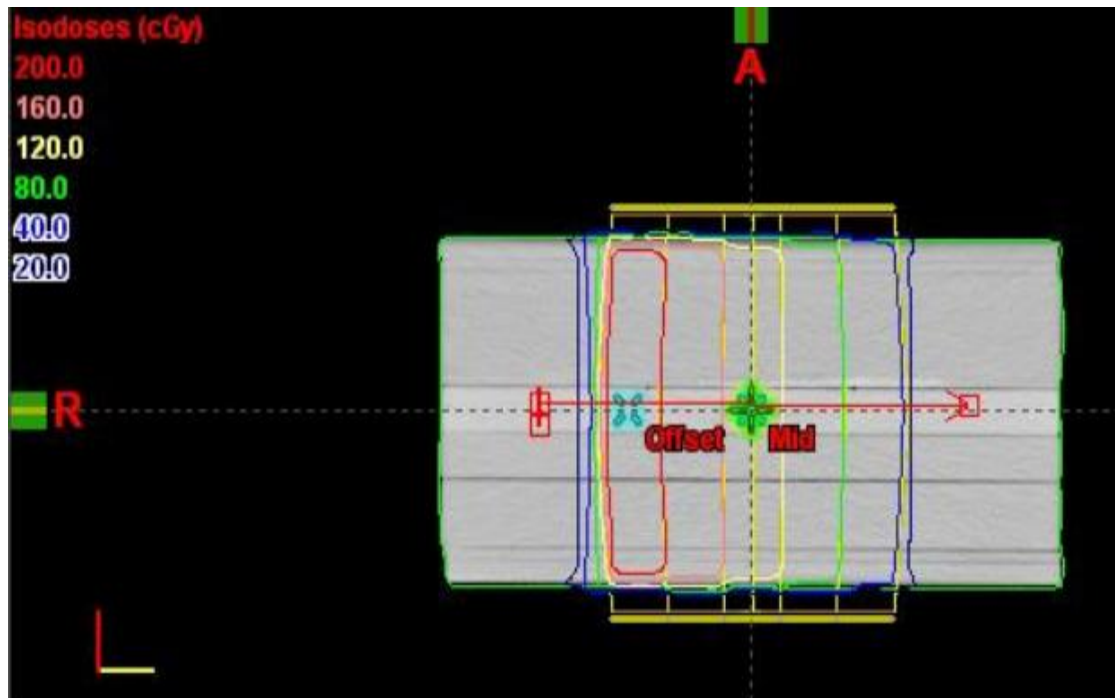
P1: AP:PA



Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test preliminares

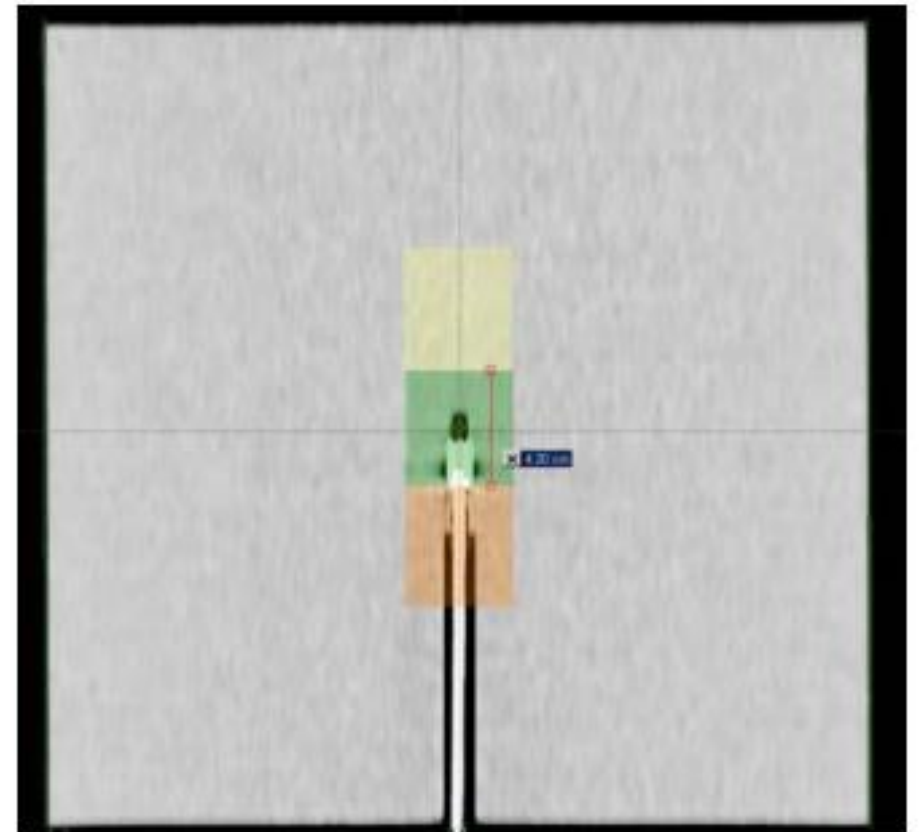
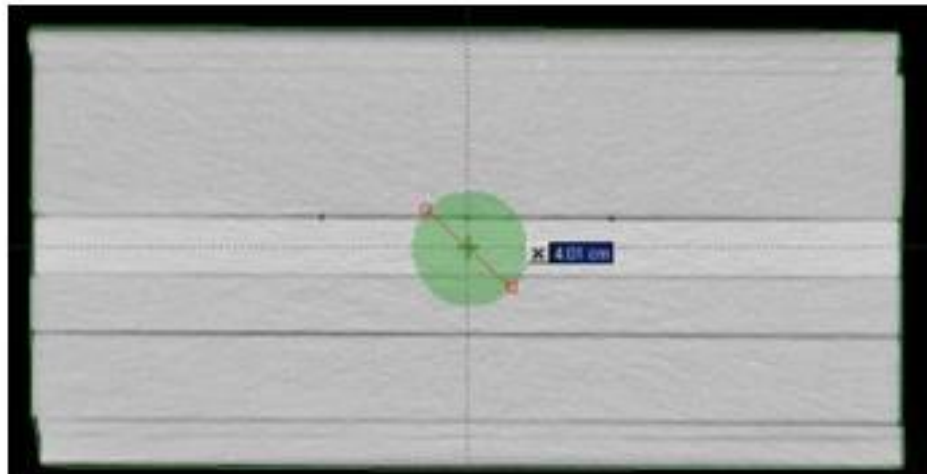
P2: Bands



Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test de comisionamiento

C1: MultiTarget



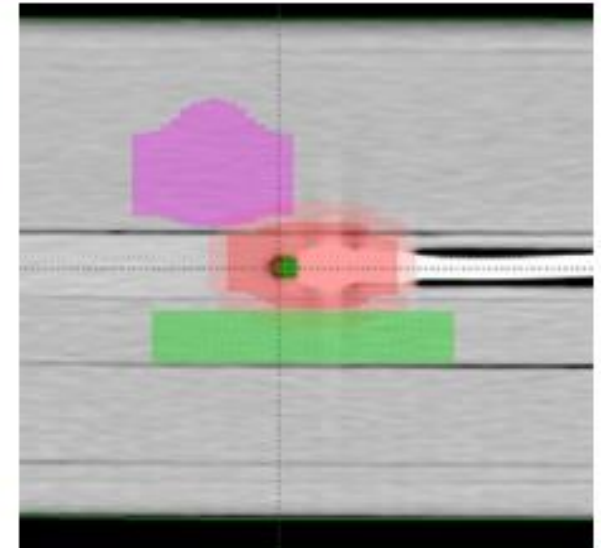
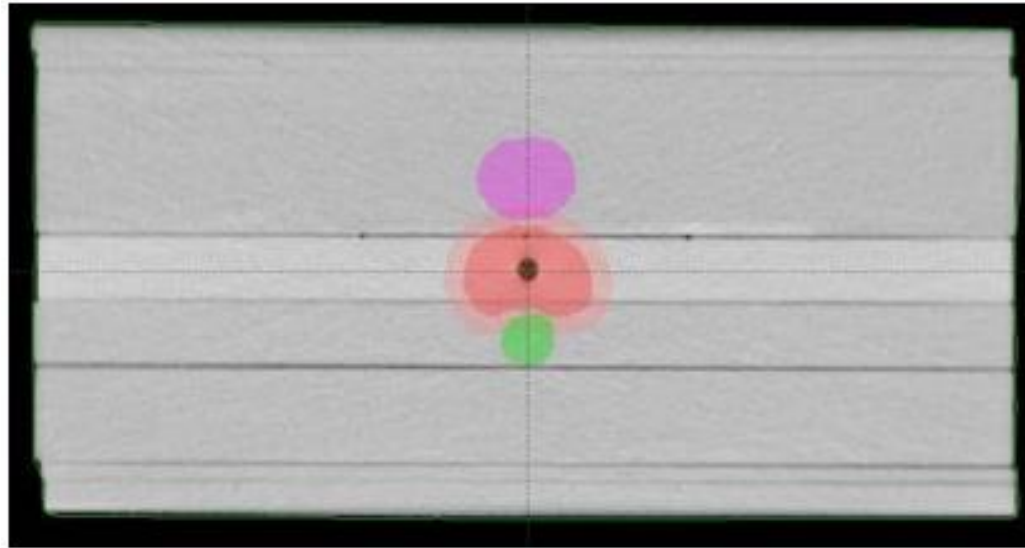
Dose goals

Structure		
Central target	99% of volume to receive at least 5000 cGy	10% of volume to receive no more than 5300 cGy
Superior target	99% of volume to receive at least 2500 cGy	10% of volume to receive no more than 3500 cGy
Inferior target	99% of volume to receive at least 1250 cGy	10% of volume to receive no more than 2500 cGy

Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test de comisionamiento

C2: Mock Prostate



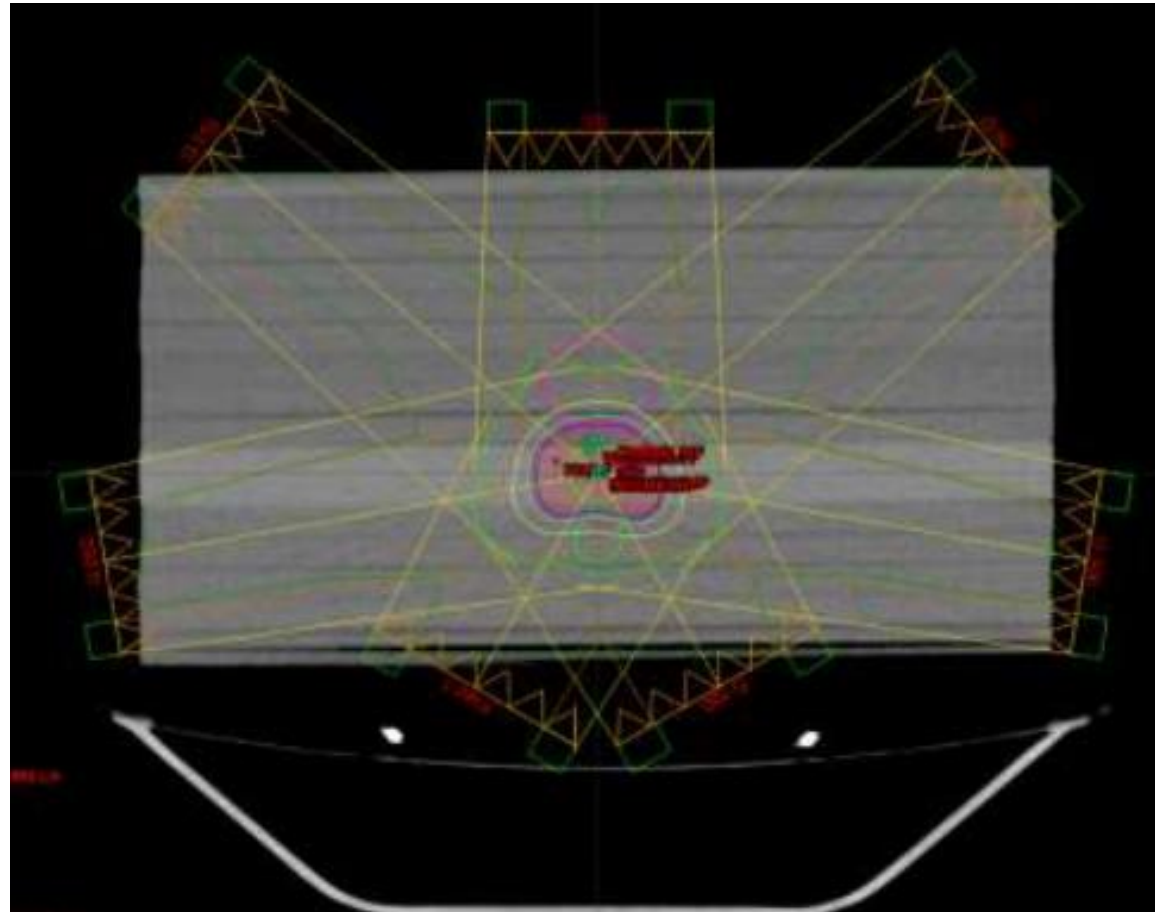
Dose goals

Structure		
Prostate PTV	95% of volume to receive at least 7560 cGy	5% of volume to receive no more than 8300 cGy
Rectum	30% of volume to receive no more than 7000 cGy	10% of volume to receive no more than 7500 cGy
Bladder	30% of volume to receive no more than 7000 cGy	10% of volume to receive no more than 7500 cGy

Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test de comisionamiento

C2: Mock Prostate



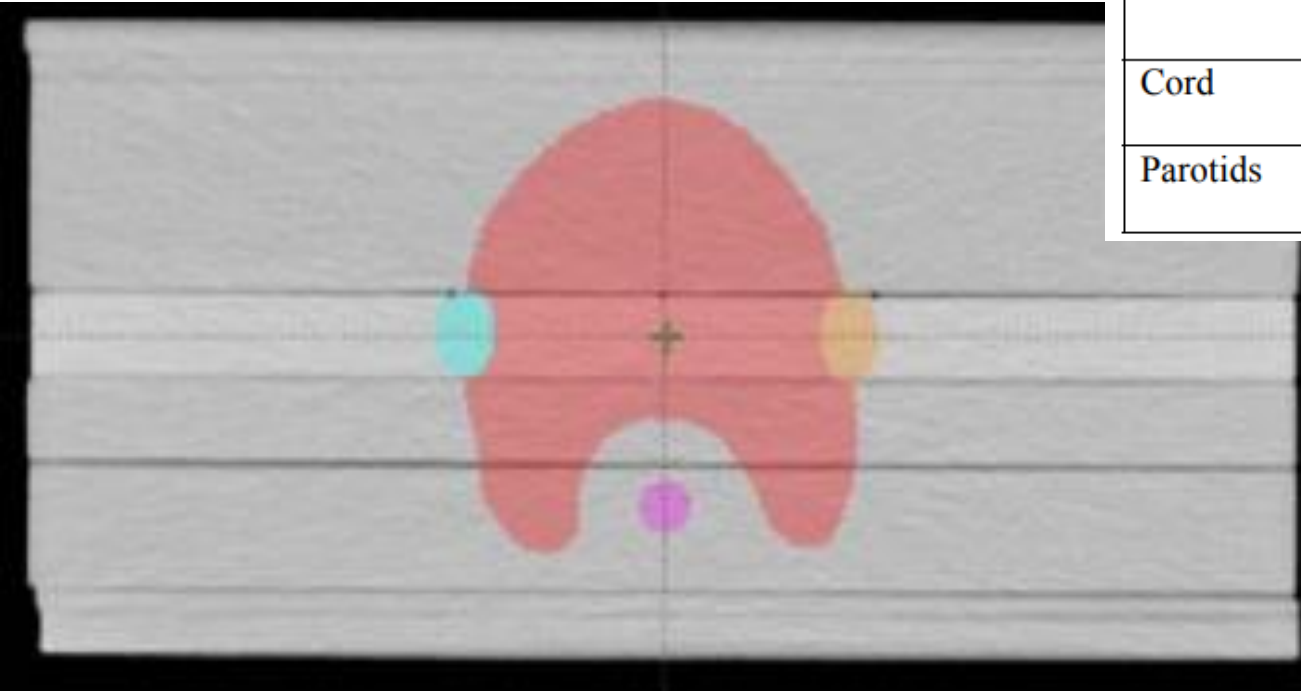
Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test de comisionamiento

C3: Mock Head/Neck

Dose goals

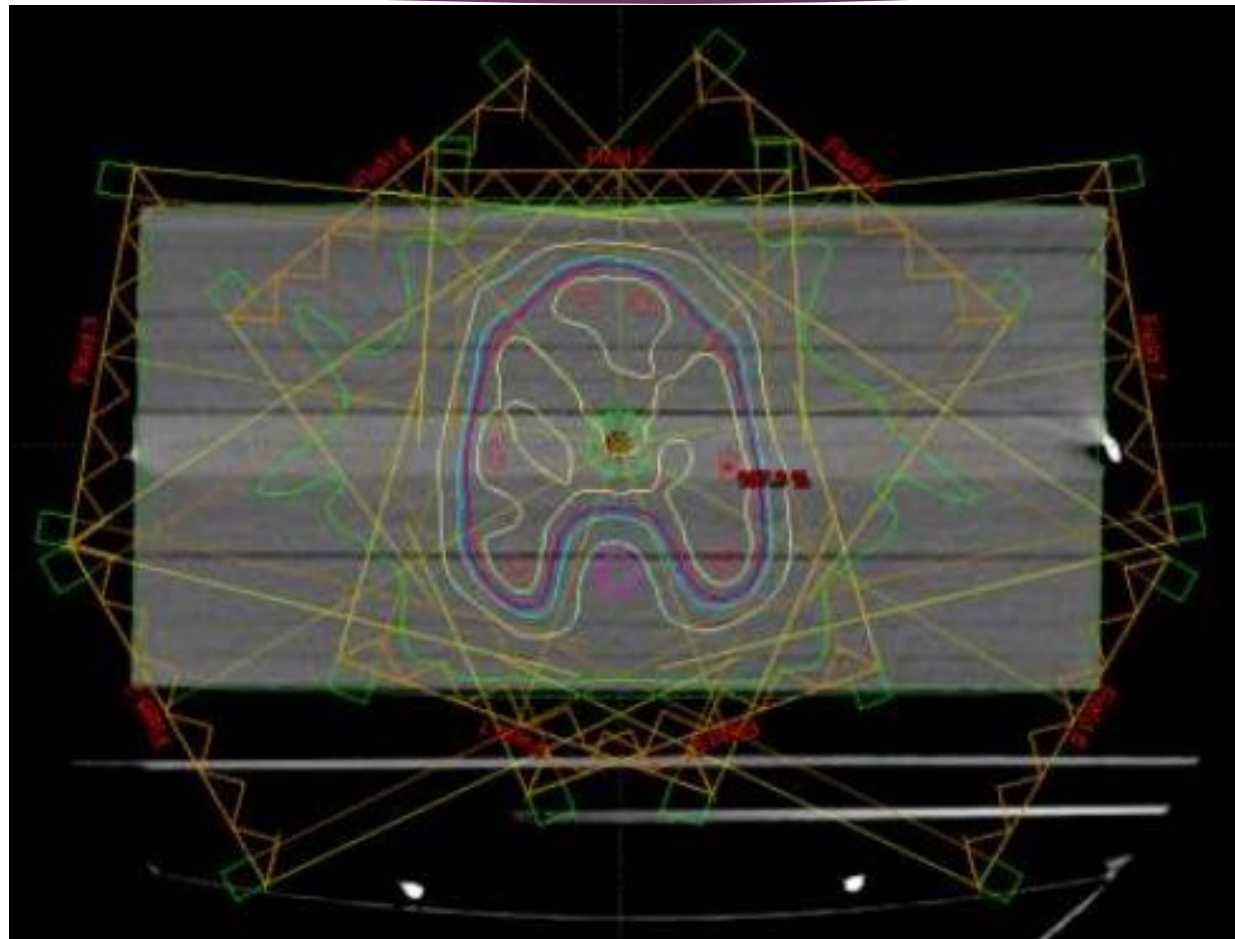
Structure		
HN PTV	90% of volume to receive at least 5000 cGy	99% of volume to receive at least 4650 cGy
	No more than 20% of volume to receive more than 5500 cGy	
Cord	No part of volume to receive more than 4000 cGy	
Parotids	50% of volume to receive less than 2000 cGy	



Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test de comisionamiento

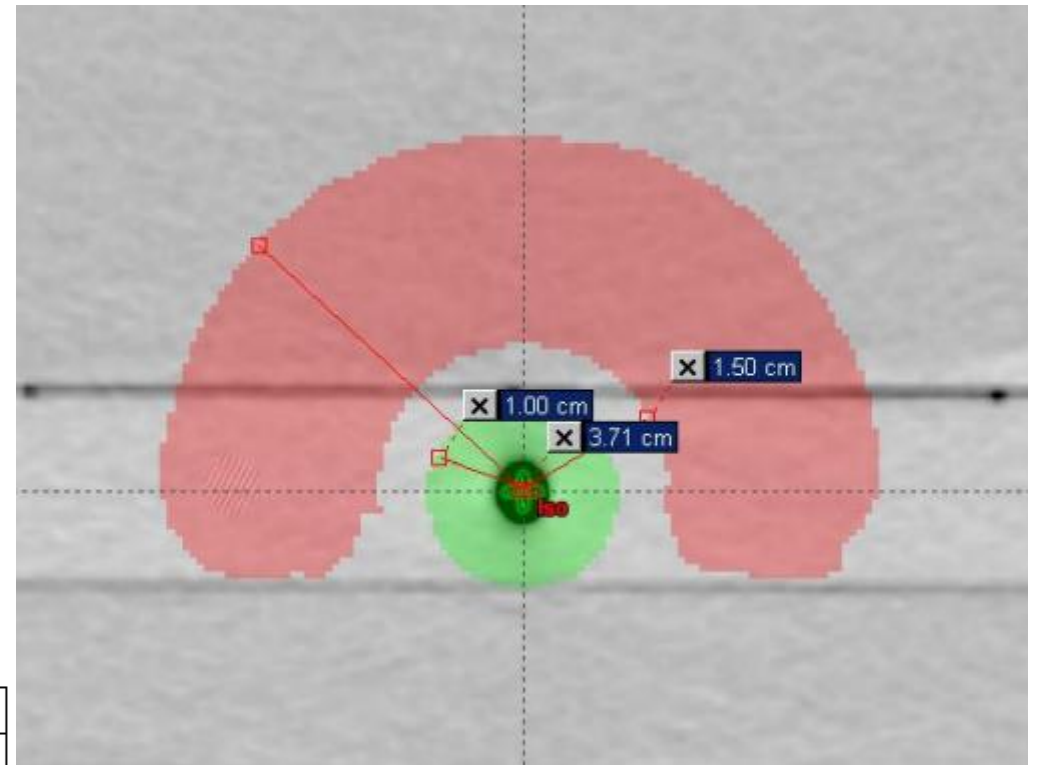
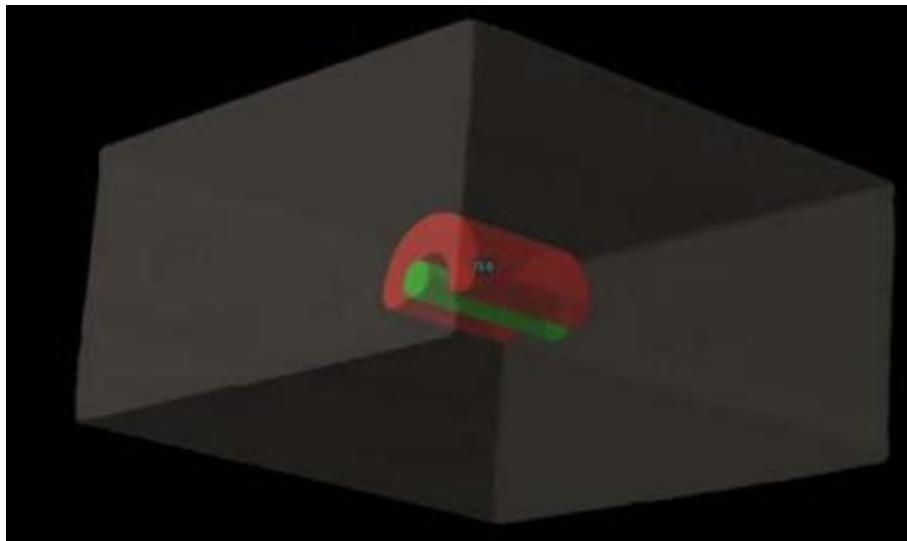
C3: Mock Head/Neck



Comisionamiento. TG 119 AAPM

Test de comisionamiento

C4: C-Shape

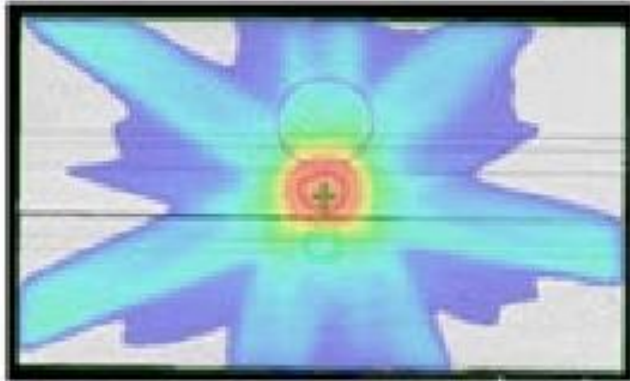


Dose goals (easier version)

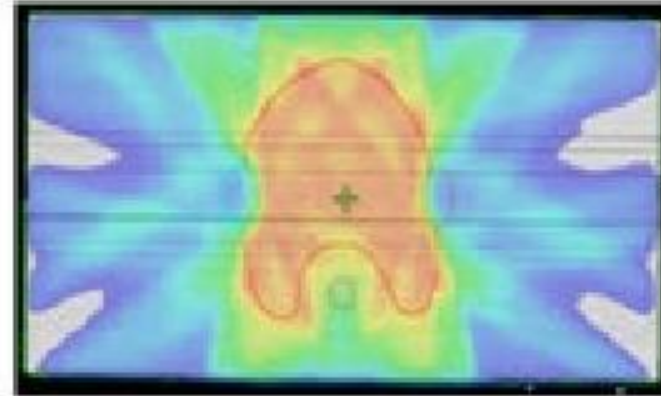
Structure		
CShape PTV	95% of volume to receive at least 5000 cGy	10% of volume to receive no more than 5500cGy
Core	5% of volume to receive no more than 2500 cGy	

Comisionamiento. TG 119 AAPM

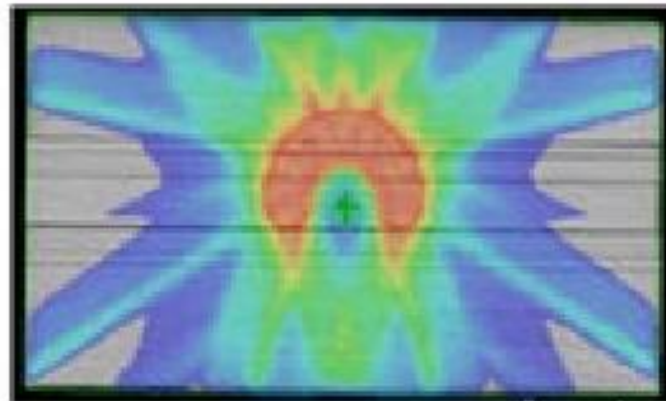
Test
Prostate



Test Head
and Neck



C - Shape



Comisionamiento. TG 119 AAPM

IMRT test cases

Chamber measurements

test	prescribed dose/frac	location	measured dose	planned dose	high dose region (meas-plan)/presc	low dose region (meas-plan)/presc
MultiTarget		isocenter				
		4 cm superior				
		4 cm inferior				
Prostate		isocenter				
		2.5 cm posterior				
Head/Neck		isocenter				
		4.0 cm posterior				
CShape (easy)		isocenter				
		2.5 cm anterior				
CShape (hard)		isocenter				
		2.5 cm anterior				
		mean				
		standard deviation				
		confidence limit = mean + 1.96 σ				

Comisionamiento. TG 119 AAPM

Film measurements in phantom

test	plane	% gamma pass
MultiTarget	isocenter	
Prostate	isocenter	
	2.5 cm posterior	
Head/Neck	isocenter	
	4.0 cm posterior	
CShape (easy)	isocenter	
	2.5 cm anterior	
CShape (hard)	isocenter	
	2.5 cm anterior	
mean		
standard deviation		
confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96 \sigma$		

Comisionamiento. TG 119 AAPM

Field-by-Field % Gamma pass

Field	MultiTarget	Prostate	Head/Neck	CShape (easy)	CShape (hard)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
mean					
overall mean					
standard deviation					
confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96 \sigma$					

Comisionamiento. TG 119 AAPM

