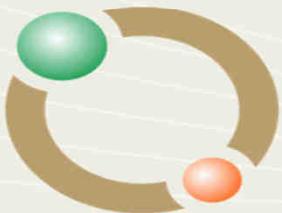


# Definición y protocolos de control para tecnología estándar: Radioterapia convencional 2D. Simulación con simulador 2D y planificador 2D

**Edgardo Garrigó**

Instituto de Radioterapia – Fundación Marie Curie, Córdoba

[egarrigo@radioncologia-zunino.org](mailto:egarrigo@radioncologia-zunino.org)



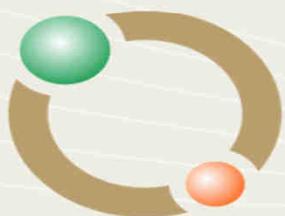
**INSTITUTO DE RADIOTERAPIA  
FUNDACIÓN MARIE CURIE**

PROGRAMA DE EDUCACION CONTINUA  
FUNDACIÓN MARIE CURIE 2013 - 2014

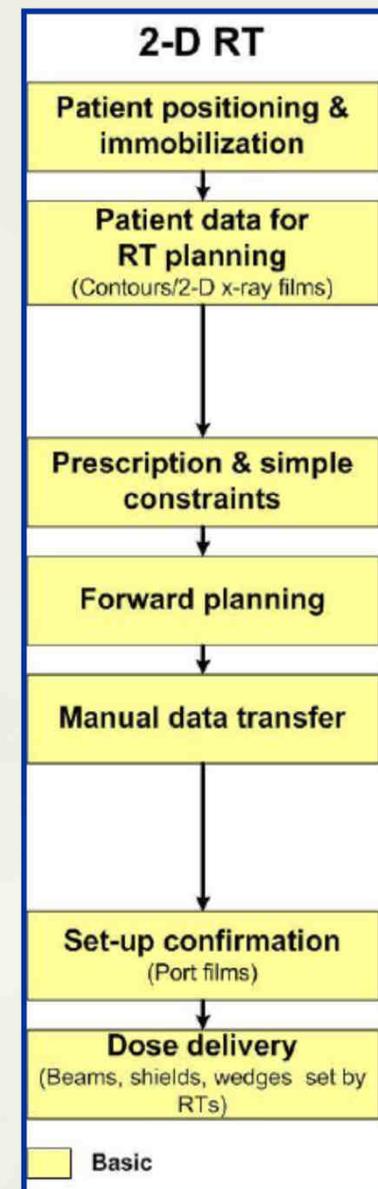
**CURSO DE ACTUALIZACIÓN EN  
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

# Etapas de la Radioterapia 2D

- Inmovilización Simple
- Simulación:
  - Fluoroscopia , Placas ortogonales, contorno.
- Planificación:
  - Simple de 2 a 4 campos
  - Utilización de márgenes amplios
  - Isodosis en 1 plano (o en unos pocos)
- Equipo de Tratamiento:
  - Co-60.
  - Acelerador Lineal básico

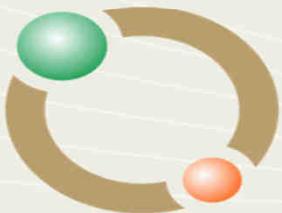


*Mas simple  
No significa  
Menos rigurosa*

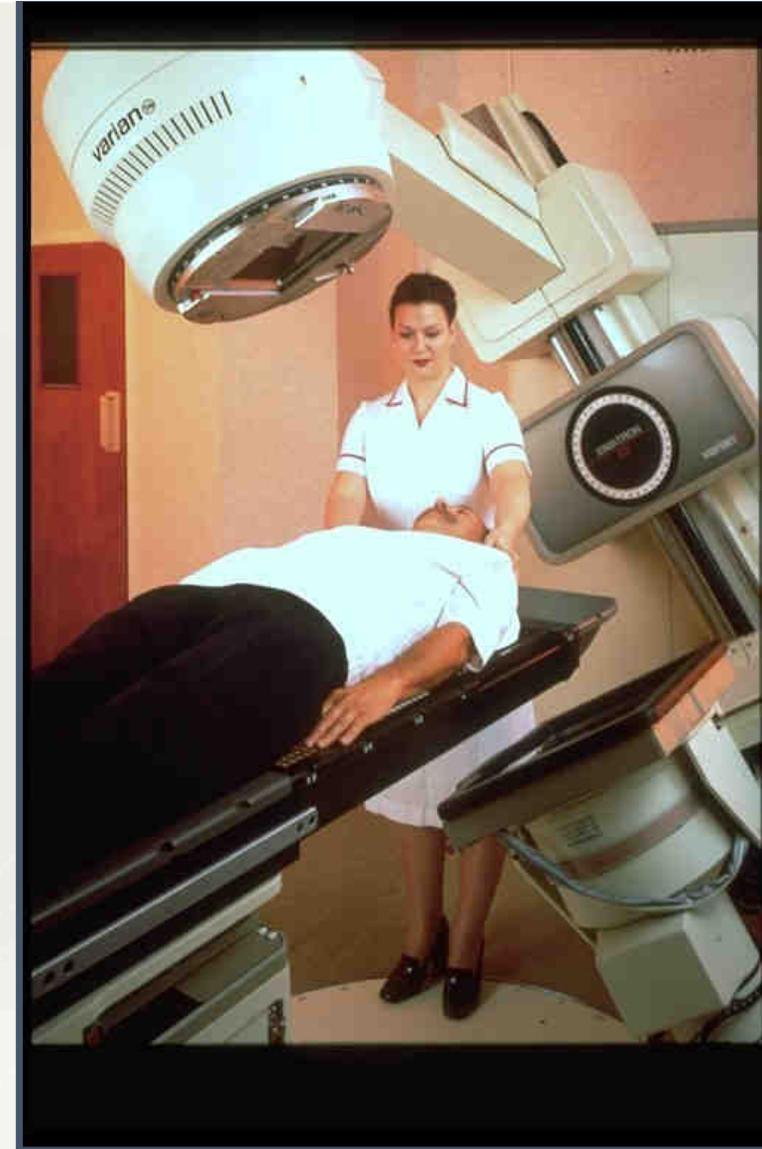


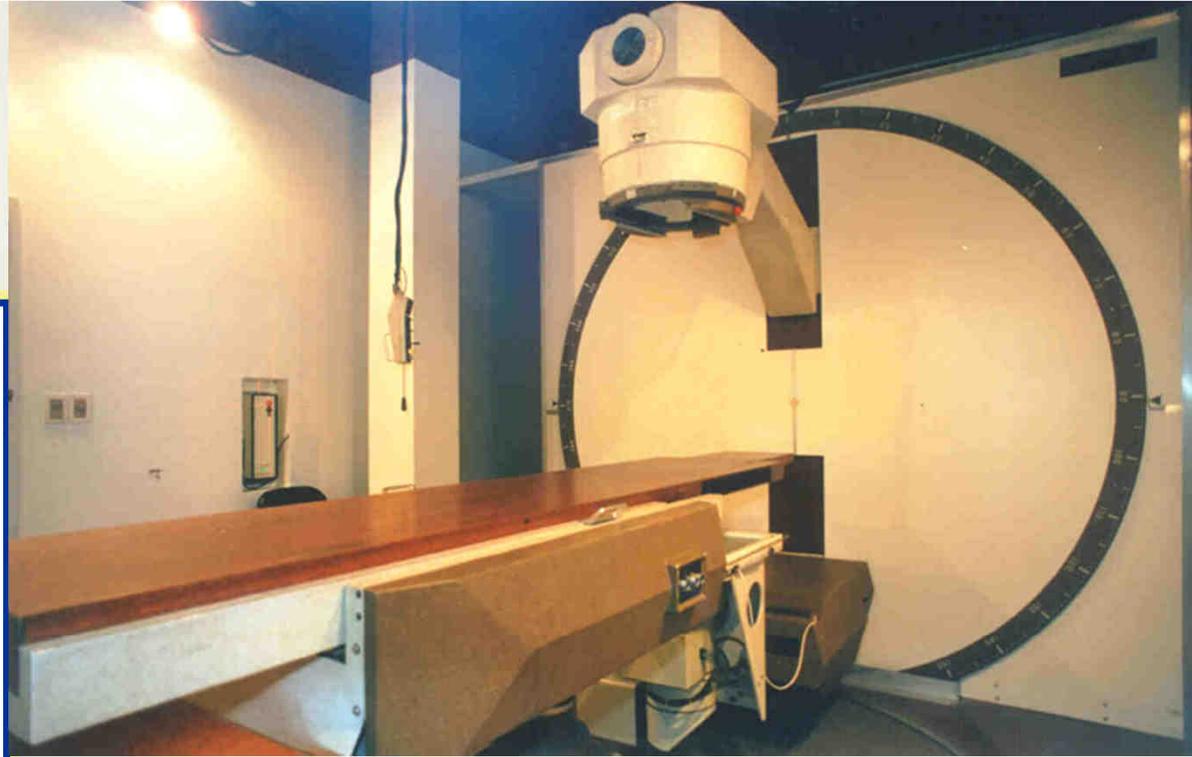
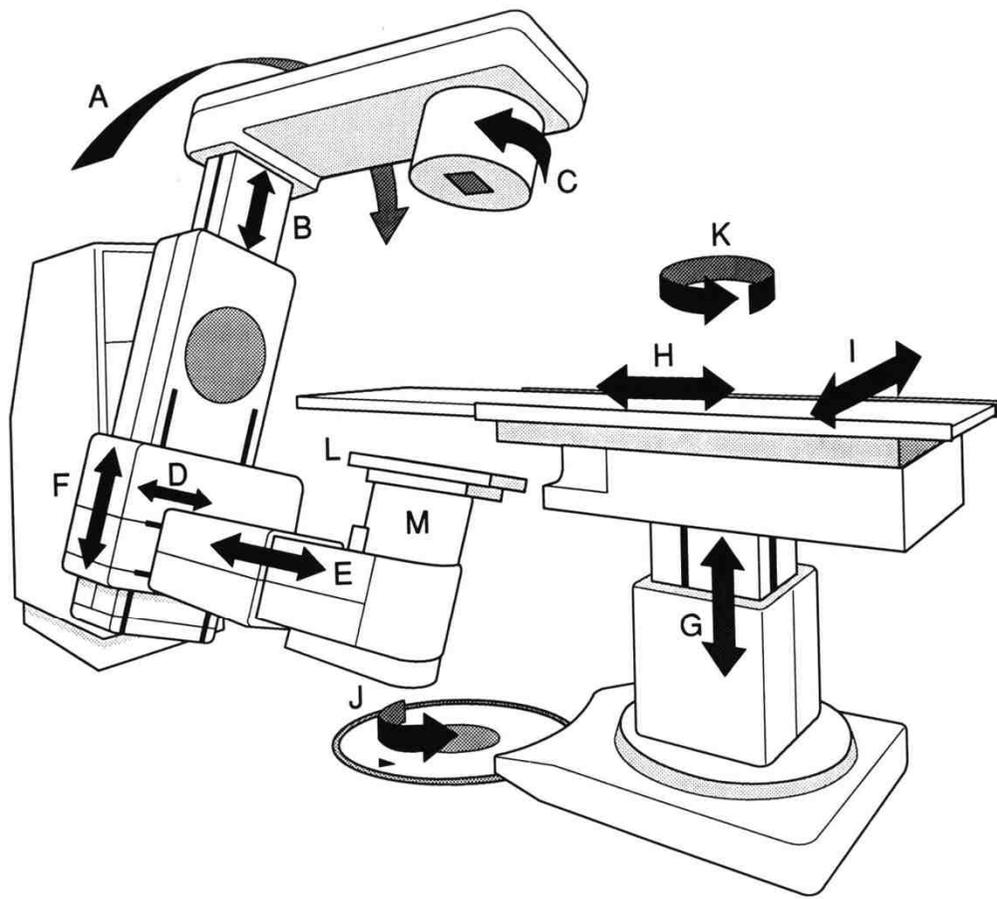
# Rol del Simulador

- Localización del Tumor
- Localización de Tejido sano
- Simulación del Tratamiento
  - Fluoroscopia/radiografía
- Verificación del Tratamiento
  - Después de realizado el plan
- Monitoreo del Tratamiento



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA  
FUNDACIÓN MARIE CURIE





# Controles al Simulador

- Seguridad
- Mecánicos
- Radiográficos

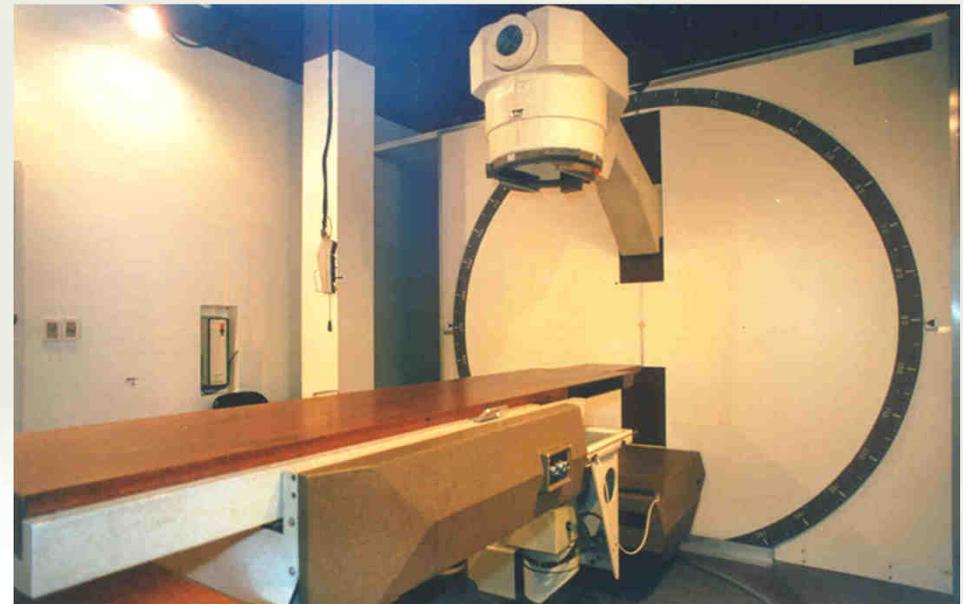
IAEA-TECDOC-1151

*Aspectos físicos de la garantía  
de calidad en radioterapia:  
Protocolo de control de calidad*



ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA **OIEA**

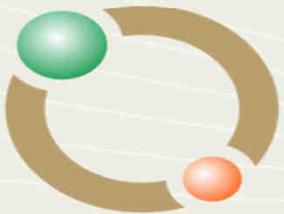
Junio de 2000



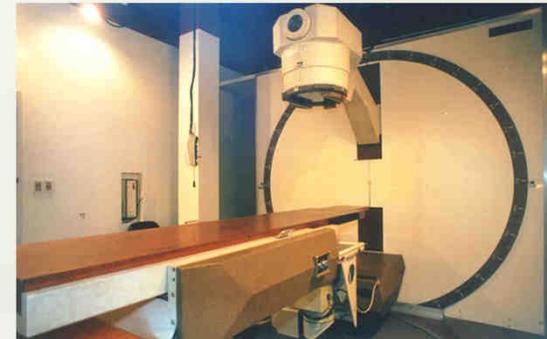
# ***Controles al Simulador***

## ***Seguridad***

- Luces de Advertencia
- Sistema anticolidión
- Interruptores de seguridad
- Switch de puerta



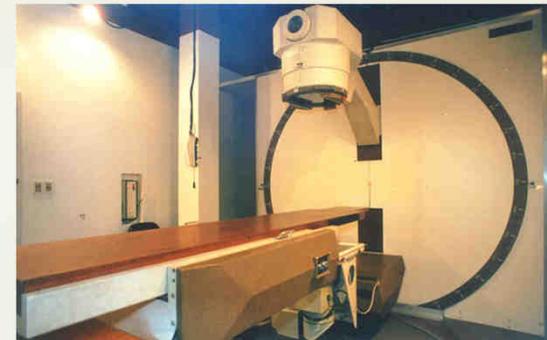
**INSTITUTO DE RADIOTERAPIA  
FUNDACIÓN MARIE CURIE**



# ***Controles al Simulador***

## ***Mecánicos***

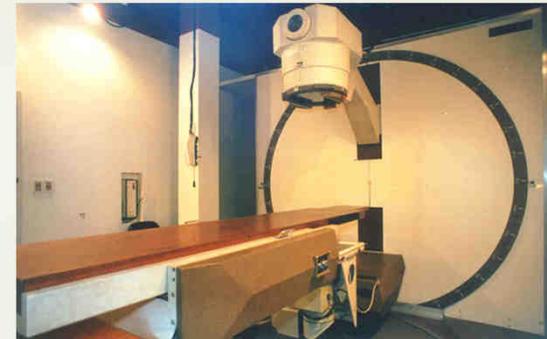
- Indicaciones Angulares
- Telémetro
- Distancia Foco Isocentro
- Movimientos de camilla
- Tamaño de campo luminoso
- Centrado del retículo
- Coincidencia Optico Radiante



# ***Controles al Simulador***

## ***Radiantes***

- Constancia de la tasa de exposición
- Reproducibilidad de la tasa de exposición
- Linealidad de Tasa de exposición
- Resolución de alto y bajo contraste



**E.4 Formulario para el control DIARIO del simulador**

Equipo: \_\_\_\_\_

Día

Prueba <sup>a</sup>															
<i>Seguridad</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Luces en puertas															
Luces de irradiación en consola															
<i>Sistemas de visualización</i>															
<i>Sistema de parada de Emergencia</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Puerta															
Consola															
Sistema anti-colisión															
<i>Mecánicos</i>															
Movimientos del brazo															
Movimientos del colimador															
Movimientos del cabezal															
Movimientos de camilla															
Telémetro															
Láseres															
Tamaño de campo															
Centrado del retículo															
<i>Realizado por (iniciales del Técnico)</i>															
<i>Revisado por (iniciales del Físico) <sup>b</sup></i>															
<i>Observaciones</i>															

<sup>a</sup> En todos los casos colocar S cuando todo funciona correctamente o esta en tolerancia.

<sup>b</sup> El físico revisará semanalmente, o cuando se reporten problemas.

# Plantillas Modelo

**E.5 Formulario para el control MENSUAL del simulador**

FECHA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

EQUIPO: \_\_\_\_\_

• **ASPECTOS MECANICOS:**

1. Indicadores angulares del brazo:

Nivel	Indicador luminoso consola	Indicador luminoso equipo	Indicador mecánico
0°			
90°			
180°			
270°			

2. Indicadores angulares del colimador:

Nivel	Indicador luminoso consola	Indicador luminoso equipo	Indicador mecánico
0°			
90°			
-90° (270°)			

3. Centrado del retículo:

desplazamiento: \_\_\_\_ mm

4. Isocentro Mecánico:

diámetro: \_\_\_\_ mm

5. Telémetro:

rango: \_\_\_\_\_ desplazamiento: \_\_\_\_ mm

6. Indicador Distancia Foco-Isocentro

DFI (nominal)	Mecánico	Electrónico
100 cm	_____	_____
80 cm	_____	_____

7. Indicador Distancia Foco-Película:

DFI	Mecánico	Electrónico
100 cm	_____	_____
80 cm	_____	_____

8. Láseres:

Láser de techo: \_\_\_\_\_ Láser Lateral (270°): \_\_\_\_\_ Láser Lateral (90°): \_\_\_\_\_

9. Intensidad de luz del campo:

10. Paralelismo y ortogonalidad de campo luminoso:  
diferencia entre diagonales: \_\_\_\_ %

11. Verticalidad del haz luminoso:  
desplazamiento: \_\_\_\_ mm

12. Tamaños de campo:

Campo [cm x cm] (nominal)	Indicador equipo		Indicador consola		Medición	
	largo	ancho	largo	ancho	largo	ancho
5 x 5						
10 x 10						
15 x 15						
20 x 20						
30 x 30						

13. Escalas de la camilla:

Escala Vertical: \_\_\_\_ mm Escala lateral: \_\_\_\_ mm Escala longitudinal: \_\_\_\_ mm  
Escala Angular: < \_\_\_\_°

14. Horizontalidad de la camilla:

desplazamiento: \_\_\_\_ mm

15. Verticalidad de camilla:

rango: \_\_\_\_\_ desplazamiento: \_\_\_\_ mm

16. Enclavamiento y centrado de bandejas:

17. Calidad de la imagen fluoroscópica:

18. Coincidencia de campo de luz-radiación:  
w50% (FWHM): \_\_\_\_ mm diferencia: \_\_\_\_ mm  
desplazamiento del centro del campo: \_\_\_\_ mm

Observaciones: \_\_\_\_\_

Realizado por: \_\_\_\_\_

# Plantillas Modelo

### E.6 Formulario para el control ANUAL del simulador

EQUIPO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

- ASPECTOS MECANICOS

- |  |                 |          |
|--|-----------------|----------|
| 1. Rotación del colimador                    | diámetro:       | _____ mm |
| 2. Rotación del brazo                        | diámetro:       | _____ mm |
| 3. Rotación de la camilla                    | diámetro:       | _____ mm |
| 4. Coincidencia de los tres ejes de rotación | diámetro:       | _____ mm |
| 5. Verticalidad de la camilla                | desplazamiento: | _____ mm |

- ASPECTOS RADIOGRAFICOS:

1. Tasa de exposición (radiografía): \_\_\_\_\_.
2. Tasa de exposición (fluoroscopia): \_\_\_\_\_.
3. Calibración de kV y mAs: \_\_\_\_\_.
4. Resolución de alto y bajo contraste: \_\_\_\_\_.

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

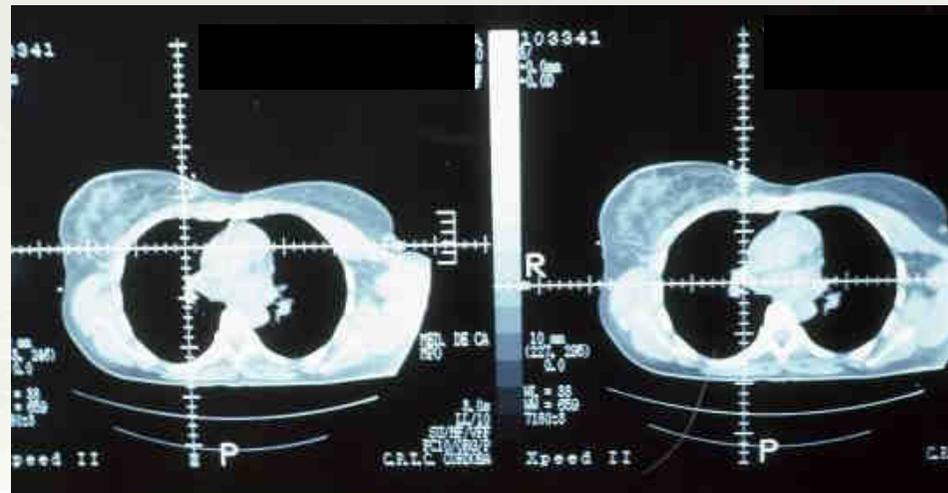
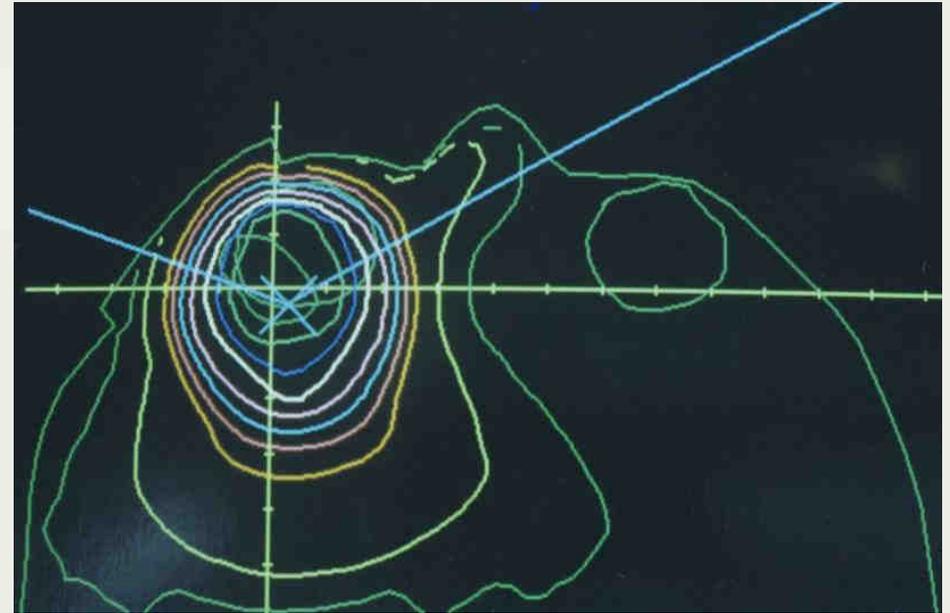
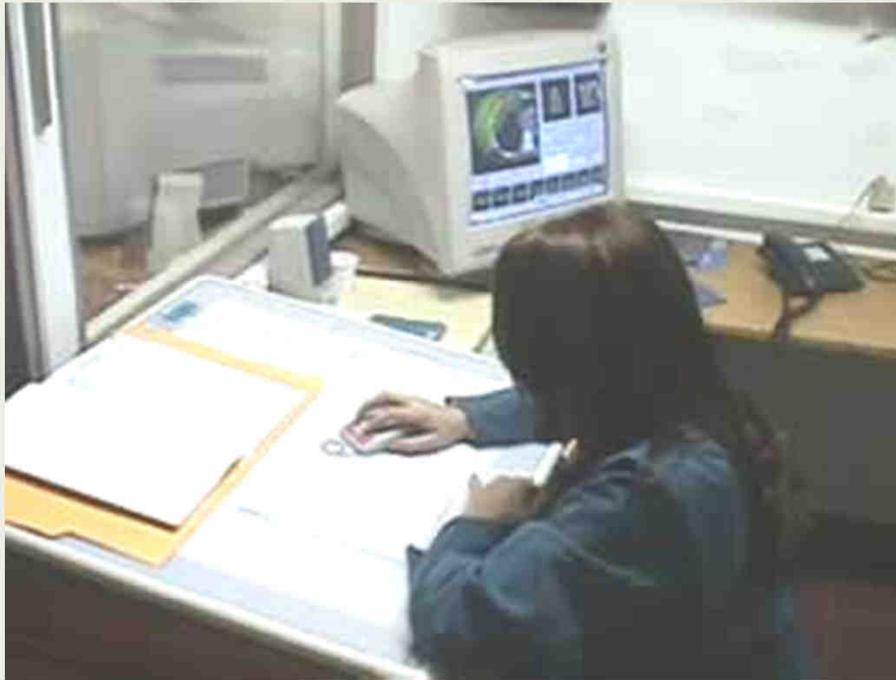
Realizado por: \_\_\_\_\_

# Plantillas Modelo

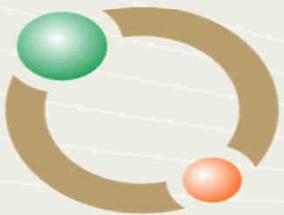
REGISTRO de CONTROL MENSUAL Simulador XIMATRON 5		
		
FECHA: / /      Responsable: .....		
CONDICION: Los controles mecánicos y fluoroscópicos serán realizados a SAD=80 y 100 cm en forma alternante.		
Procedimiento	Tolerancia	Observaciones
<b>- Mecánicos -</b>		
1. Alineación de <u>Laser</u>	2 mm	.....
2. Telémetro	2 mm	.....
3. <u>Isocentro</u> de colimador	2 mm $\Phi$	.....
4. Indicador ángulo de <u>Gantry</u>	1°	.....
5. Indicador ángulo de Colimador	1°	.....
6. Coincidencia campo LUMINOSO con indicación correspondiente - COLIMADOR 0°		
x 5x1                    10 x10    x1		20 x 20    x1
y1	y1	y1
x2	x2	x2
y2	y2	y2
7. Coincidencia campo RADIANTE con indicación correspondiente - COLIMADOR 0°		
x 5x1                    10 x10    x1		20 x 20    x1
y1	y1	y1
x2	x2	x2
y2	y2	y2
8. Coincidencia campo RADIANTE con indicación correspondiente - COLIMADOR 90°/270°		
x 5x1                    10 x10    x1		20 x 20    x1
y1	y1	y1
x2	x2	x2
y2	y2	y2
<b>- Seguridad-</b>		
1. Sistema <u>antichoque</u>		.....
OBSERVACIONES GENERALES:		
R.M. 11 -00		

TABLA III. PRUEBAS DE GARANTIA DE CALIDAD DE LOS SIMULADORES  
(Adaptada de AAPM TG-40 [32])

FRECUENCIA	PRUEBA	TOLERANCIA
<b>Diario</b>	Sistemas anti-colisión	Funcionando
	Interruptor de radiación en accesos a la sala de simulación	Funcionando
	Interruptor de emergencia	Funcionando
	Láseres	2 mm
	Telémetro	2 mm a DFI
	Tamaño de campos (10x10 cm)	2 mm
	Centrado del retículo	2 mm diámetro
<b>Mensual</b>	Indicadores angulares del brazo y colimador	1°
	Indicador de distancia Foco-Isocentro	2 mm
	Telémetro	2 mm en el rango de uso
	Centrado del retículo	2 mm de diámetro
	Indicadores de tamaño de campos	2 mm
	Simetría, paralelismo y ortogonalidad de campo luminoso	2 mm
	Isocentro Mecánico	2 mm de diámetro
	Horizontalidad de la camilla	2 mm en el rango de uso
	Congruencia entre el punto focal y el eje	2 mm
	Calidad de la imagen fluoroscópica	Nivel de referencia <sup>a</sup>
	Coincidencia de campos de luz-radiación	2 mm
	Indicador de distancia Foco-Película	3 mm
	Verificación de accesorios (bandeja, soportes, etc.)	2mm
	Verticalidad del eje luminoso	2 mm
	Escalas de la camilla	2 mm/ 1°
	Intensidad del campo de luz	Funcionando
	<b>Anual</b>	<b>Mecánicos:</b>
Isocentro de rotación del colimador		2 mm de diámetro
Isocentro de rotación del brazo		2 mm de diámetro
Isocentro de rotación de la camilla		2 mm de diámetro
Coincidencia de los ejes del colimador, brazo y camilla con el isocentro		2 mm de diámetro
Desplazamiento vertical de la camilla		2 mm
<b>Radiográficos:</b>		
Tasa de Exposición (Radiografía)		Nivel de referencia <sup>a</sup>
Tasa de Exposición (Fluoroscopia)		Nivel de referencia <sup>a</sup>
Calibración de kV y mAs		Nivel de referencia <sup>a</sup>
Resolución de alto y bajo contraste	Nivel de referencia <sup>a</sup>	



*Sistemas de  
Planificación  
de  
Tratamiento  
(TPS)*

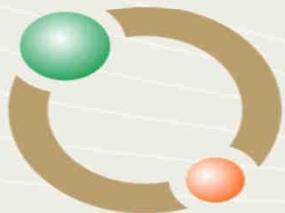
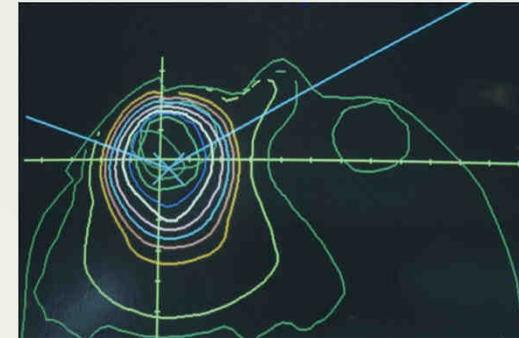


**INSTITUTO DE RADIOTERAPIA  
FUNDACIÓN MARIE CURIE**

## Pruebas del Fabricante

Documentación: (idioma local)

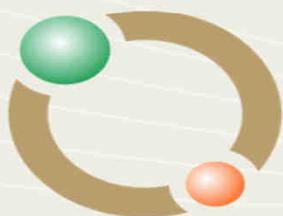
- Descripción del sistema (limitaciones),
- Manual del Usuario,
- Carga de datos
- Capacitación, ejemplos control



# Criterios de Aceptación

TABLA G.1. CRITERIOS DE ACEPTACION DE LOS CALCULOS DE DOSIS EN HACES DE FOTONES Y ELECTRONES (Adaptada de [24])

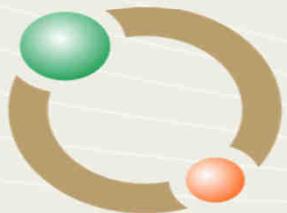
Parámetro	Criterio
<b>I. Haces de fotones</b>	
A. Campos Regulares (sin bloqueos) en medio homogéneo (maniquí de agua):	
1. Eje Central (excepto en región de “build-up”)	2%
2. Región del plateau de dosis	3%
3. Región de penumbra (elevado gradiente de dosis, > 30%/cm)	4 mm
4. Región de bajo gradiente y baja dosis (cola del perfil)	3%
B. Correcciones por inhomogeneidades:	
1. Eje Central (geometría del maniquí rectangular, en región de equilibrio electrónico).	3%
C. Incertidumbre combinada en maniquí antropomórfico (fuera del eje del haz; correcciones por contorno irregular; inhomogeneidades; bloqueos; campos irregulares; en región de equilibrio electrónico; atenuadores):	
1. Región del plateau de dosis	4%
2. Región de penumbra (elevado gradiente de dosis, > 30%/cm)	4 mm
3. Región de bajo gradiente y baja dosis (cola del perfil, < 7% de dosis de normalización)	3%
<b>II. Haces de electrones</b>	
A. Campos Regulares (sin bloqueos) en medio homogéneo (maniquí de agua):	
1. Eje Central (excepto en región de “build-up”)	2%
2. Región del plateau de dosis	4%
3. Región de penumbra (elevado gradiente de dosis, > 30%/cm)	4 mm
4. Región de bajo gradiente y baja dosis (cola del perfil)	4%
B. Correcciones por inhomogeneidades:	
1. Eje Central (geometría del maniquí rectangular, en región de equilibrio electrónico).	5%
C. Incertidumbre combinada en maniquí antropomórfico (correcciones por contorno irregular; inhomogeneidades; bloqueos; campos irregulares; fuera del eje):	
1. Región del plateau de dosis	7%
2. Región de penumbra (elevado gradiente de dosis, > 30%/cm)	5 mm
3. Región de bajo gradiente y baja dosis (cola del perfil, < 7% de la dosis en el eje)	5%



## Pruebas Iniciales:

Verificación de funcionamiento general:

- Ingreso de contornos/TAC
- Digitalizador/escáner
- Impresión de datos
- Copias de seguridad



*Sistemas de Planificación de Tratamiento (TPS)*

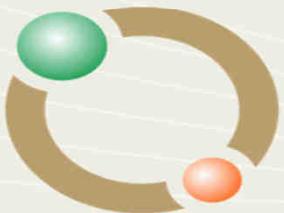
## Pruebas Iniciales:

Cálculo de dosis puntual y de factores (en eje y fuera del eje):

- Campos cuadrados
- Campos rectangulares
- Campos irregulares
- Bandeja y cuña
- Técnica DFS e isocéntrica

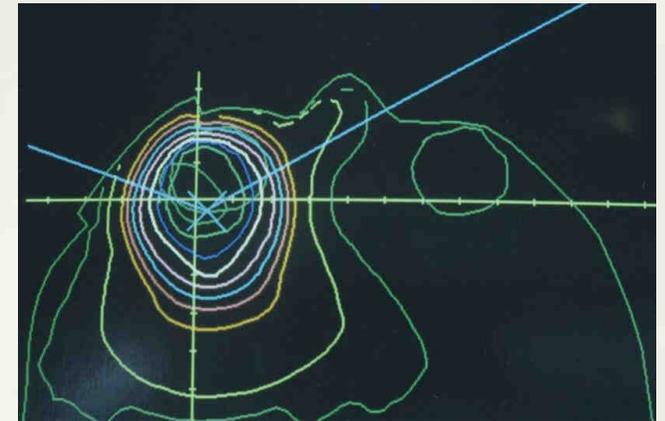
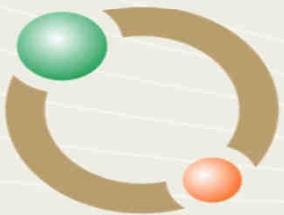
## *Auditoria Externa (TLD)*

## *Sistemas de Planificación de Tratamiento (TPS)*



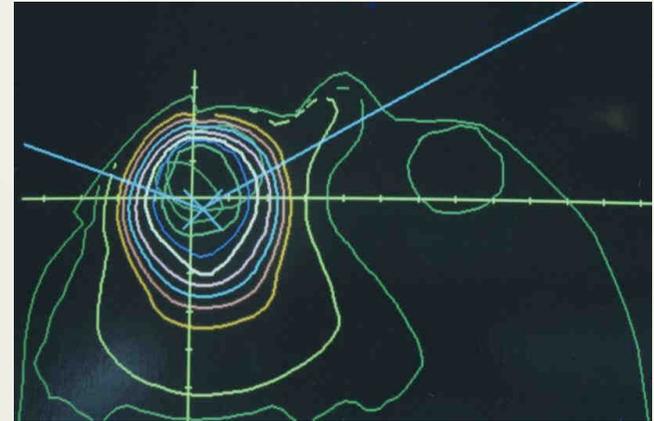
## Controles Periódicos:

- Funcionamiento hardware y periféricos
- Integridad de datos de maquinas
- Cálculo de caso tipo



## Proceso de Planificación

- Prescripción
- Simulación
- Adquisición de datos
- Toma de contornos
- Transferencia de datos al planificador
- Arreglo de haces
- Calculo
- Revisión y aprobación del Plan
- Construcción de protecciones/bolus
- Verificación del Plan
- Transferencia de Datos
- Ejecución del Plan

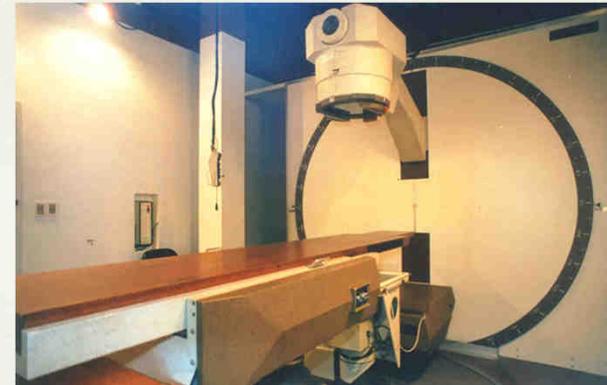
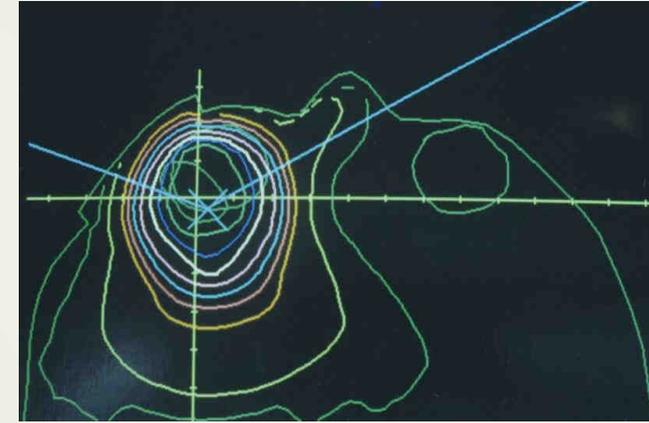


## RESUMEN:

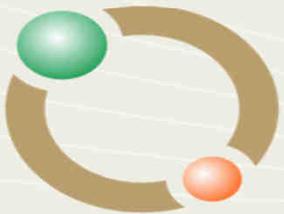
Baja tecnología no implica mala Radioterapia

IAEA TecDoc1151

1D -> 2D -> 3D -> IMRT .....



**MUCHAS GRACIAS**



**INSTITUTO DE RADIOTERAPIA  
FUNDACIÓN MARIE CURIE**