

Simulación Virtual desde el punto de vista físico

Edgardo Garrigó

Instituto de Radioterapia – Fundación Marie Curie, Córdoba

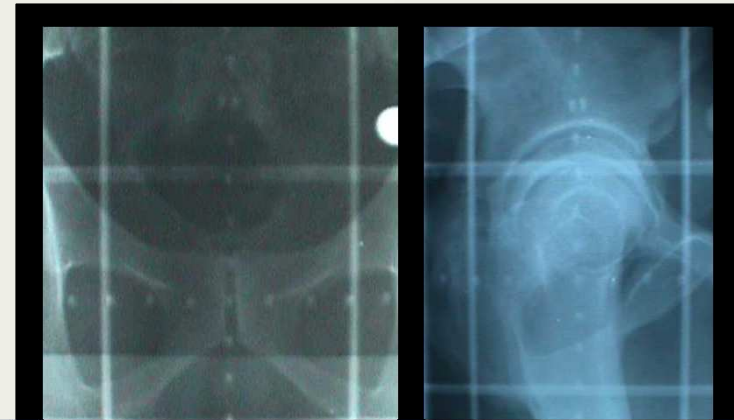
egarrigo@radioncologia-zunino.org

PROGRAMA DE EDUCACION CONTINUA
FUNDACION MARIE CURIE 2016-2017

**Curso de Actualización en
Protección Radiológica**

Radioterapia convencional - Simuladores

- Hacia finales del siglo pasado el posicionamiento del paciente y determinación de los campos de tratamiento era principalmente guiado utilizando un simulador y dibujando marcas sobre la piel del paciente
- **1983 cerca del 35% de los Centros de RT en USA tenían simuladores y en 1986 el porcentaje era del 47%**



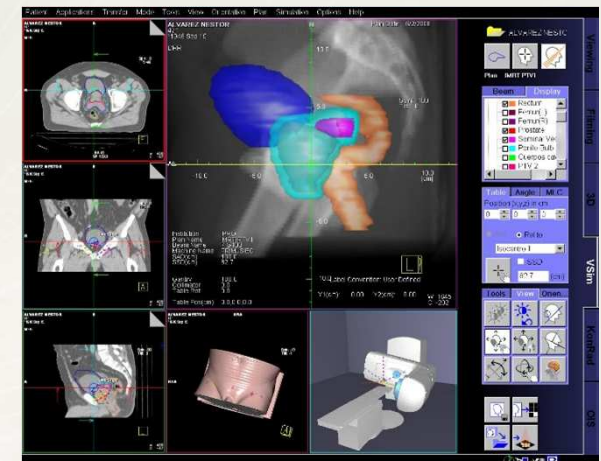
Megavoltage Therapy Resources - Latin America

COUNTRY	MVRT Units/Center	Cobalt Units	Linear Accelerators	Simulators	T.P.S.
Argentina	1.4	101	49	19	34
Bolivia	1.1	8	0	1	4
Brazil	1.6	180	100	16	15
Colombia	1.3	28	11	9	10
Guatemala	1.5	6	0	0	1
México	1.7	92	24	15	14
Perú	1.3	13	2	2	2
Venezuela	1.2	24	12	7	10

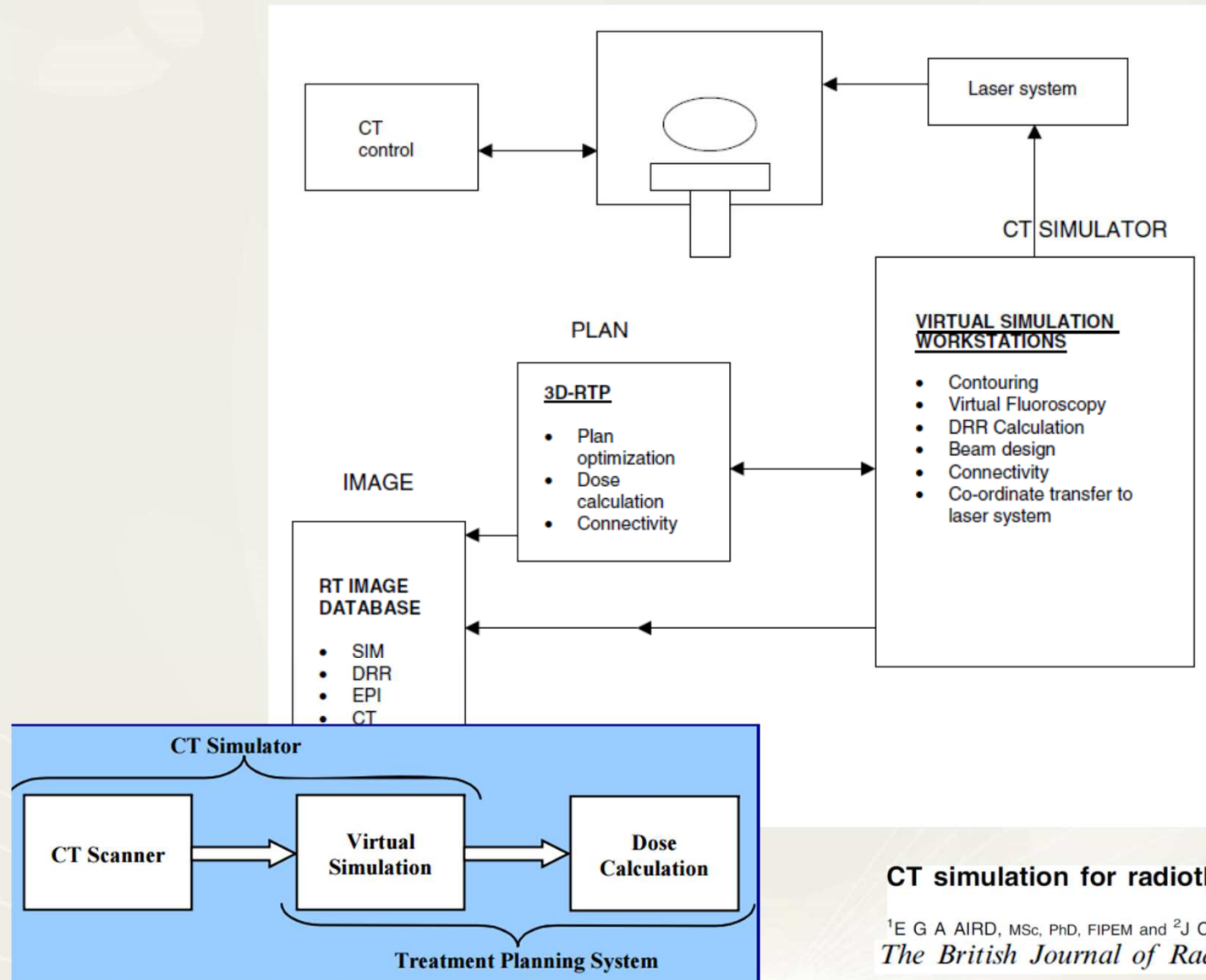


TAC revolucionó Radioterapia

- Identificación de estructuras críticas usando métodos avanzados de imágenes (fusión)
- Visualización del Blanco de tratamiento en tres dimensiones y su relación con estructuras vecinas
- Herramientas eficientes de contorno
- Adición de márgenes simétricos o asimétricos
- Conformación de campo en torno al blanco
- Herramientas de optimización de planes (forward e inverse)
- Exportación de planes a sistema R/V -> Acelerador
- Sumar haces
- DVH
- BEV
- Calculo de UM
- RDR y su exportación
- Consistencia de Coordenadas (DICOM)



Esquema básico



CT simulation for radiotherapy treatment planning

¹E G A AIRD, MSc, PhD, FIPEM and ²J CONWAY, BSc, PhD, MIPEM

The British Journal of Radiology, 75 (2002), 937–949

RADIOTHERAPY and RADIOSURGERY

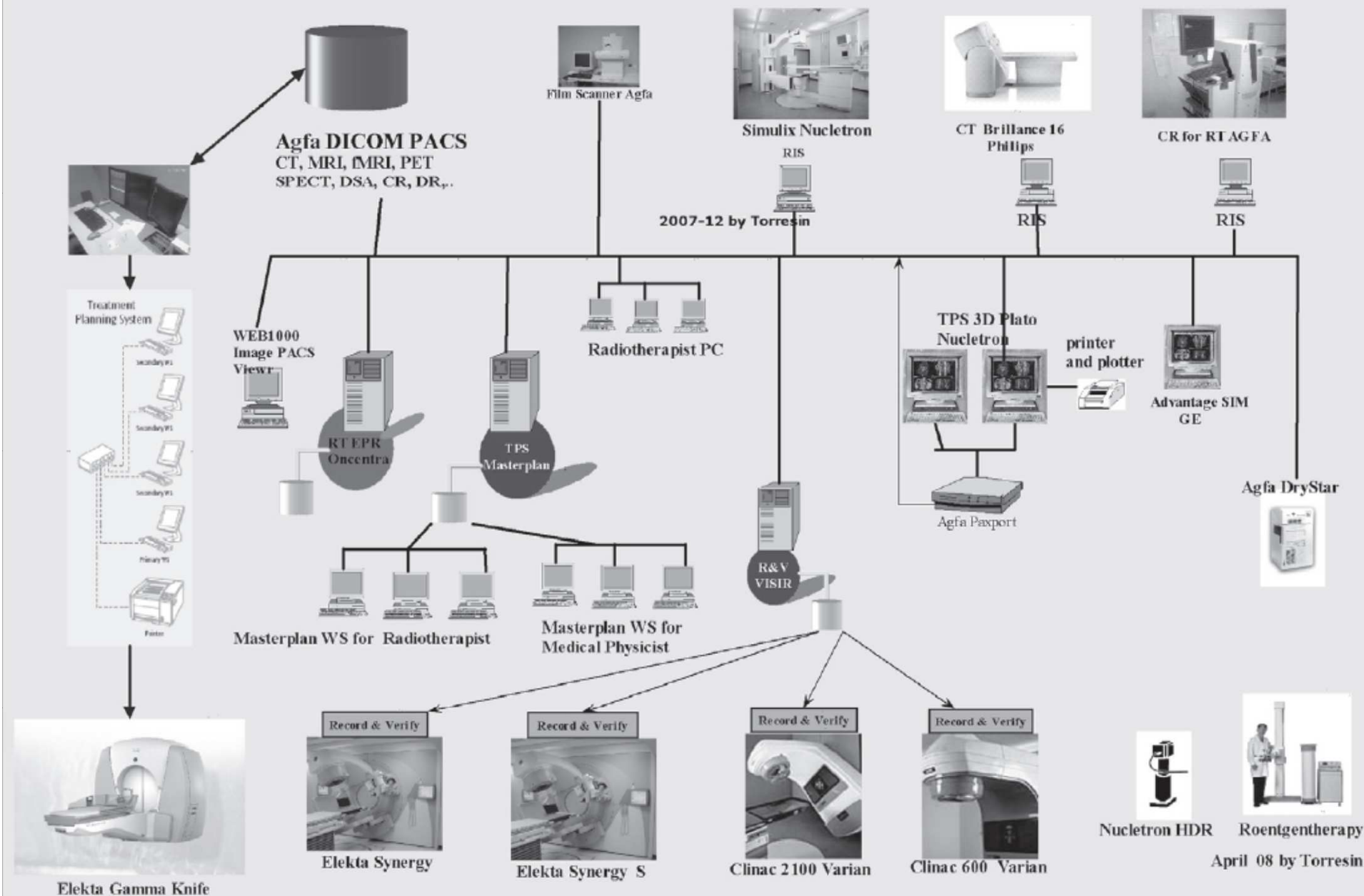
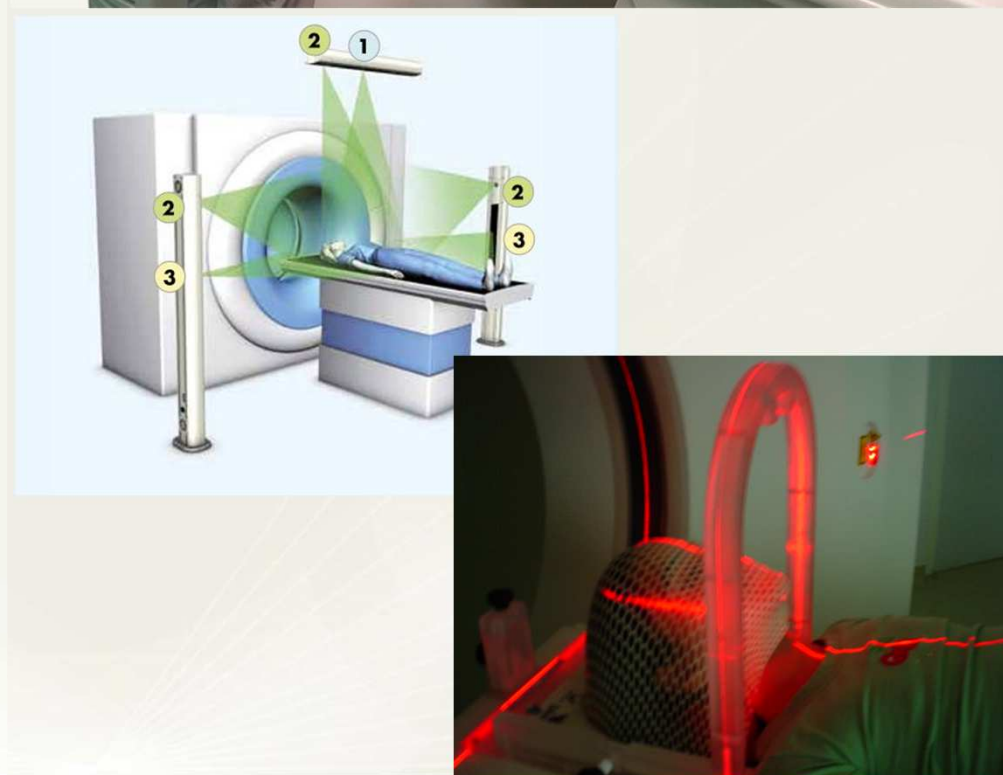


Table 1. Main features of a typical CT scanner

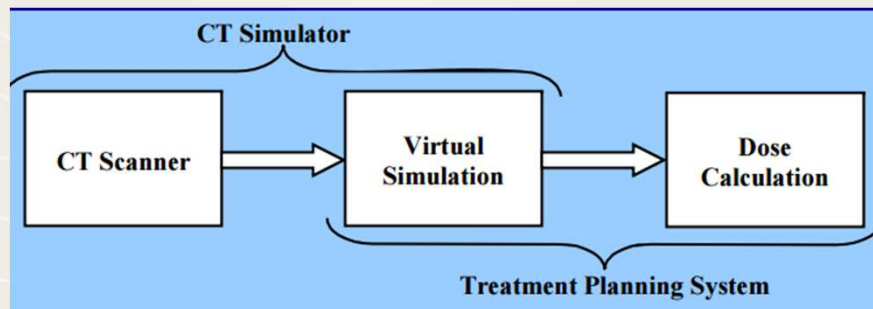
Feature	Specification
Aperture	At least 70 cm (see below)
Number of detectors	672–896 per row
X-ray tube	80–130 kV; 250 to 500 mA depending on kV (typically 50–60 kW)
Heat capacity	6–7 MHU
Anode heat cooling	700–900 kHU min ⁻¹
Minimum slice width	1 mm
Patient support	Table top identical to that used on treatment machine
Spatial resolution	High Contrast: better than 13 line pairs cm ⁻¹ (at 0% MTF) Low contrast: 5 mm at 3% resolution
Acquisition time	1–2 slice/rev s ⁻¹ (multislice 4 or 8 slice/rev s ⁻¹) Covering a width of 20–32 mm at isocentre
Reconstruction time	Few seconds up to 60 s total time to end of 30 mm slice
Virtual simulation	
DRR calculation	Few seconds (tolerable), sub-second (desirable)
Capacity to store	12 000–60 000 uncompressed images on hard disc
Laser accuracy	±1 mm
Accuracy of slice location	<1 mm

DRR, digitally reconstructed radiograph; MHU, mega heat units; MTF, modulation transfer function.

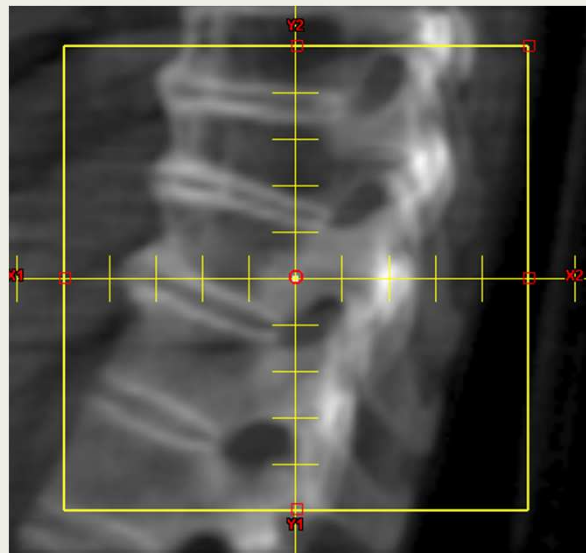


Software de Simulación Virtual

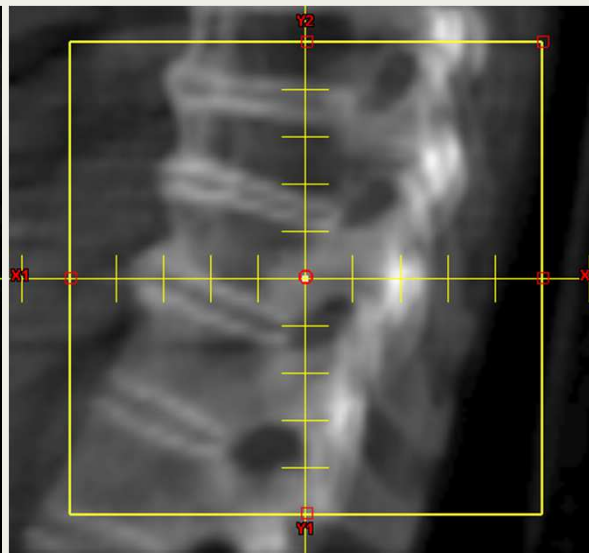
- Rápida reconstrucción
- Herramientas de dibujo automáticas o semiautomáticas
- Operación entre estructuras
- Generación de márgenes (sim/asim)
- Interpolación
- Visualización 3D



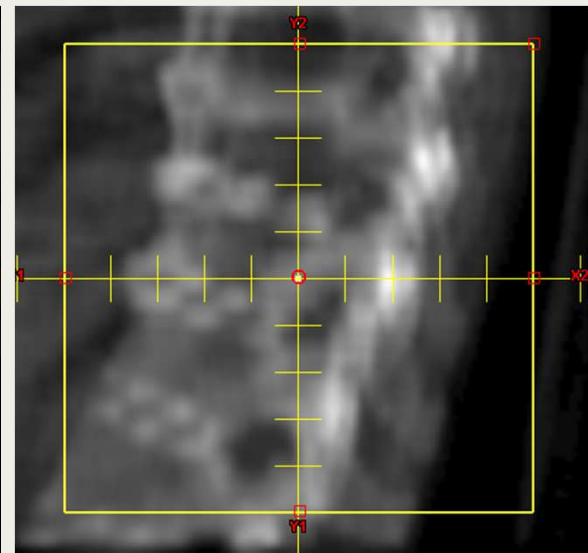
Optimización de las RDR de referencia



1mm



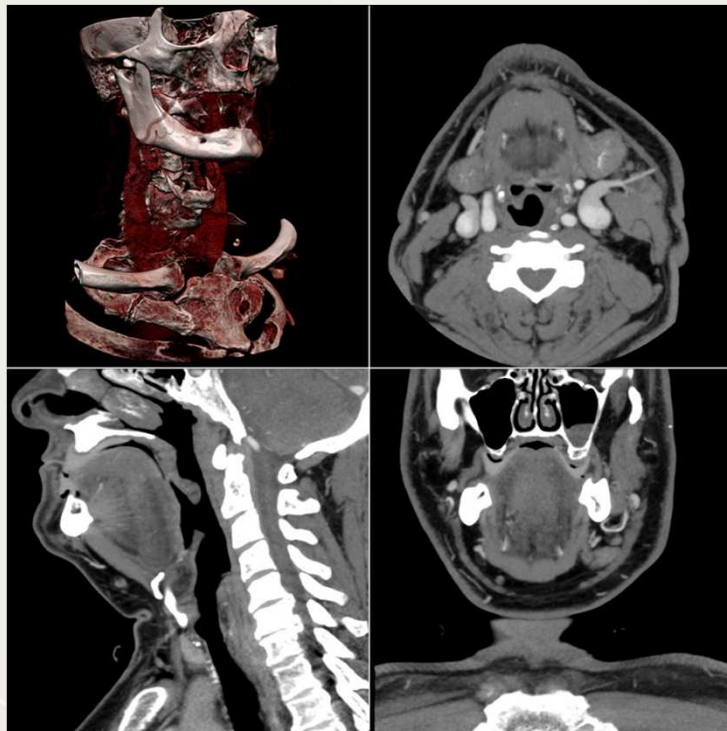
2mm



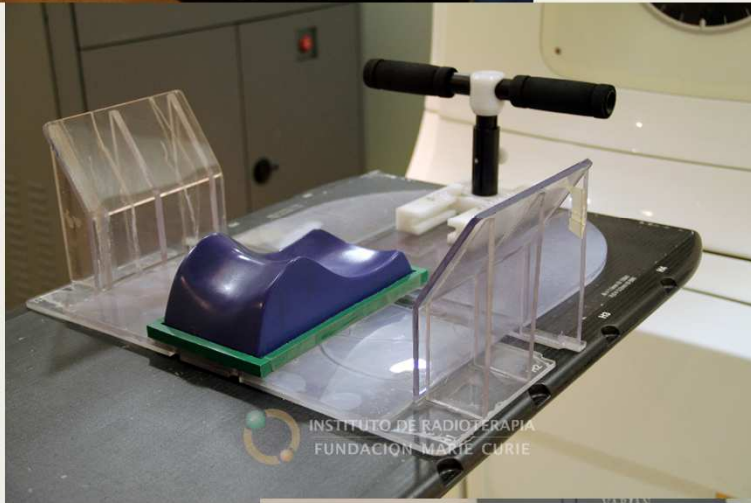
4mm

OBS! Espacios intervertebrales visibles en reconstrucciones de alta resolución

¿CT Dedicado ?



Inmovilización



Apertura - Camilla



Conectividad

The background of the slide is a light beige color. It features several large, overlapping, semi-transparent circles in shades of light green and yellow. In the bottom right corner, there is a network of thin, light-colored lines radiating from a central point, resembling a web or a star network. The overall aesthetic is clean and modern.

base (192.168.81.90) - service mode

192.168.81.90

eFilm 2.0.1

File Edit Utility Toolbars Profile Help

? [Icons]

Study Manager - 1521 Studies Found on LOCAL EXAMS

Filter

Search [] Today Yesterday [06/04/2016] [06/04/2016] Clear Filter

Patient ID: [] Last Name: [] First Name: []

From: [] To: []

Accession# [] Study Desc.: [] Referring MD: []

Modality

☒ All

☒ CR ☒ ES ☒ NM ☒ RF ☒ XA

☒ CT ☒ MG ☒ QT ☒ SC

☒ DX ☒ MR ☒ PT ☒ US

☒ Automatically popup the thumbnail panel

Hanging Protocols

☐ Enable

Number of priors: [0]

HP Manager

Study List

View Delete Send Queue Burn CD

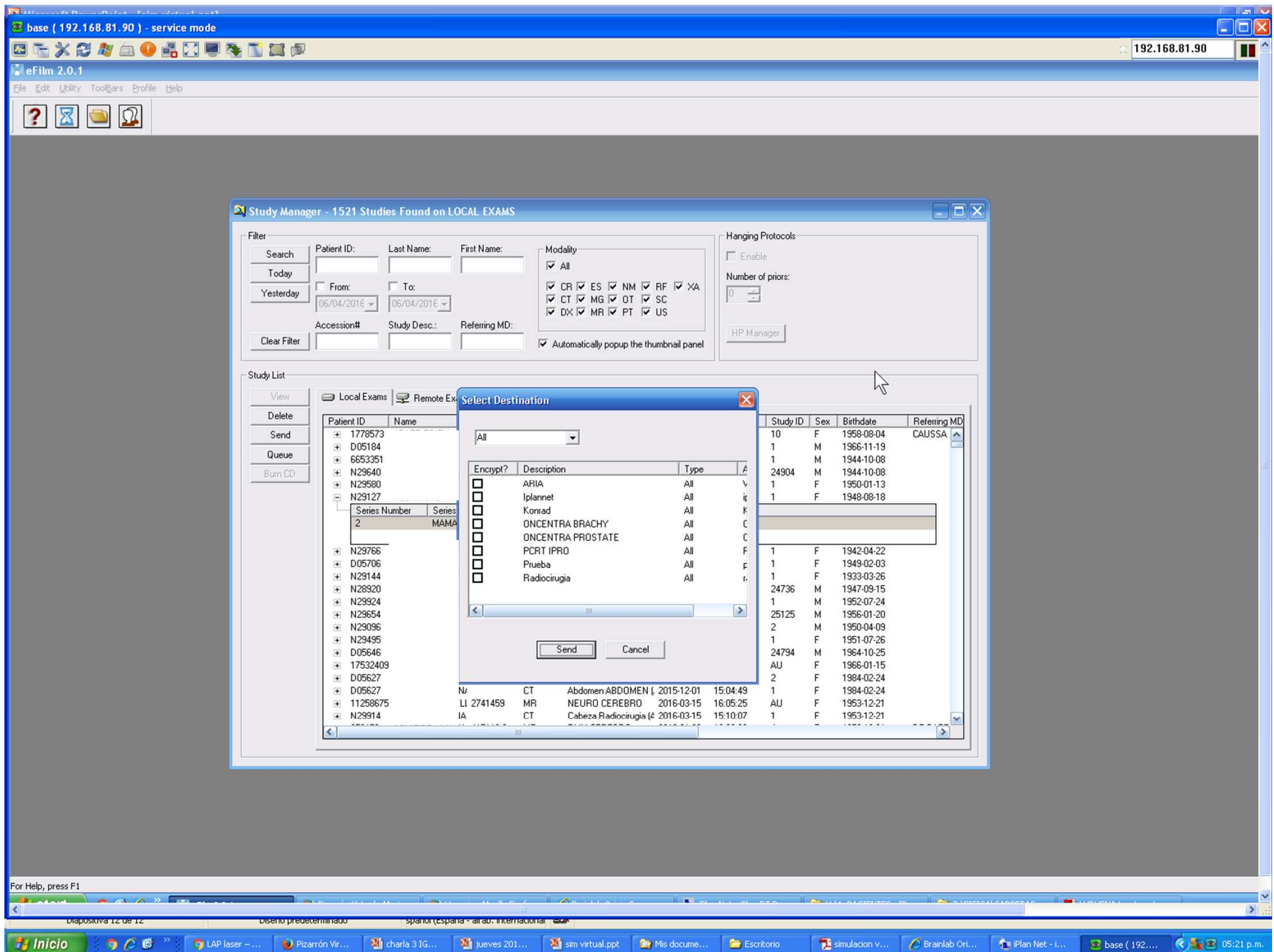
Local Exams Remote Exams DICOMDIR Image Channel

Patient ID	Name	Accession	Modality	Description	Date	Time	Study ID	Sex	Birthdate	Referring MD
1778573		16963.6	XA	Neuro_FDA	2015-11-12	11:05:59	10	F	1958-08-04	CAUSSA
D05184		TI	CT	Cuello CUELLOIMRT	2016-01-25	14:01:34	1	M	1966-11-19	
6653351		A 2702736	MR	NEURO CEREBRO Z	2016-01-05	10:30:02	1	M	1944-10-08	
N29640		L	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2016-01-05	15:11:54	1904	M	1944-10-08	
N29580		AI	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2015-12-16	11:11:28	1	F	1950-01-13	
N29127		RI	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2015-09-09	10:10:09	1	F	1948-08-18	
N29766		O I	CT	Pelvis PELVISalMRT	2016-01-28	12:14:39	1	F	1942-04-22	
D05706		CI	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2016-02-04	09:11:49	1	F	1949-02-03	
N29144		AI	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2015-09-11	11:43:29	1	F	1933-03-26	
N28920		VC	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2015-12-22	15:32:11	24736	M	1947-09-15	
N29924		E	CT	Tórax MEDIASTINO	2016-03-04	10:02:00	1	M	1952-07-24	
N29654		EZ	CT	Tórax MEDIASTINO	2016-01-18	17:09:25	25125	M	1956-01-20	
N29096		JS	CT	Pelvis PROSTATAFIDI	2015-09-15	09:22:45	2	M	1950-04-09	
N29495		A	CT	Cabeza ENCEFALO	2015-11-19	15:49:13	1	F	1951-07-26	
D05646		A	CT	Cabeza ENCEFALO	2015-12-28	14:52:53	24794	M	1964-10-25	
17532409		Y 2675114	MR	NEURO CEREBRO	2015-11-12	11:37:34	AU	F	1966-01-15	
D05627		N	CT	Abdomen ABDOMEN	2015-12-01	16:08:49	2	F	1984-02-24	
D05627		N	CT	Abdomen ABDOMEN	2015-12-01	15:04:49	1	F	1984-02-24	
11258675		LI 2741459	MR	NEURO CEREBRO	2016-03-15	16:05:25	AU	F	1953-12-21	
N29914		IA	CT	Cabeza Radiocirugia	2016-03-15	15:10:07	1	F	1953-12-21	
950176		IA 417112.3	MR	RMN CEREBRO	2016-01-26	16:22:00	4	F	1953-12-21	DE BATT
N29620		IF	CT	Pelvis PROSTATAFIDI	2016-02-04	10:13:00	2	M	1951-03-26	
D05718		EF	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2016-02-04	11:32:39	1	F	1944-01-07	
D7718		EF	CT	Tórax MAMA (Adulto)	2016-02-04	11:23:39	1	F	1944-01-07	

For Help, press F1

Dispositivo de IO Deseno predeterminado Spanish (España) - alfa - internacional

Inicio [Icons] LAP laser - ... Pizarrón Vir... charla 3 IG... jueves 201... sim virtual.ppt Mis docume... Escritorio simulacion v... Brainlab Ori... iPlan Net - I... base (192... 05:20 p.m.

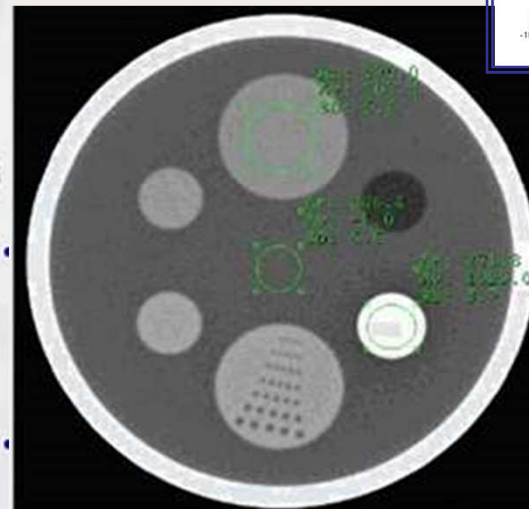
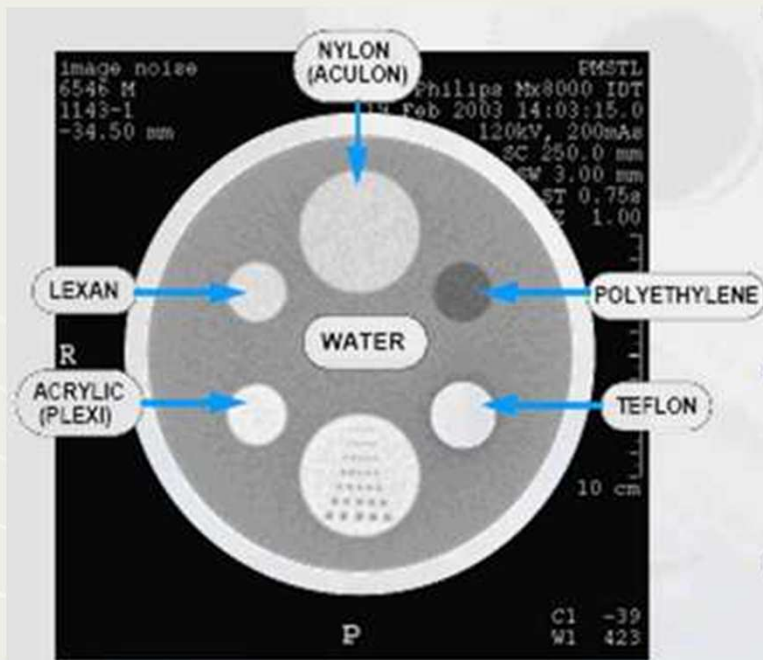
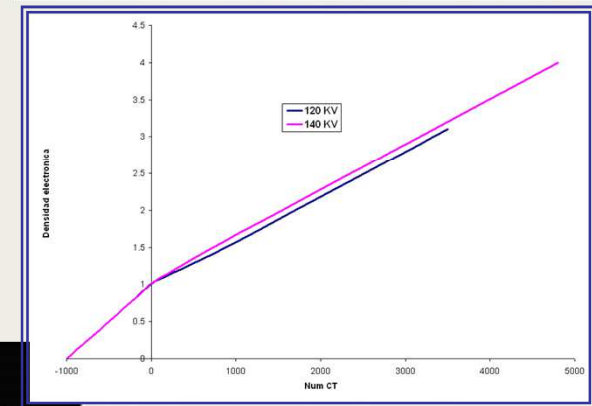
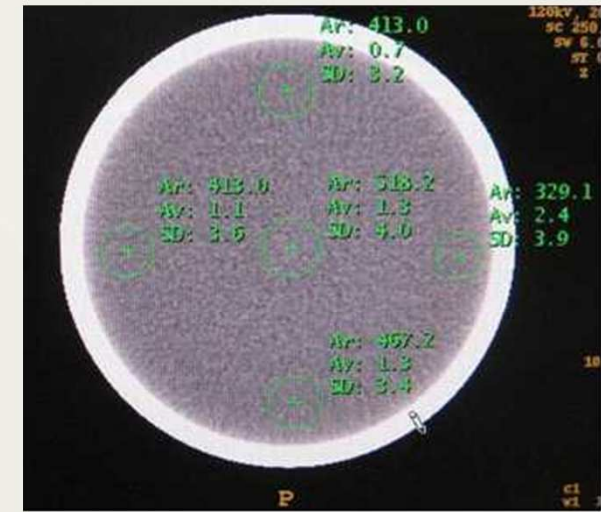


Aceptación

Puesta en funcionamiento

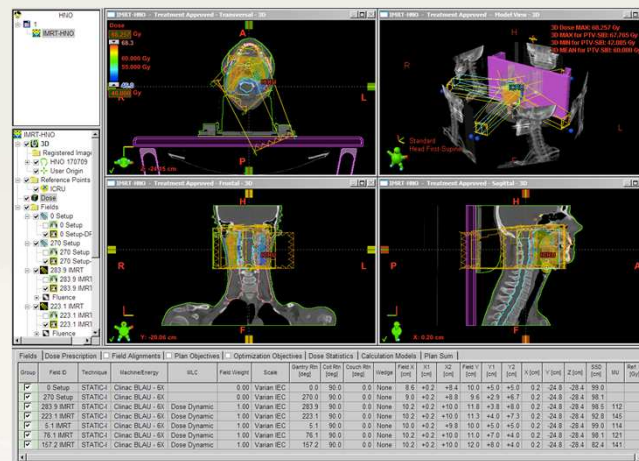
Seguridad

QA



Procedimiento Sim Virtual

- Personal:
 - Licenciado / Técnico especializado en Simulación Virtual
 - Médico
 - Físico Medico (en edificio)



Procedimiento Sim Virtual

- Leer la HC
- Preparar lo necesario para el procedimiento
- Acostar al paciente sobre la camilla alinearlo y confeccionar dispositivo de inmovilización
- Seleccionar isocentro y colocar marcadores radioopacos en correspondencia con laseres o sistema para IGRT
- Colocar marcador radioopaco a la Der del paciente

Procedimiento Sim Virtual

- Realizar scout view
- Tener protocolizado los scan de acuerdo a región y tipo de tratamiento (limites, espaciado, FOV)
- Realizar scan
- Transferir scan a PAC
- Transferir imágenes (CT-PETCT-RMN) al TPS
- Iniciar proceso de Dibujo y luego planificación en TPS .Protocolo

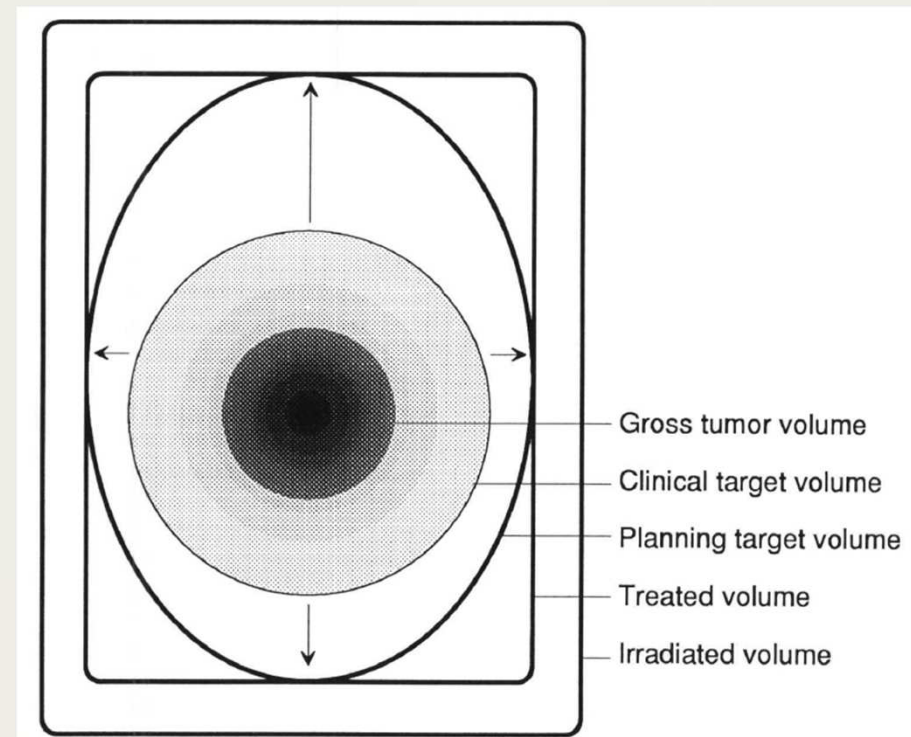
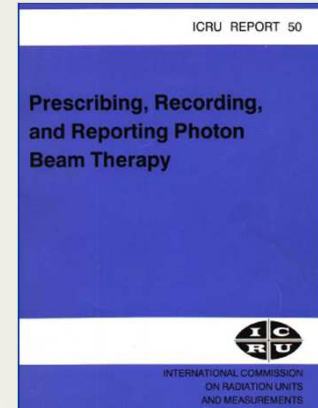
Conclusiones

- Los Simuladores CT permiten la reconstrucción virtual del paciente
- Generación de RDR
- Planificar los tratamientos. Abrió el paso para las nuevas técnicas (3DCRT, IMRT, SBRT....)
- Hoy es un standard

ICRU 50 (1993)

PTV

- Concepto geométrico – Permite la selección apropiada tamaño y arreglo de campos considerando el efecto neto de todas las posibles variaciones e inexactitudes geométricas para asegurar que la dosis prescrita sea la verdaderamente absorbida en el CTV
- PTV no incluye márgenes dosimétricos



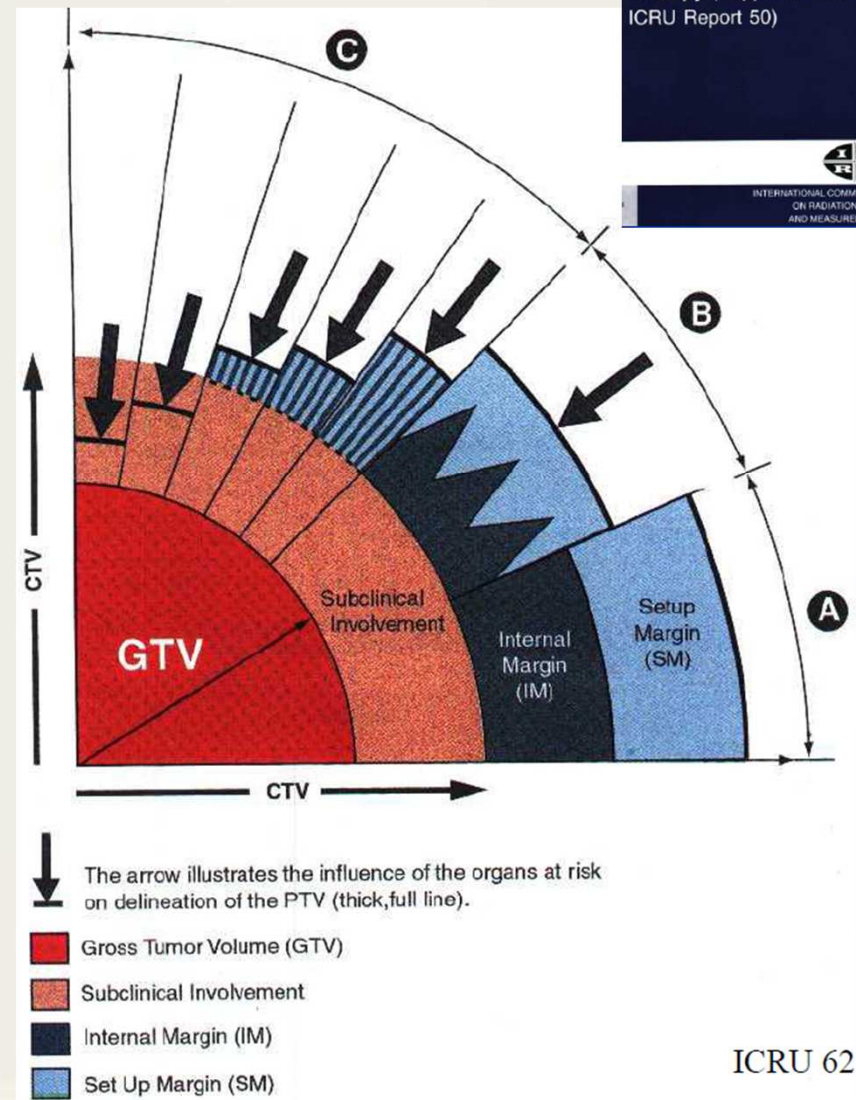
ICRU 62 (1999)

Margen interno (IM)

- Toma en cuenta variaciones en tamaño, forma y posición del CTV en relación a puntos de referencia anatómica por movimientos internos (ej: llenado de recto, respiración, etc.)

Márgenes de Setup (SM)

- Considera incertezas por posicionamiento del paciente
- Factores técnicos (ej: inmovilización, estabilidad de la maquina de tratamiento, etc.)



Radioterapia convencional - TAC

- **TAC produjo una revolución en Radioterapia**
 - Radioterapia 3D
- **Simulación virtual**
 - RDR
 - BEV
 - Reconstrucciones 3D
 - Calculo 3D – HDV
 - Fusión otras modalidades de imágenes (RNM, Angio, otras..)
 - etc..

