


# Aspecto Generales del Tratamiento de Radioterapia

Dr. Miguel A. Ortega  
Instituto de Cancerología  
“Dr. Bernanrdo del Valle”  
Guatemala



# Conceptos Básicos

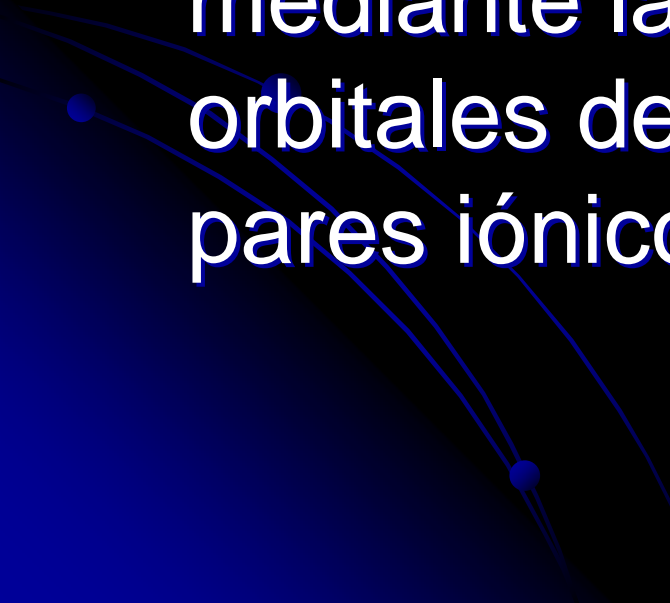
- Etimología:

- Latín radiatus radiaræ: **Diseminarse de un centro común**
- Irradiar: dirigir rayos hacia

- Radiación:

- Una forma de transferencia de energía

# Naturaleza Química y Física de la Radiación

- Es radiación ionizante aquella que tiene la habilidad característica de transferir su energía a la materia mediante la separación de electrones orbitales de sus átomos, formando pares iónicos.
- 

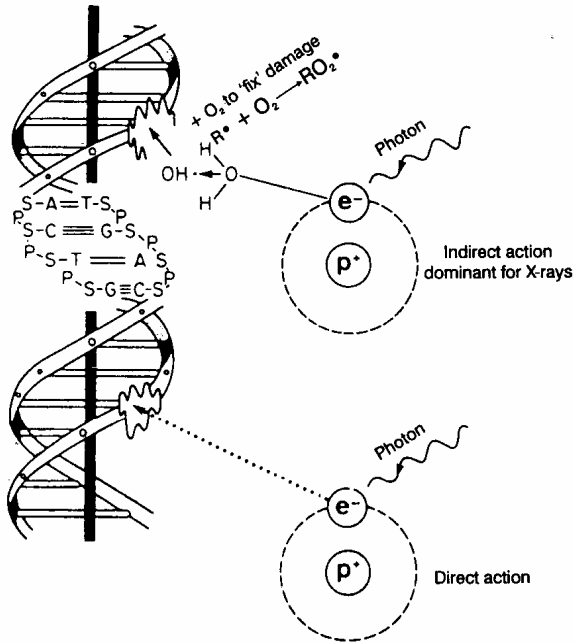
# Naturaleza Química y Física de la Radiación

- Cuando las radiaciones se originan del decaimiento del núcleo atómico, se llaman rayos gamma, las que se originan fuera del núcleo atómico se denominan rayos x y son producidas cuando partículas cargadas de alta energía ( $e^-$ ) bombardean un blanco adecuado. Ambas se denominan fotones, lo que es de importancia médica es su energía y no su origen.

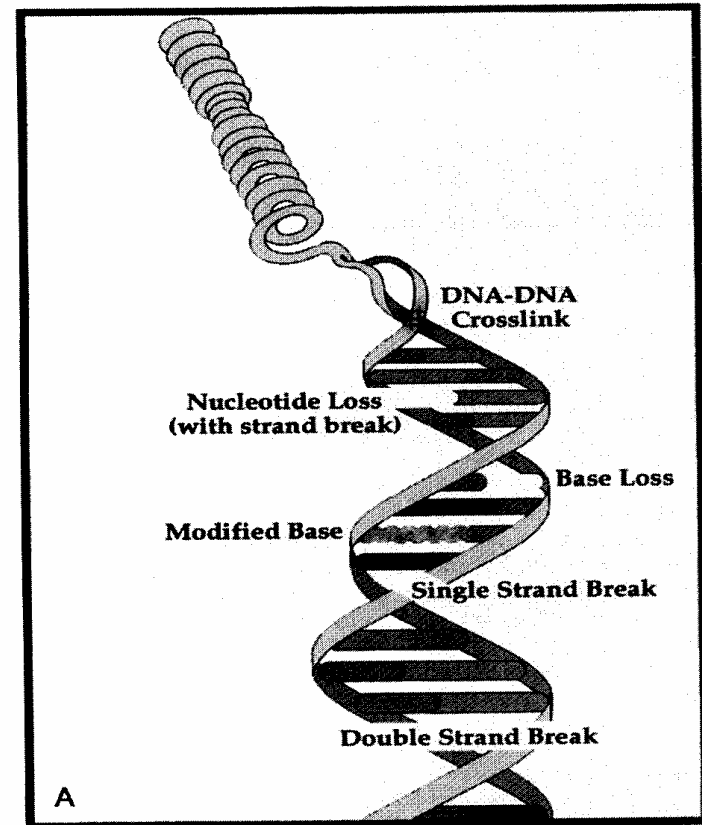
# Naturaleza Química y Física de la Radiación

- En adición hay radiaciones ionizantes de partículas (no fotones), entre ellos electrones, protones y neutrones. Tienen características especiales que los diferencian de los rayos gamma y rayos x

# EFFECTO DIRECTO E INDIRECTO Y DAÑOS AL DNA POR RADIACIÓN



**Figure 15.3** The oxygen fixation hypothesis. Free radicals produced in DNA either by a direct or indirect action of radiation can be repaired under hypoxia but fixed in the presence of oxygen. Adapted from Hall (1988), with permission.



# RELACIÓN DOSIS RT/SV CELULAR DURANTE RT FRACCIONADA

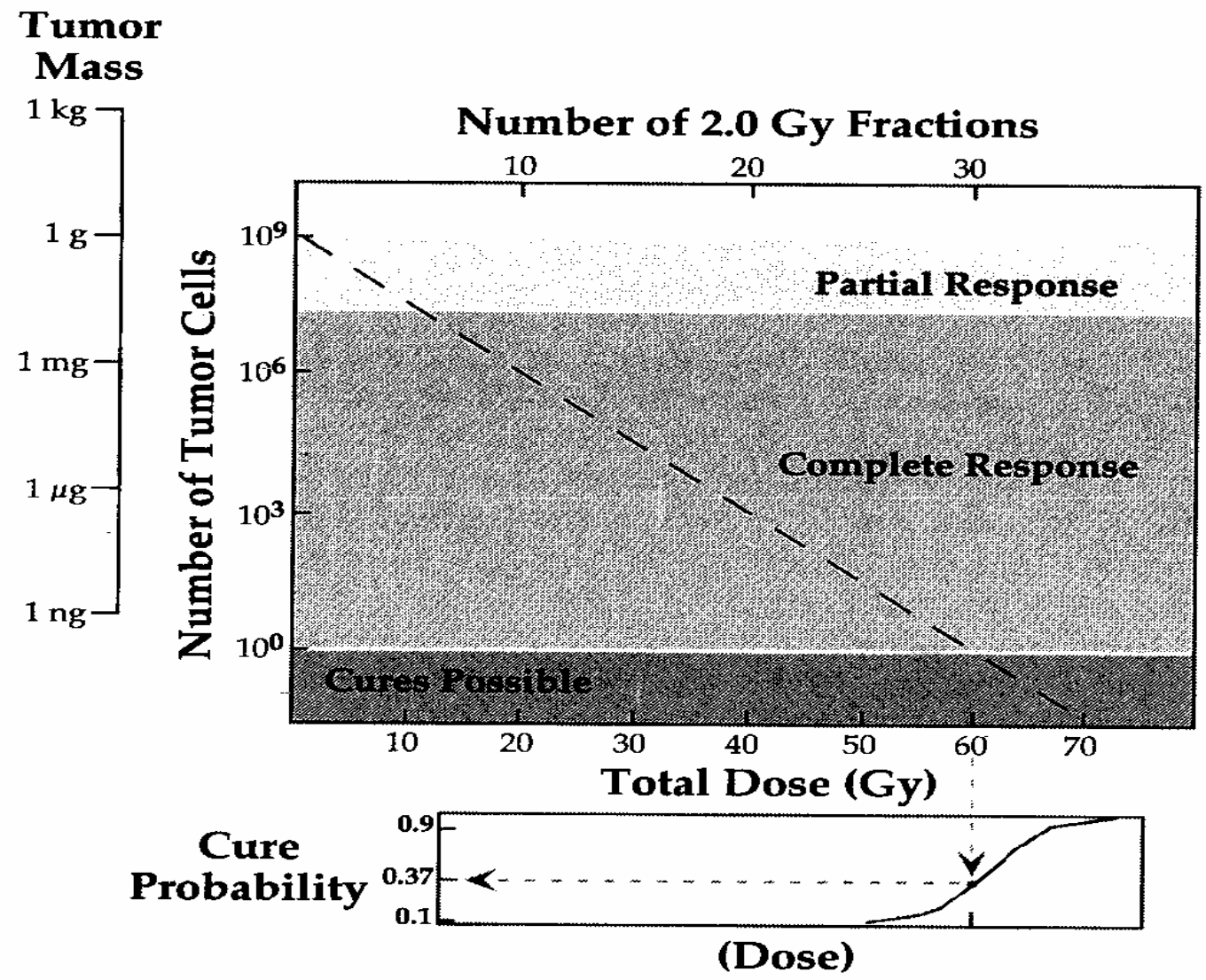
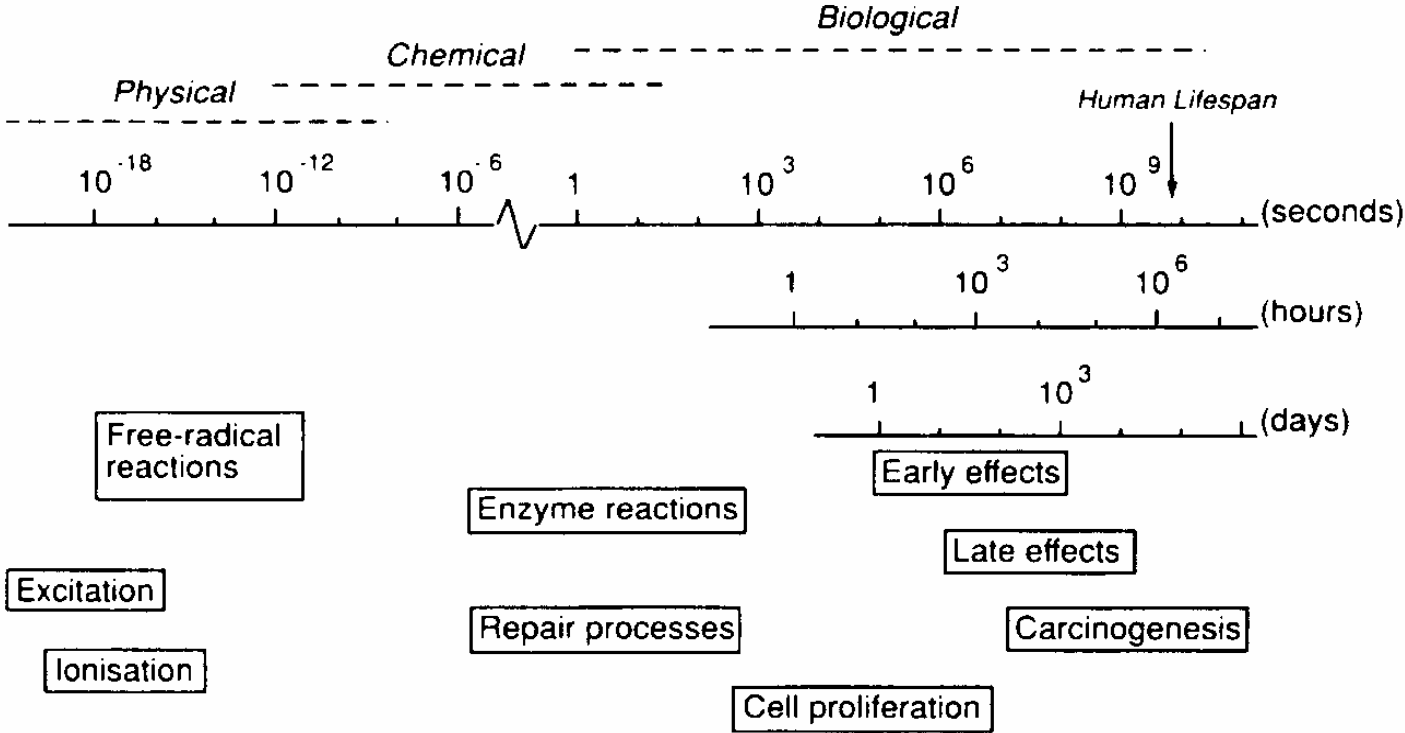


FIGURE 1.2


# ESCALA EN TIEMPO DE LOS EFECTOS DE EXPOSICIÓN A RADIACIÓN EN SISTEMAS BIOLÓGICOS

THE TIME-SCALE OF RADIATION EFFECTS





Los cambios producidos por la radiación normalmente no son aparentes inmediatamente después de la exposición (únicamente cambios moleculares). El daño causado por la radiación puede no manifestarse hasta años después y aún puede únicamente manifestarse en la descendencia del organismo irradiado.



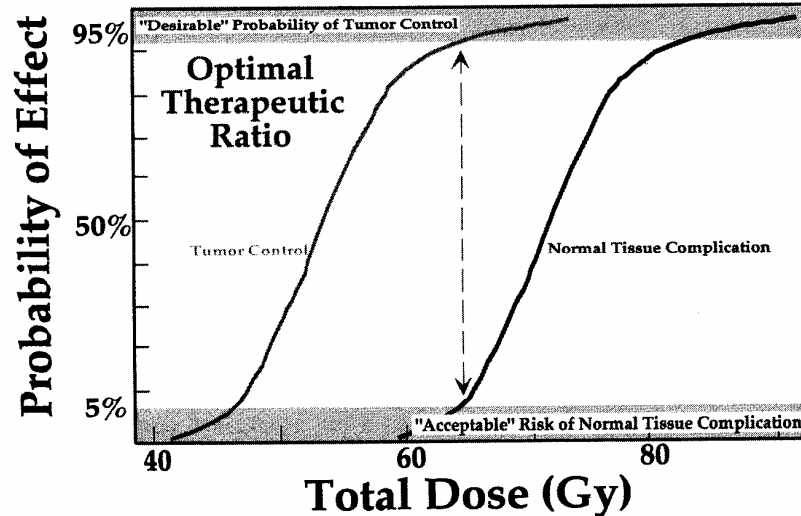
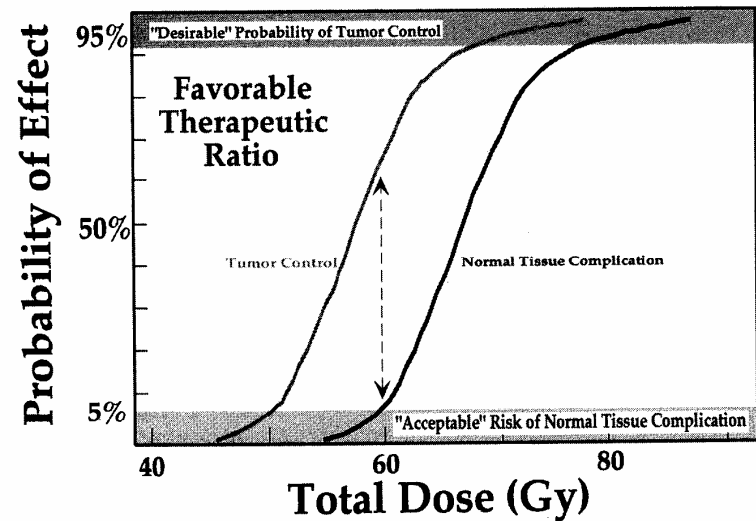
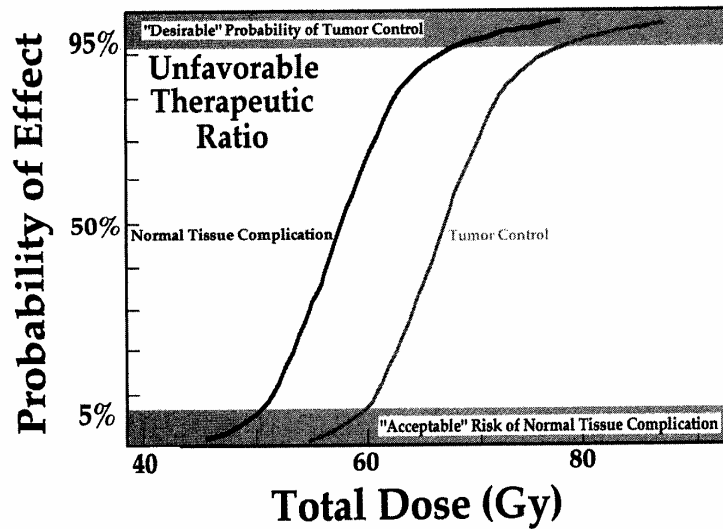
# Radioterapia:

- Especialidad Clínica que se encarga de la utilización de radiación ionizante para el tratamiento de pacientes con neoplasias malignas y ocasionalmente benignas.

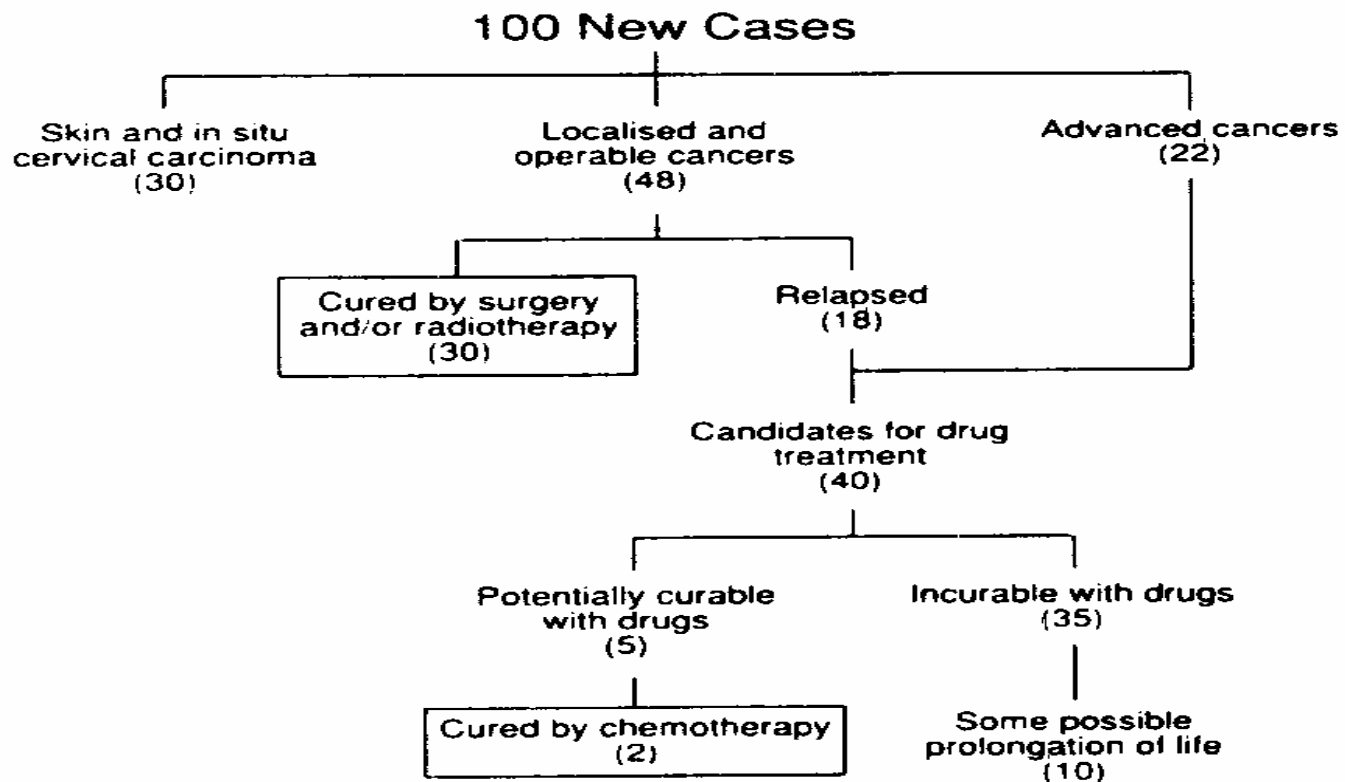
# Objetivos de la Radioterapia

- **Entregar al tumor una dosis de radiación adecuada y uniforme.**
- **Minimizar la irradiación de los tejidos sanos**
- **Obtener el mejor relación beneficio/efectos secundarios**

# CONCEPTO DEL RANGO TERAPÉUTICO



# ROLES RELATIVOS DEL TX LOCAL Y SISTEMICO EN PTES CON CA



**Figure 1.1** The relative roles of local and systemic treatment in the management of cancer. From Souhami and Tobias (1986), with permission.

# Radioterapia

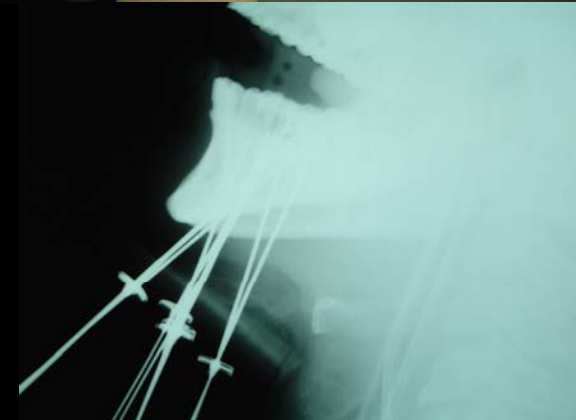
- Radioterapia externa (teleterapia)



- Braquiterapia (implantes).



- Terapia de fuentes no selladas (radioterapia metabólica)



# Medida Fundamental en Radioterapia

- Cantidad de energía absorbida por unidad de masa:

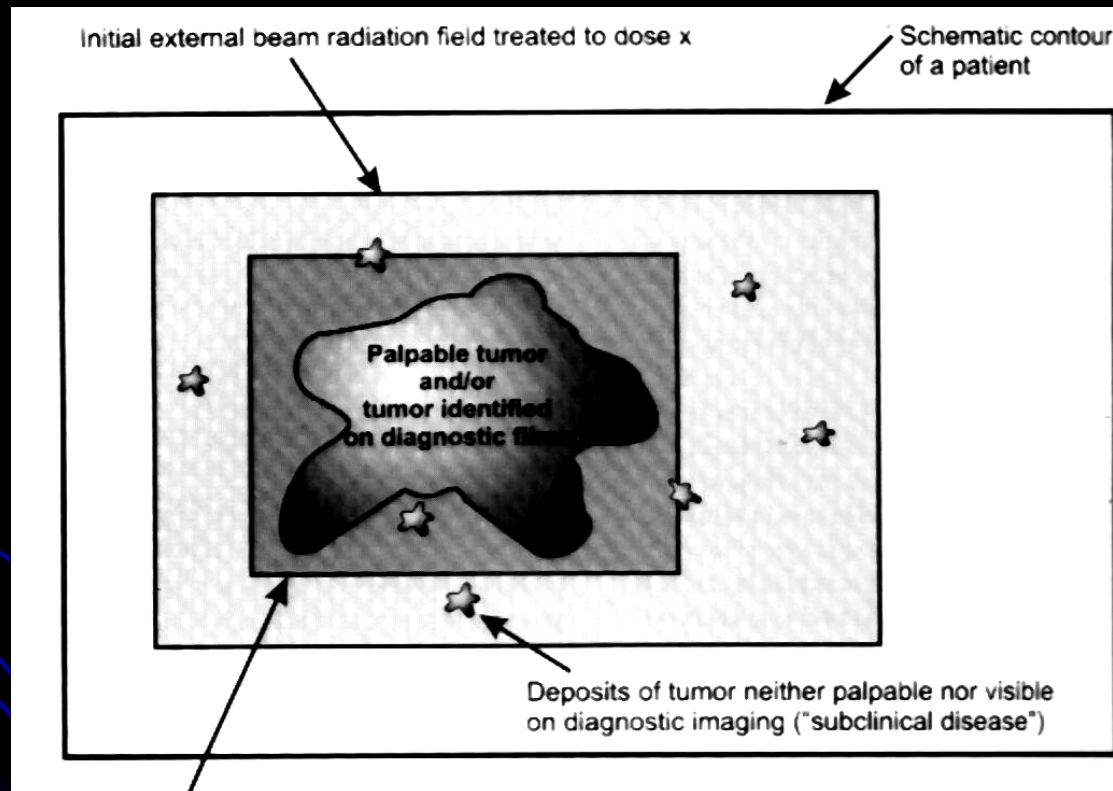
1 joule/Kg de tejido = 1 Gray = 100 cGys ó rads

# Proceso de Radioterapia

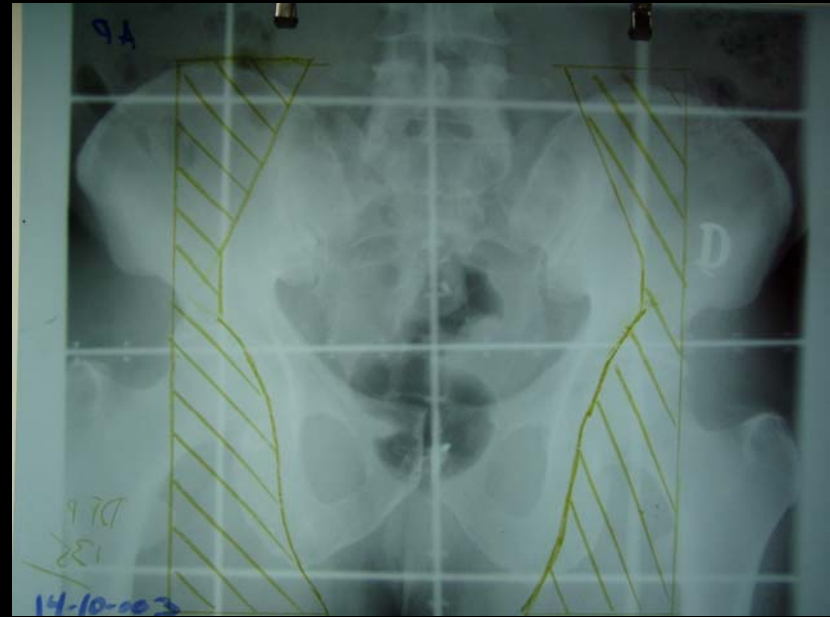
- Indicación de tx de RT (patología)
- Objetivo de la RT
- Localización y delimitación exacta del tumor (volumen planeado de Tx).
- Técnica planeada de Tx
  - Sistemas de fijación y reproducibilidad
  - Sistemas de planeación y protección (conformación)
    - 2D, 3D, IMRT
  - Equipos de entrega
    - Co60, Linac, Estereotaxia, BT.
- Dosis



# Volumen

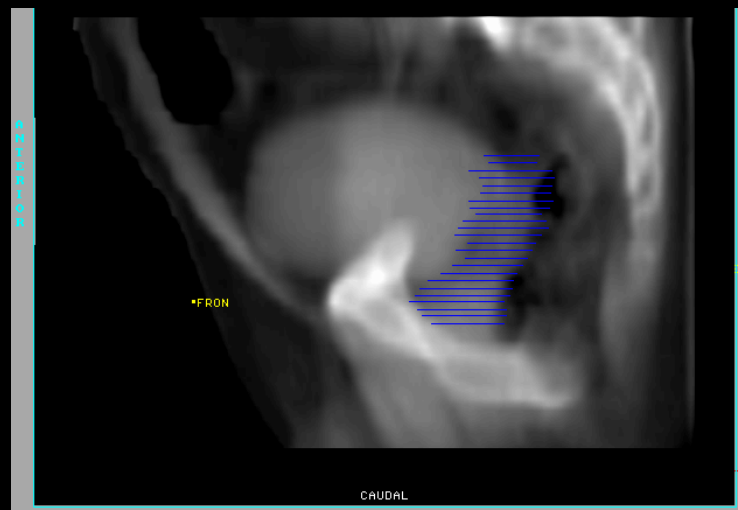
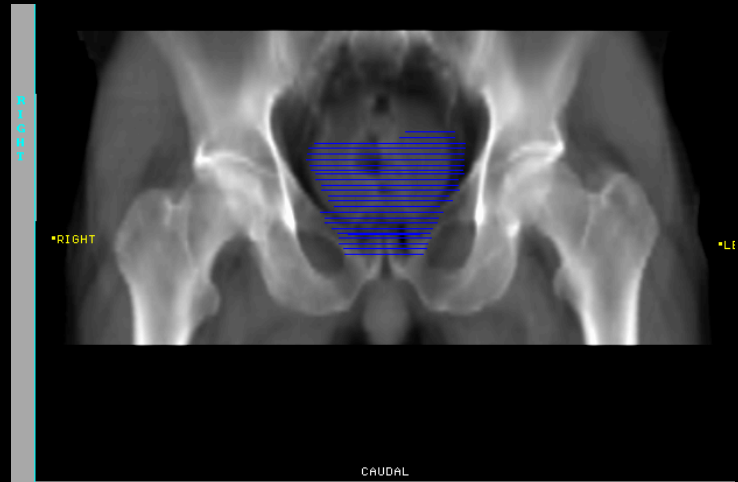
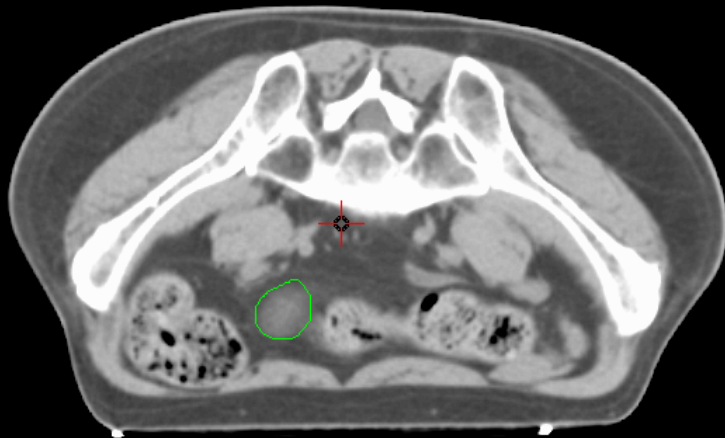


# Localización y delimitación exacta del tumor (volumen).

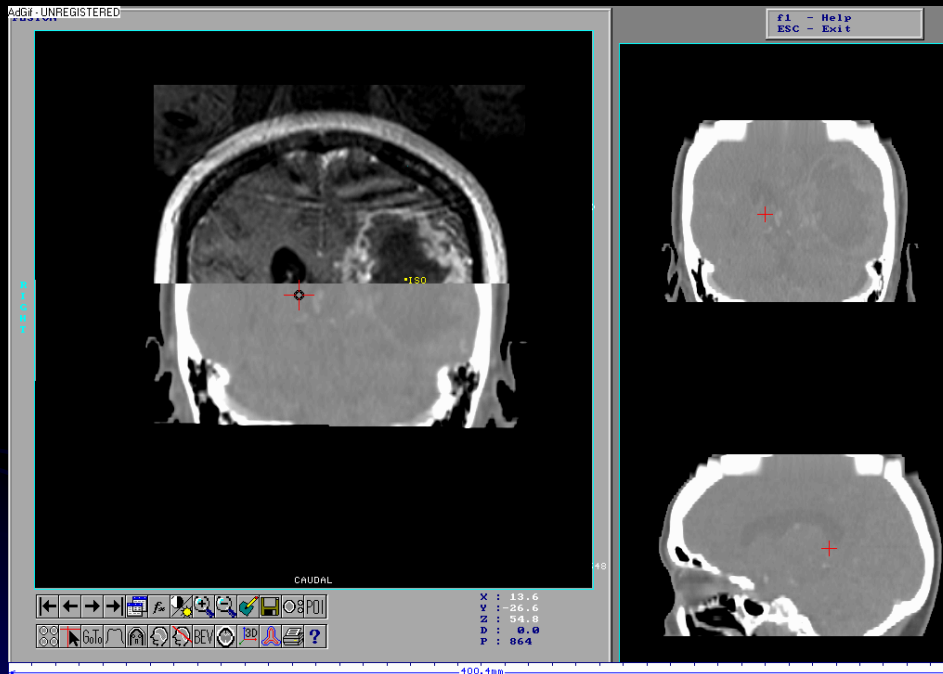


# Localización y delimitación exacta del tumor (volumen).

AdGif - UNREGISTERED

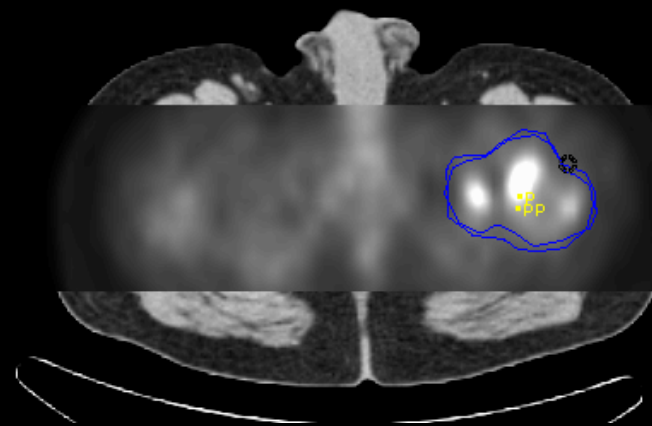
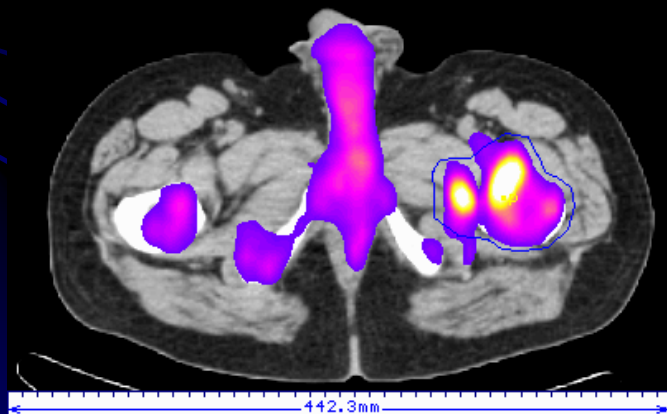
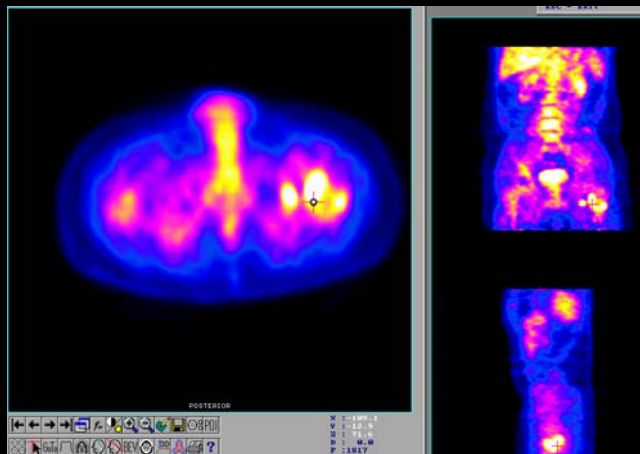


# Localización y delimitación exacta del tumor



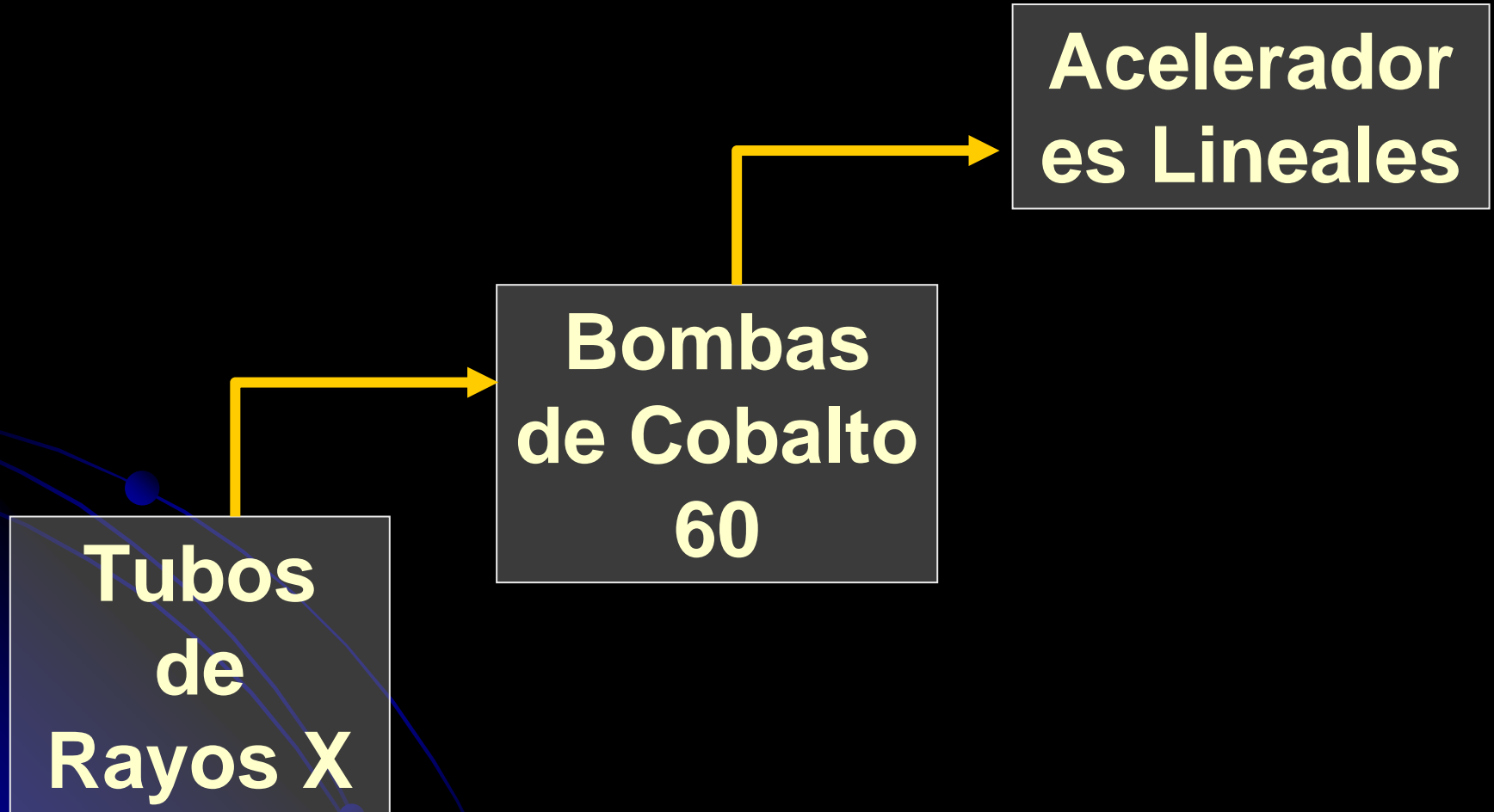
Fusión de Imágenes TAC/RMN

# Localización y delimitación exacta del tumor



Fusión de Imágenes TAC/PET

# Equipos Generadores de Radiación



# GEOMETRIA DE EQUIPO DE TRATAMIENTO

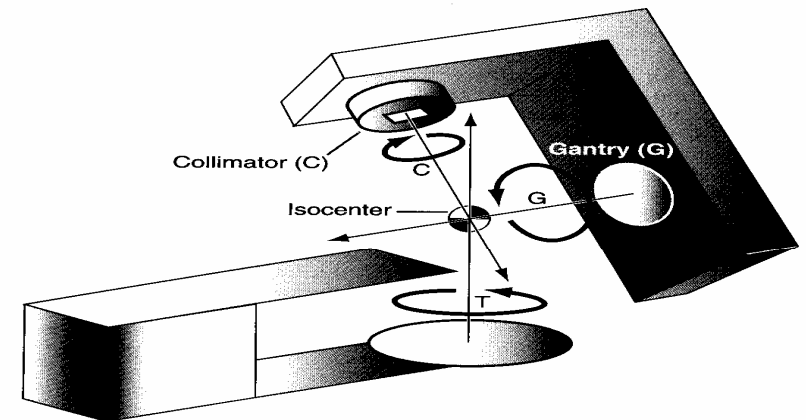
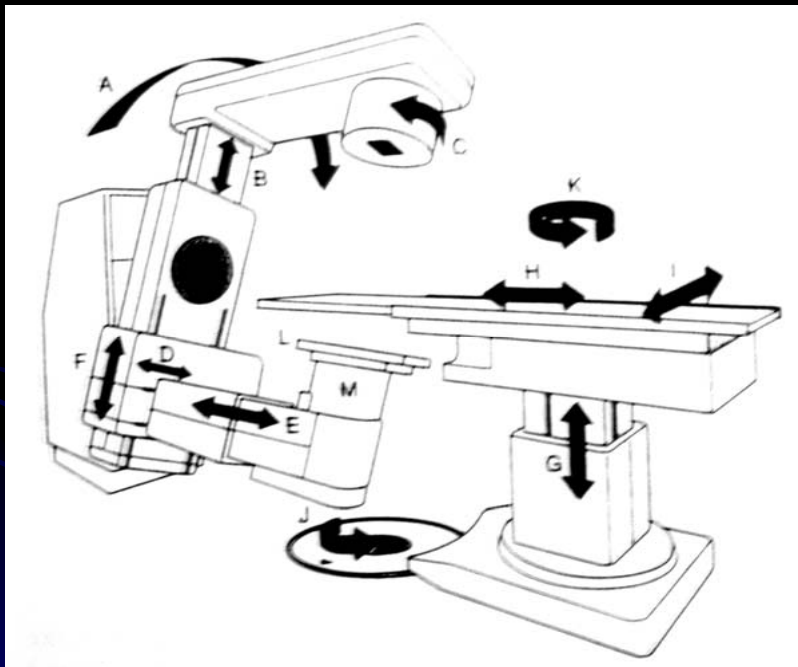
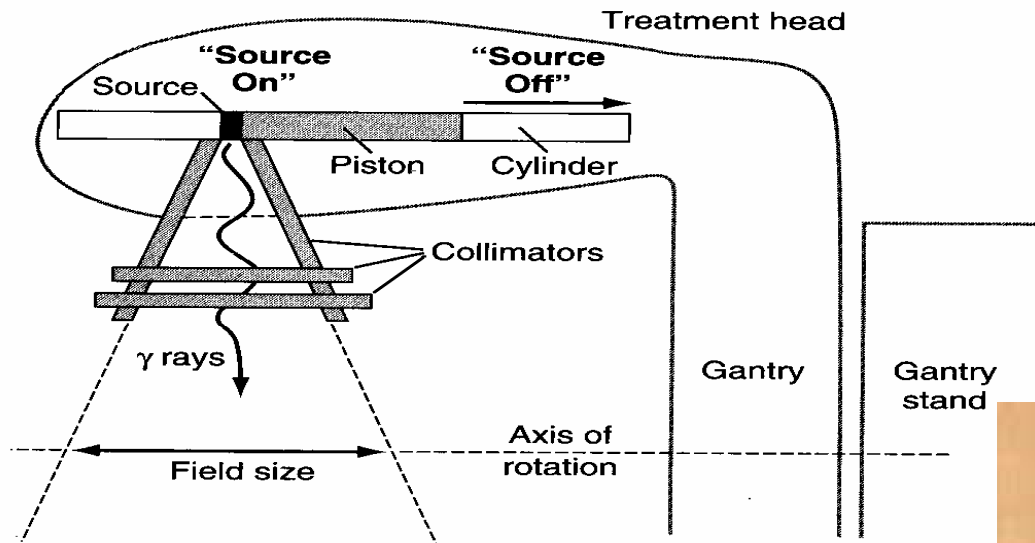


Table (T) (patient support assembly)

**FIGURE 3-3.**

Treatment machine geometry. Three rotational axes intersect at a point called the *isocenter*. The table surface can translate three directions for a total of 6 degrees of freedom.

# ESQUEMA BOMBA DE COBALTO



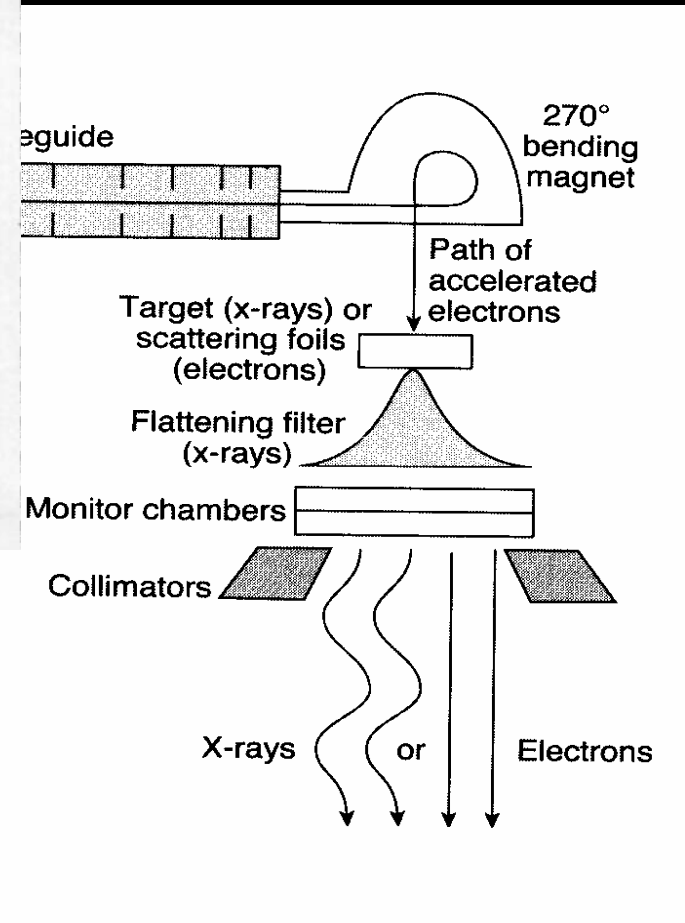
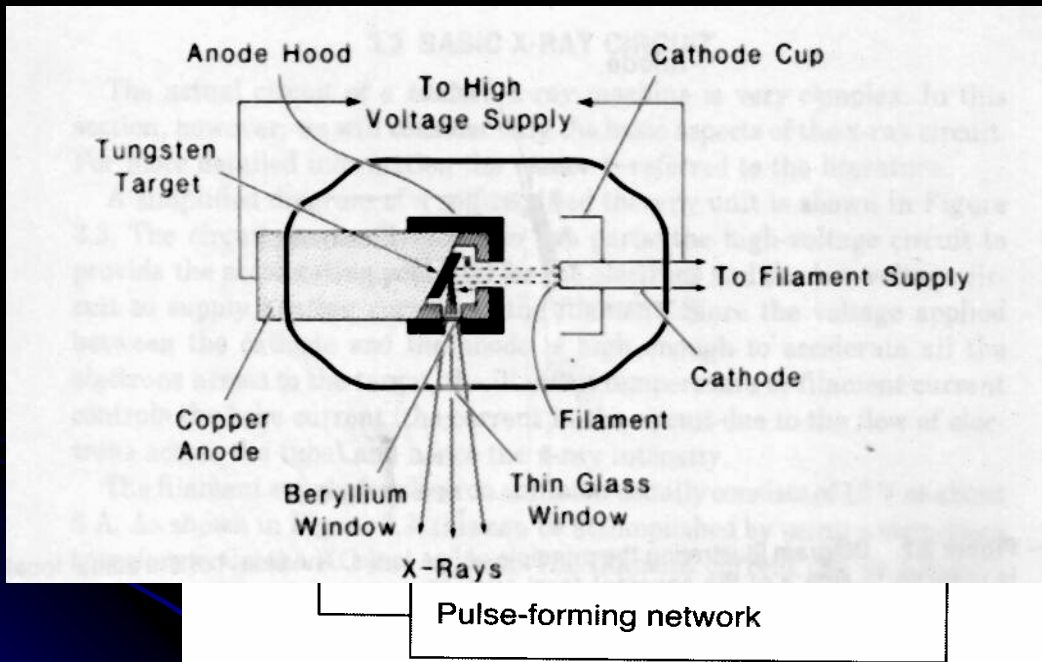
**FIGURE 3-4.**

Typical  $^{60}\text{Co}$  unit. The source moves from the shielded position (into an unshielded position (On) to produce a treatment beam.





# ESQUEMA DE UN LINAC



# Acelerador lineal

- Equipo que genera Rx de alta energía y sirve para el tratamiento de radioterapia.
- En niños se utiliza baja energía.



# Diferencias entre Co60 y LINAC (fotones)

## ● Co60:

- Tamaño de fuente.
  - Mayor penumbra geométrica
- Radiación gamma
- Monoenergético
- Rendimiento decae según vida media
- Bajo LET

## ● LINAC

- Tamaño de fuente:
  - No hay penumbra geométrica.
  - Según energía penumbra por equilibrio electrónico
- Rx
- Energía múltiples
- No decae
- Bajo LET

# PENUMBRA

- PENUMBRA: región en el borde del haz donde la dosis decrece rápidamente.

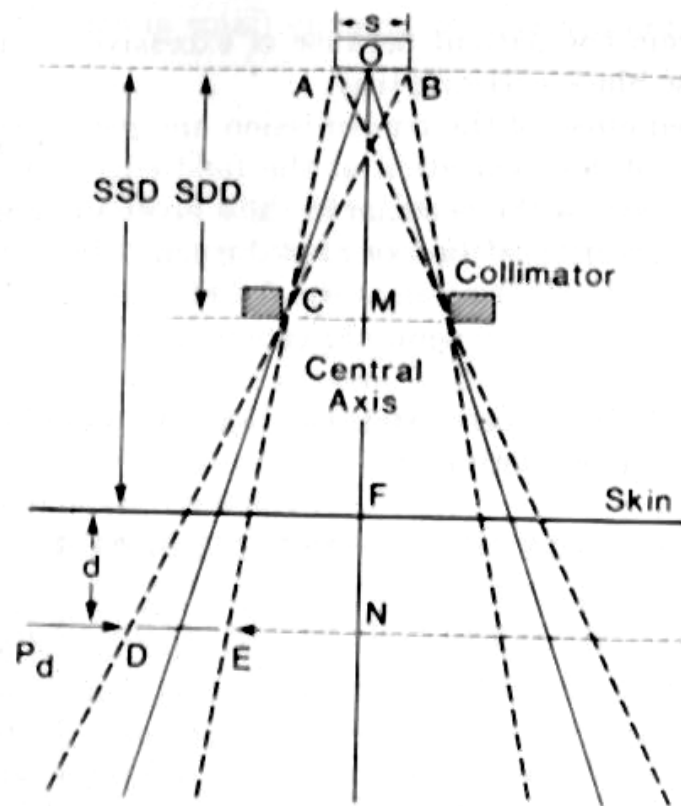
Tamaño de la fuente

Co- 60: 2cm

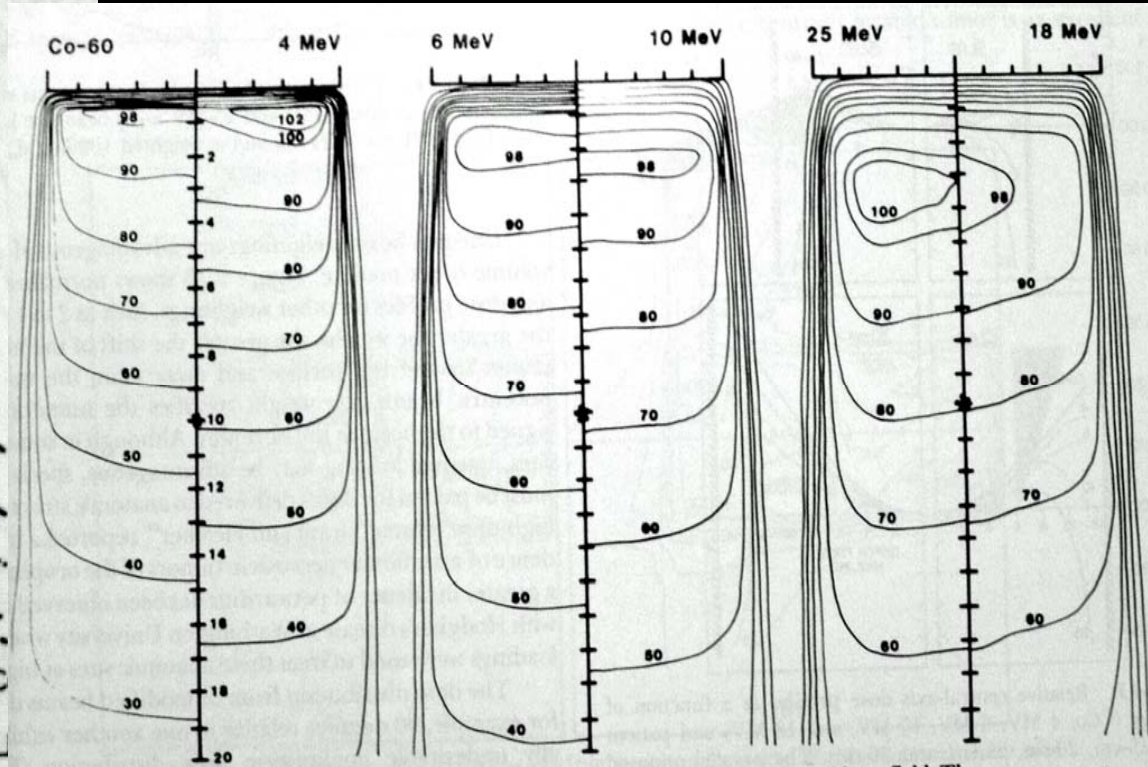
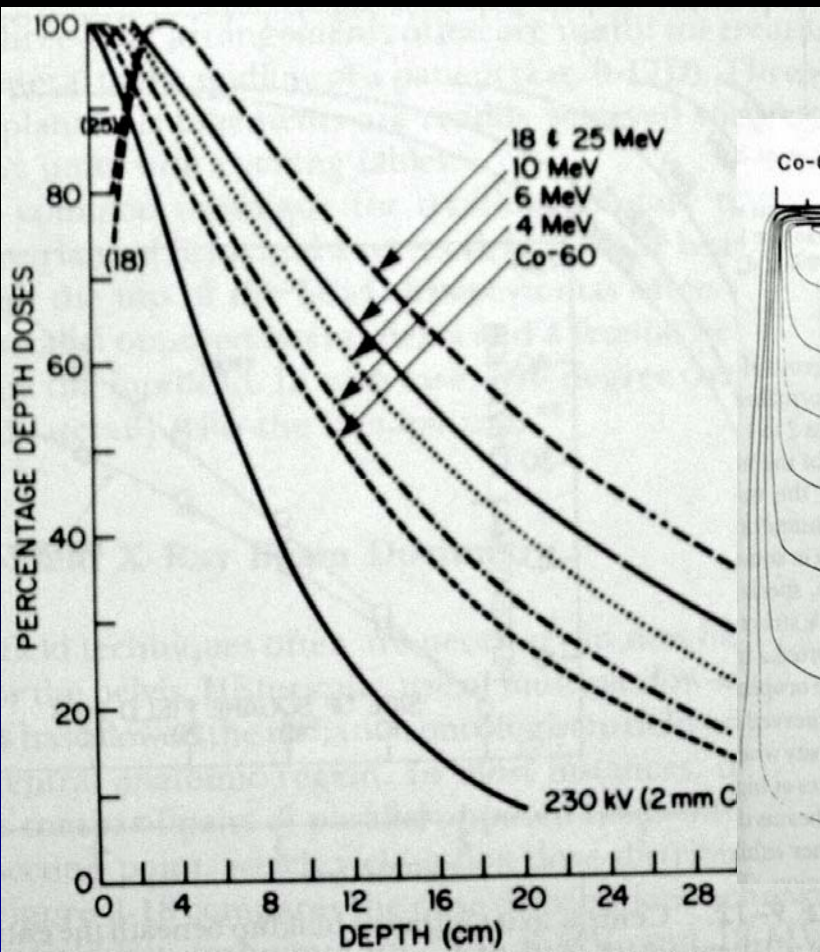
LINAC: 2mm

*Penumbra puede afectar a estructuras vecinas*





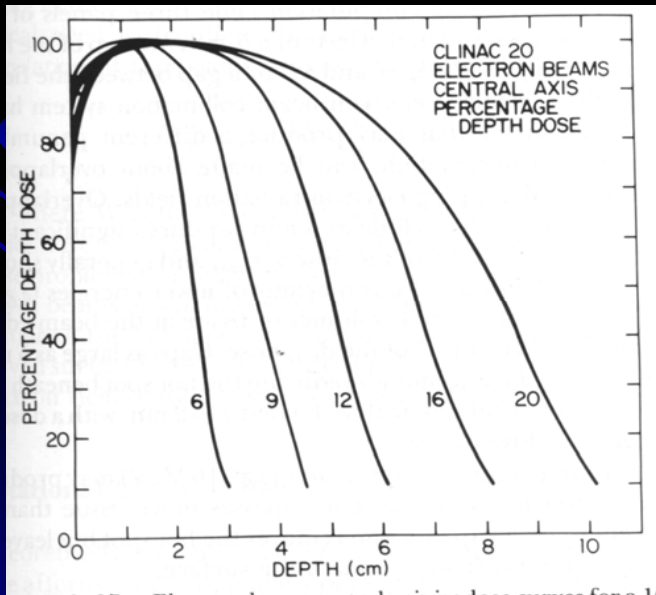
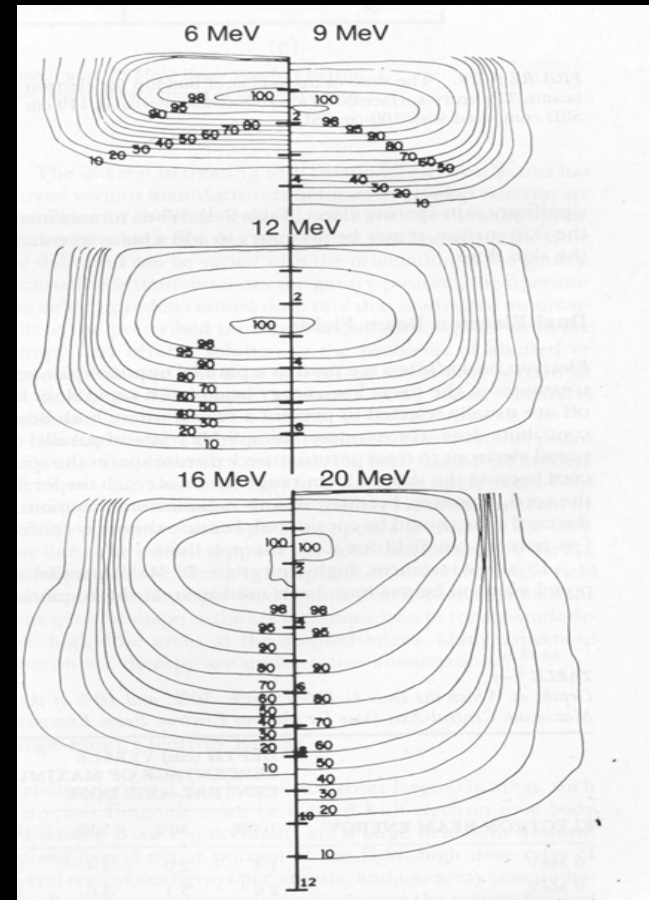
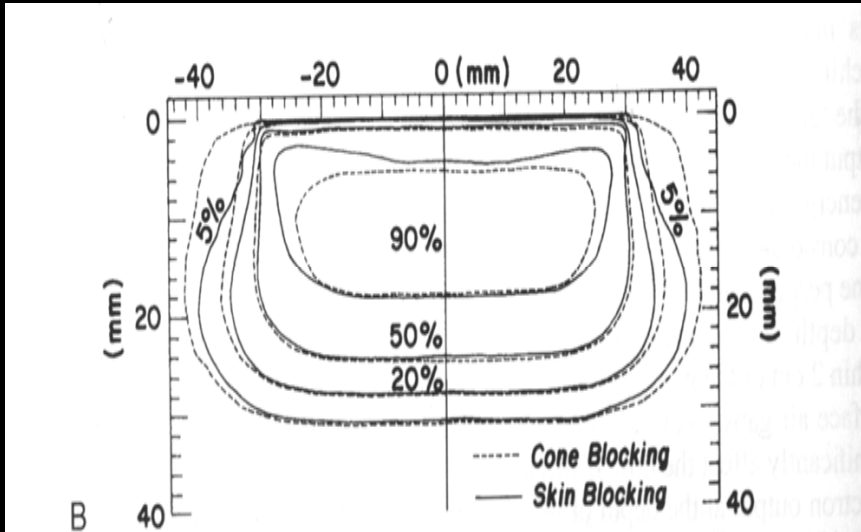
# PDP de Diferentes Energias



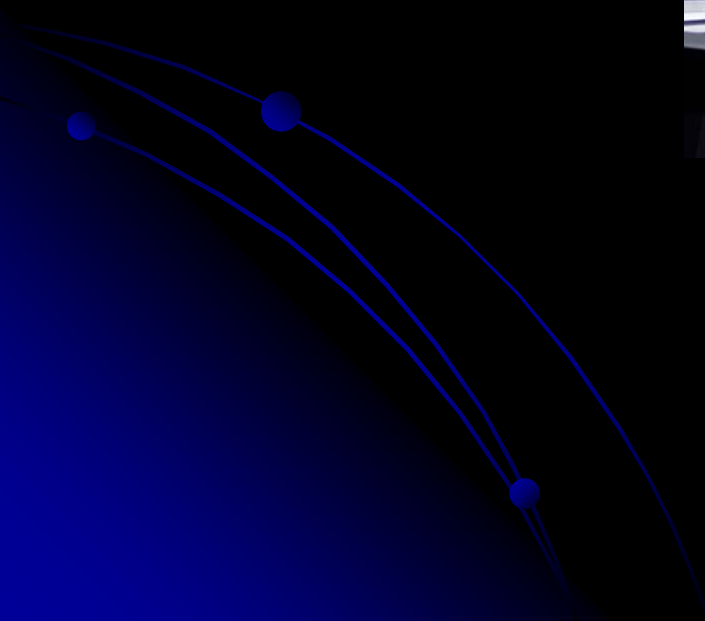
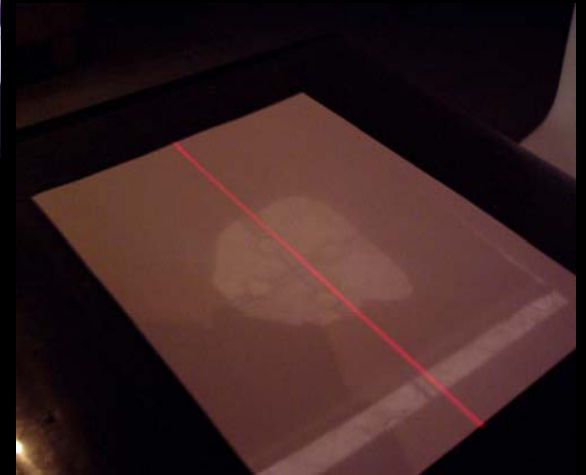
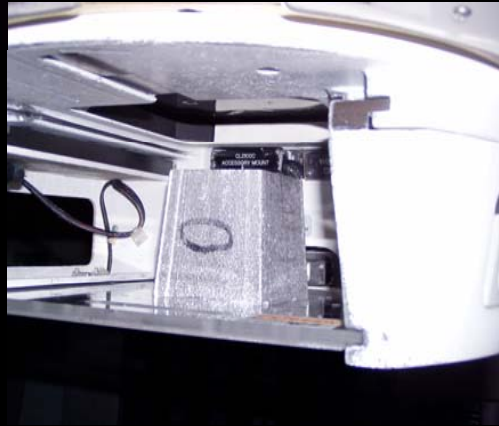
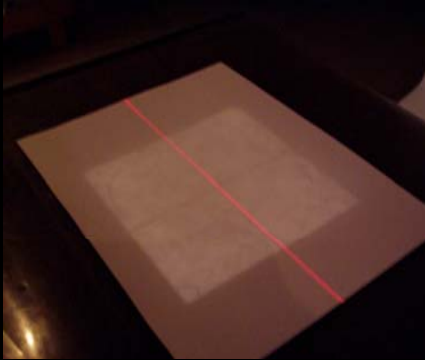
# Mejor relación dosis-profundidad

	Co-60	LINAC 6MV	LINAC 18MV
5cm	78.8	86.1	96.5
10cm	56.4	66.1	79.6
15cm	39.4	50.0	65.3


# ELECTRONES



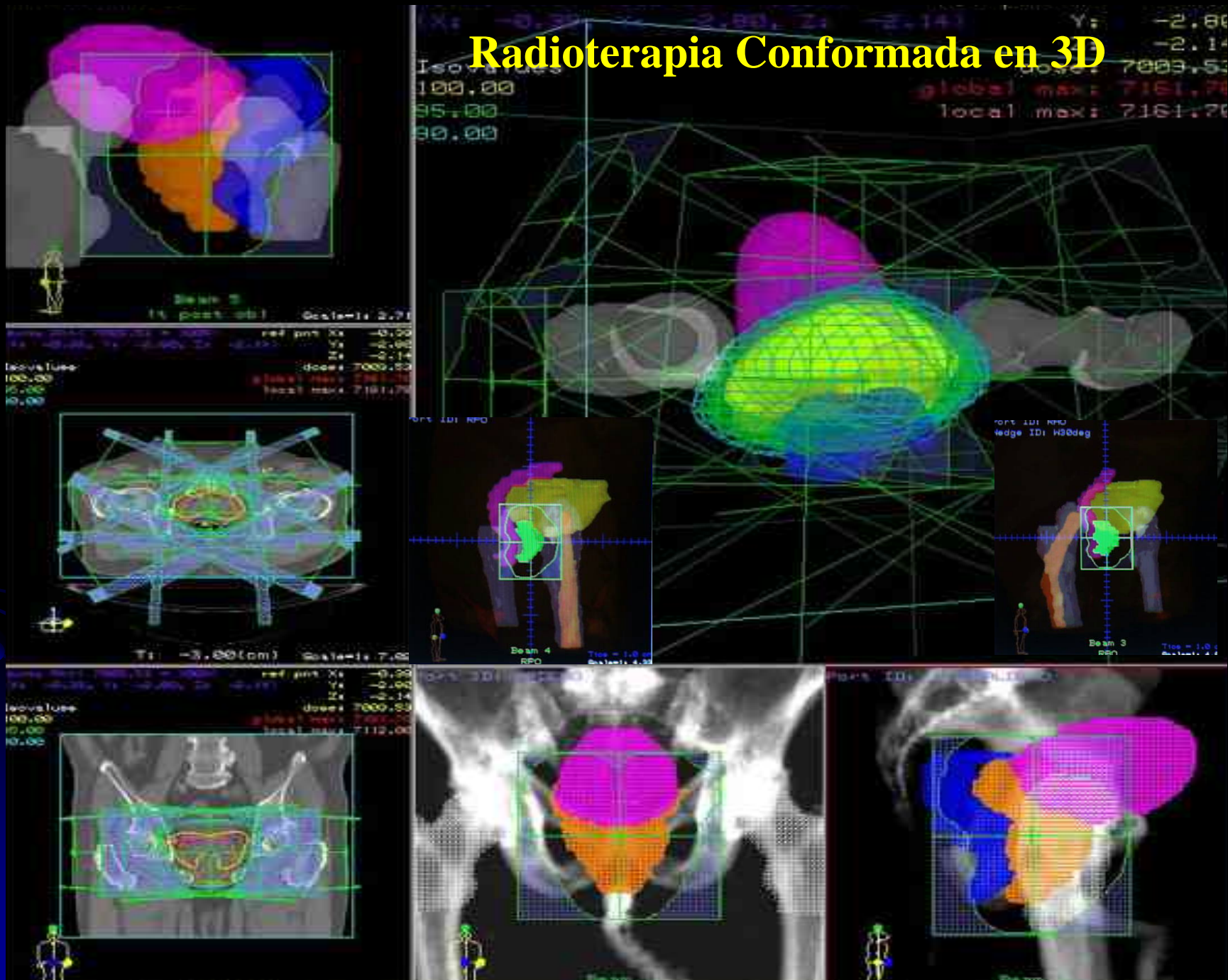




# Técnica Especiales:

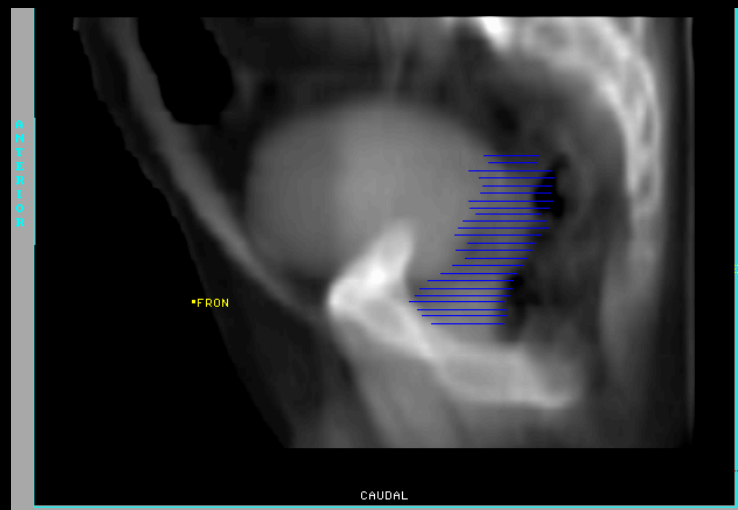
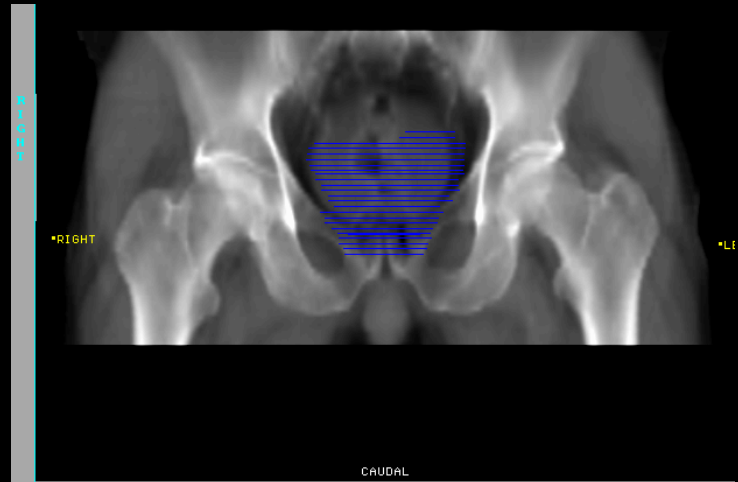
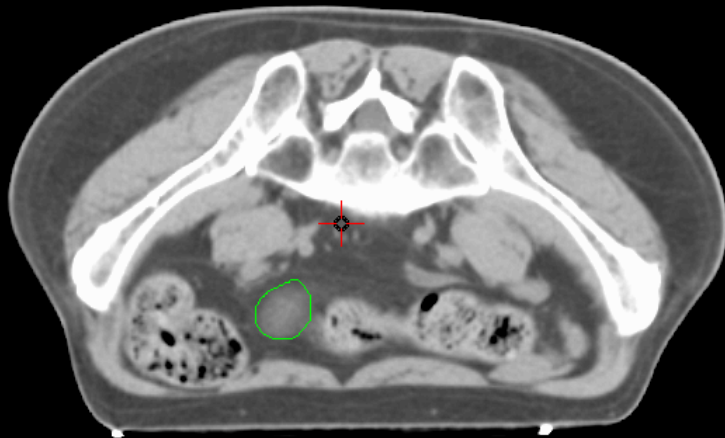
- Radioterapia conformacional con Planificación virtual 3D
  - Radioterapia con Modulación de Intensidad
  - Radioterapia estereotáxica
  - Radiocirugía
- 

# Radioterapia Conformada en 3D

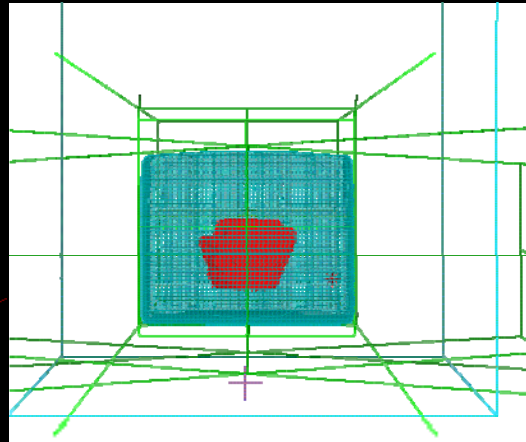


# Localización y delimitación exacta del tumor (volumen).

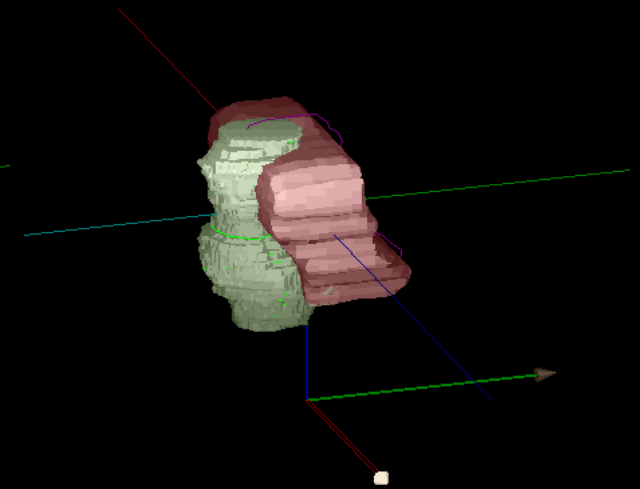
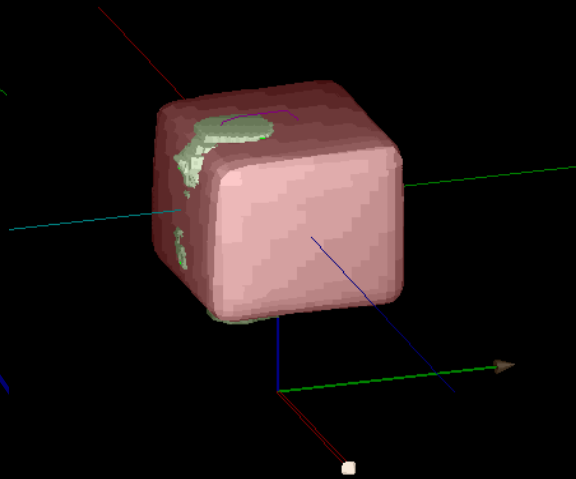
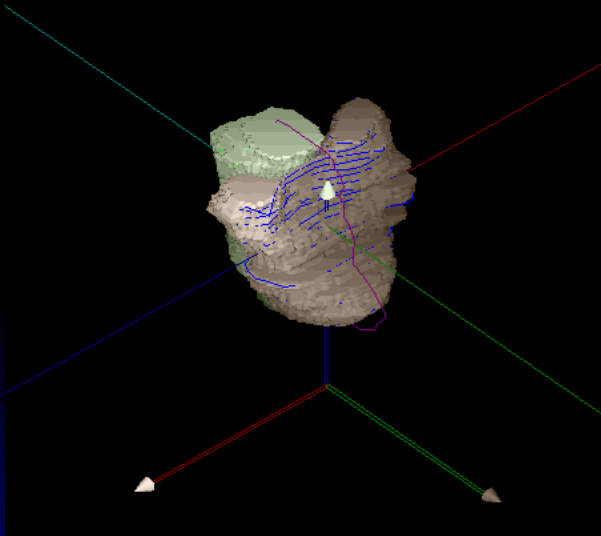
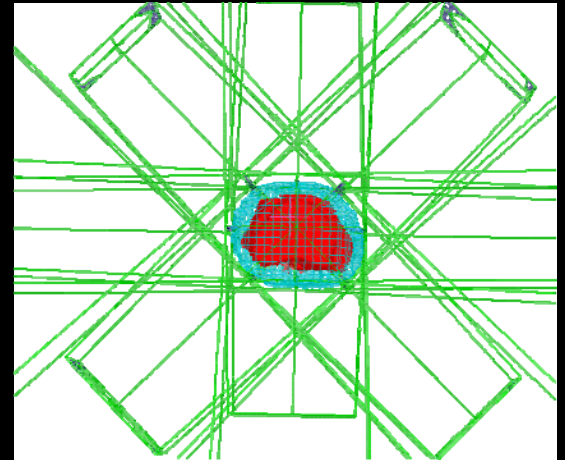
AdGif - UNREGISTERED



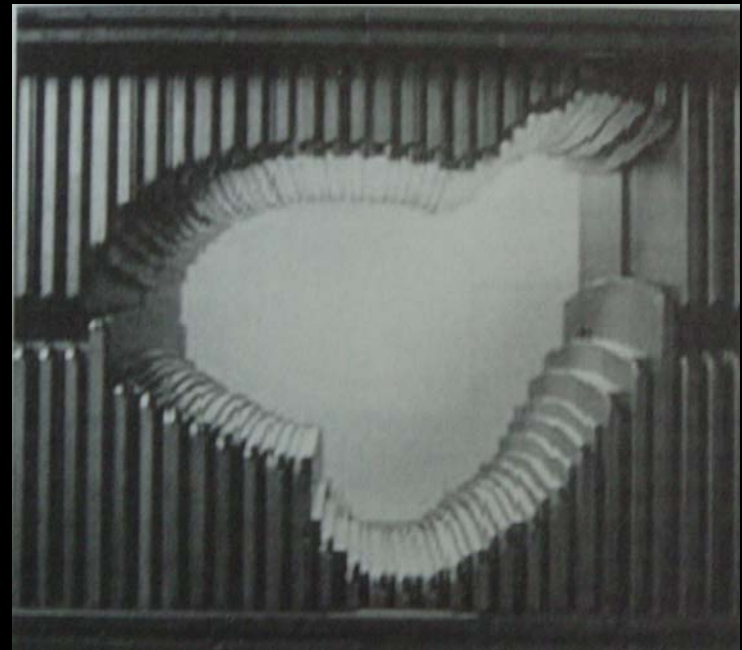
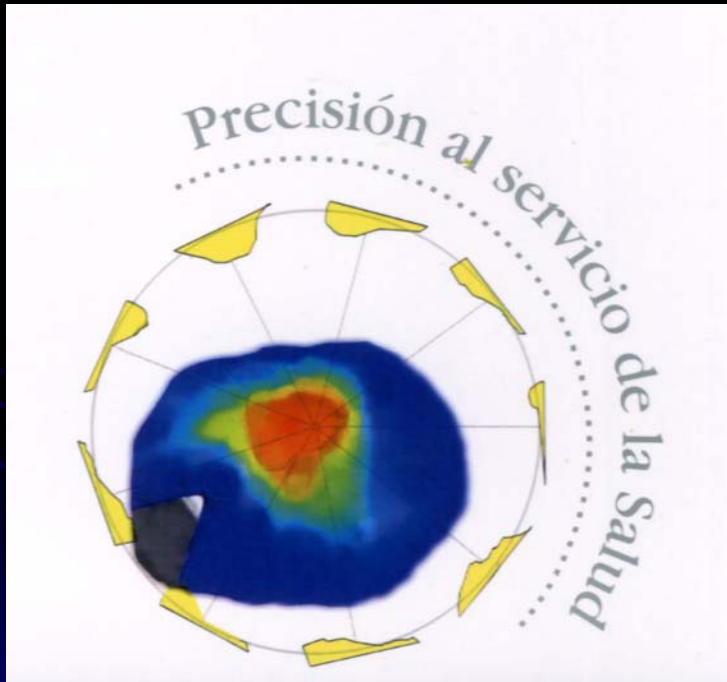
# Radioterapia estándar



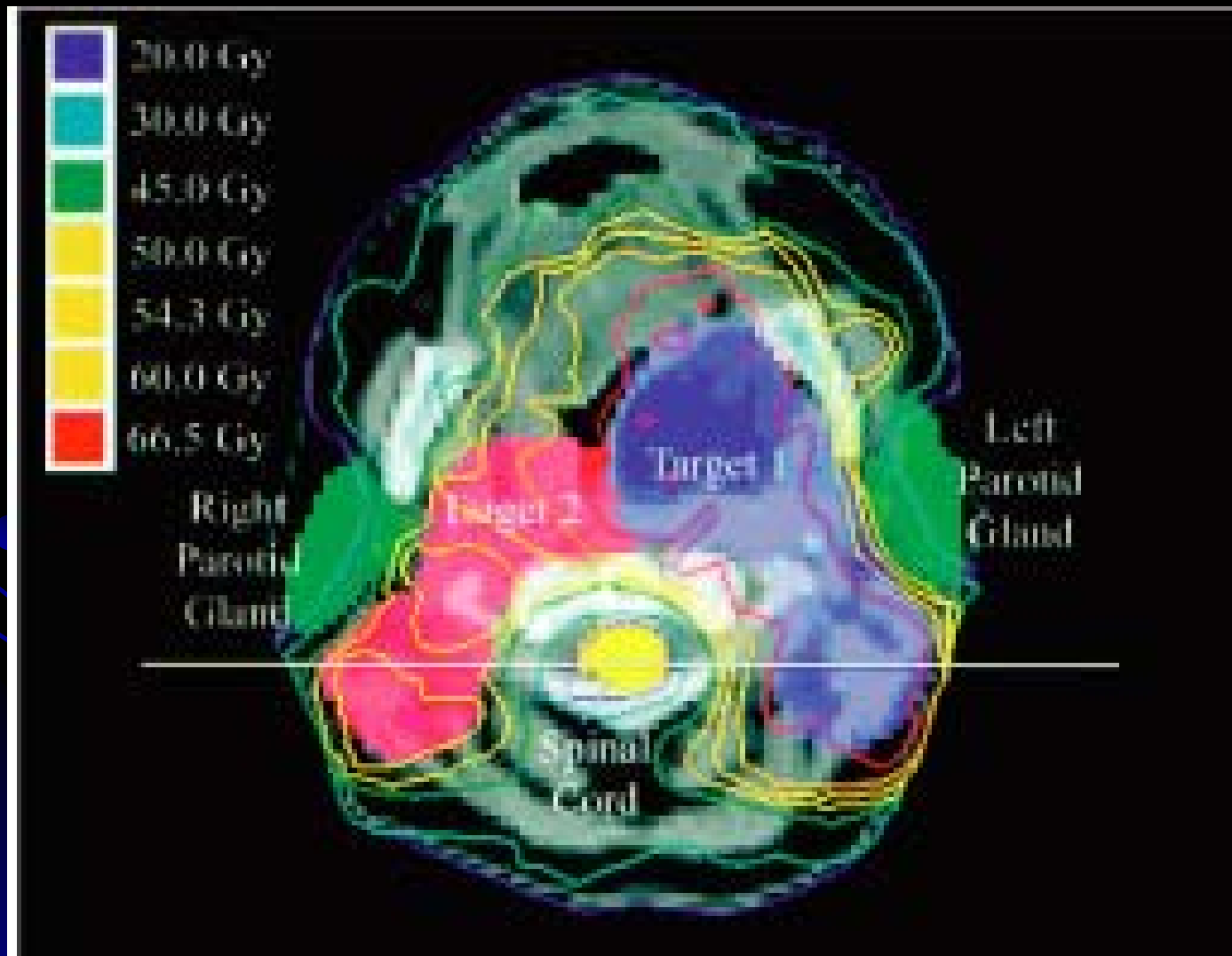
# Radioterapia conformacional



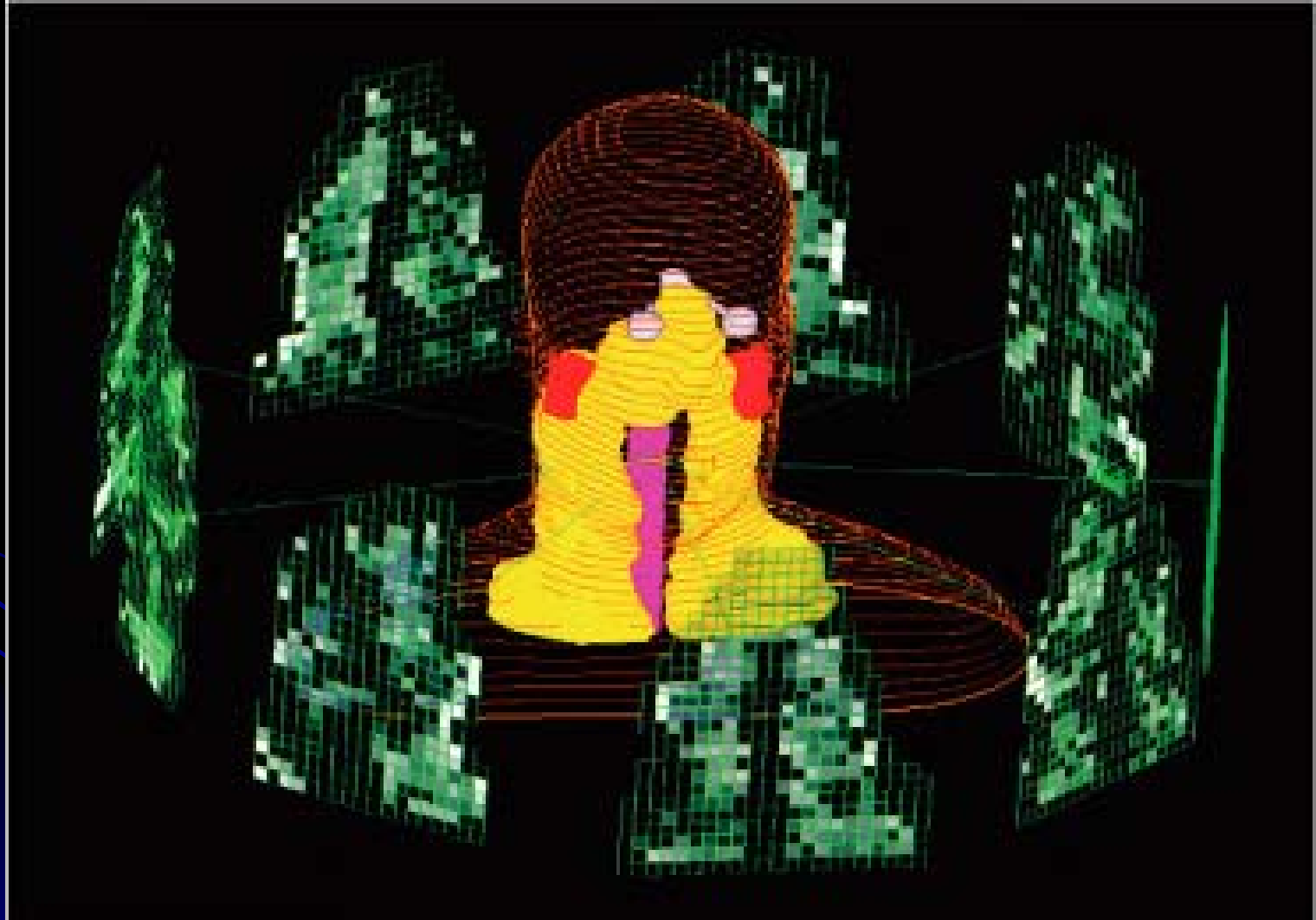
# IMRT, Técnica



# IMRT

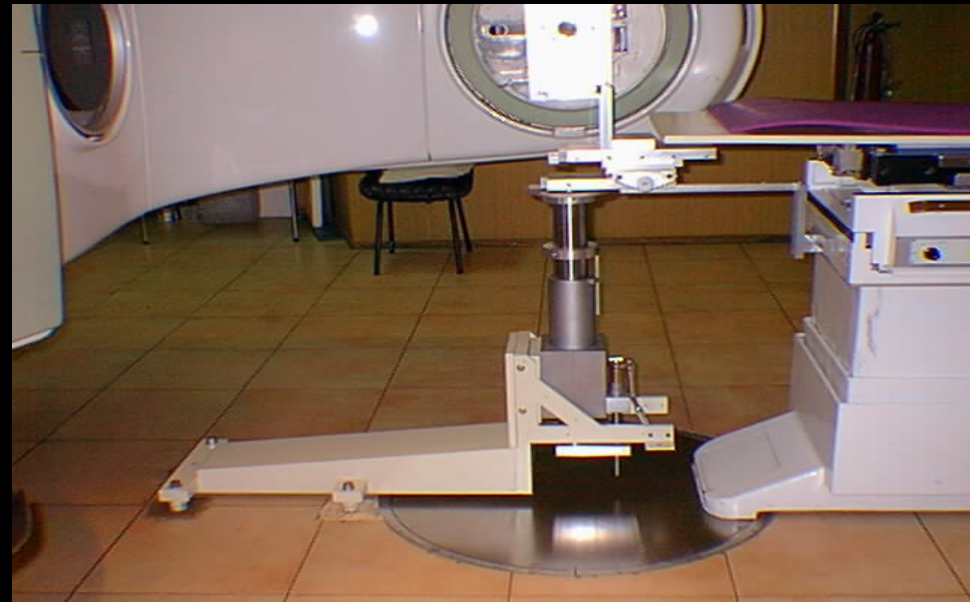


# IMRT

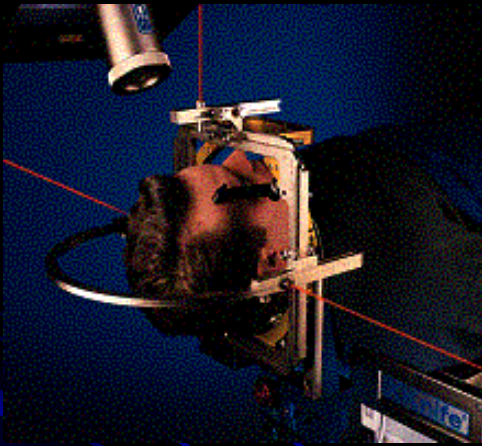




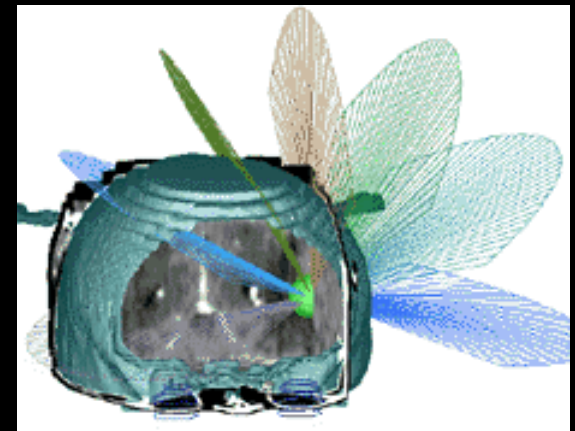
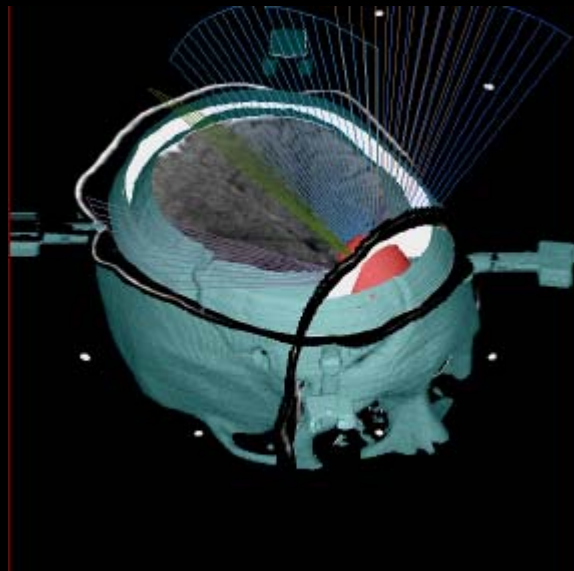
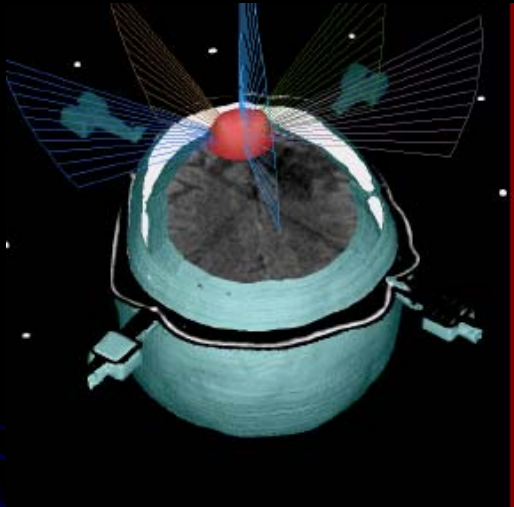
# Radiocirugía – Radioterapia estereotaxica fraccionada



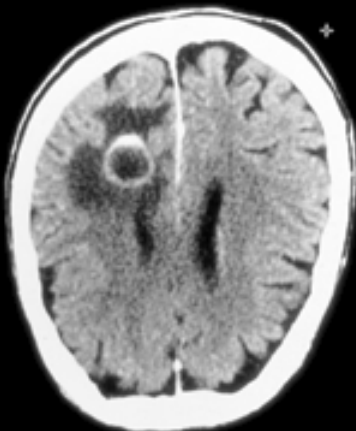
# Colocar al paciente para tratamiento y administrar la dosis de radiación con múltiples campos



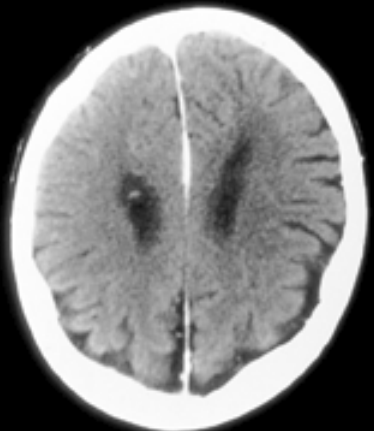
# Planificar los haces de tratamiento radiante



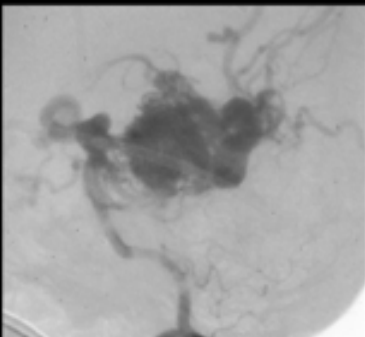
# Resultados



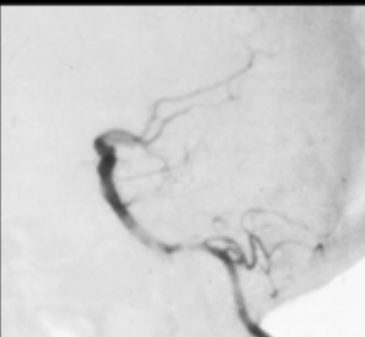
CT Scan: Before...



...and After Treatment.



AVM, Before Treatment



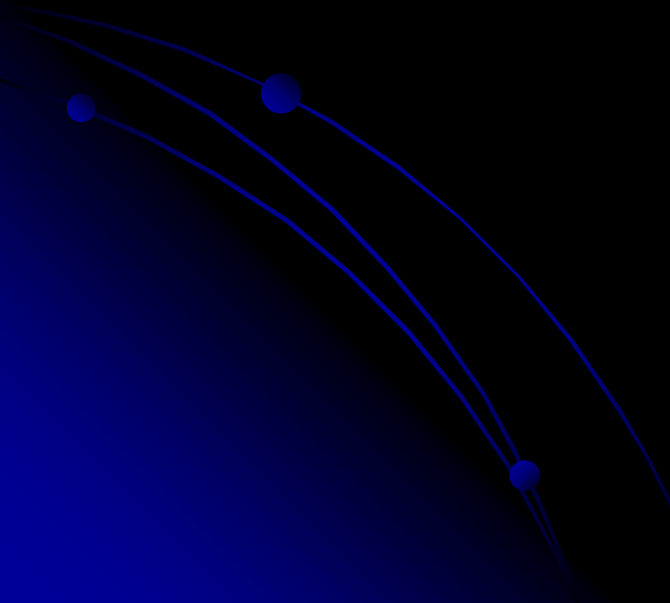
After Treatment

# INDICACIONES MAS COMUNES PARA DIFERENTES TIPOS DE IRRADIACIÓN ESTEREOTÁCTICA

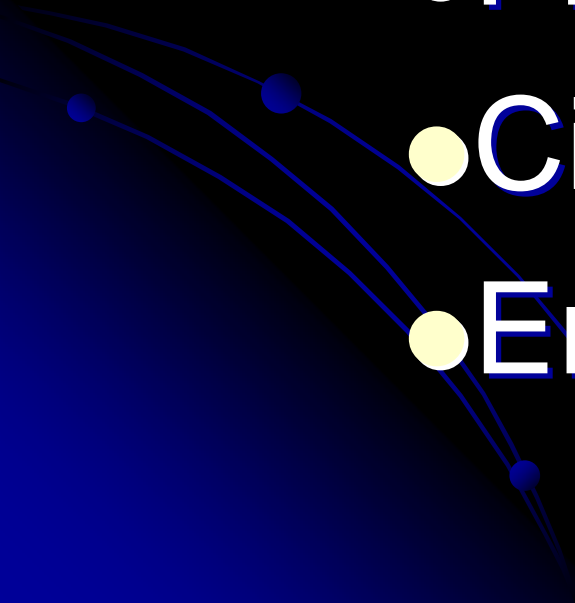
	INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
Radiocirugía Estereotáctica	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Malformaciones Arteriovenosas</li> <li>● Metástasis Cerebrales</li> <li>● Glioma de Alto Grado</li> <li>● Adenoma Pituitario funcionante</li> <li>● Schwannoma Vestibular (pequeño)</li> <li>● Meningioma</li> <li>● Neuralgia del Trigémino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lesiones que envuelven o que están muy cercanas a estructuras como el aparato óptico o el tallo cerebral.</li> <li>● Lesiones mayores de 3 cm de diámetro.</li> </ul>
Radioterapia Estereotáctica	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Schwannoma Vestibular (pequeño)</li> <li>● Schwannoma no Vestibular</li> <li>● Meningioma</li> <li>● Craneofaringioma</li> <li>● Adenoma Pituitario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ninguna.</li> </ul>
Radioterapia Estereotáctica Hipofraccionada	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Glioma de Alto Grado</li> <li>● Metástasis Cerebrales</li> <li>● Schwannoma Vestibular *</li> <li>● Malformaciones Arteriovenosas *</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tumores cerebrales benignos.</li> </ul>

\* En investigación.

# Toxicidad por Radioterapia

- Aguda
  - Crónica
- 

# Toxicidad Aguda por RT

- Radiodermatitis
  - Mucositis
  - Proctitis
  - Cistitis
  - Enteritis
- 

# Toxicidad Crónica por RT

- Dosis dependiente
- DL 50/5- 5/5
- Síndromes específicos son secundarios a cambios tisulares comunes p.e. fibrosis, vasculitis con neoformación, necrosis tisular, desmielinización, etc.



# NIVELES DE TOLERANCIA DE ÓRGANOS ABDOMINOPÉLVICOS

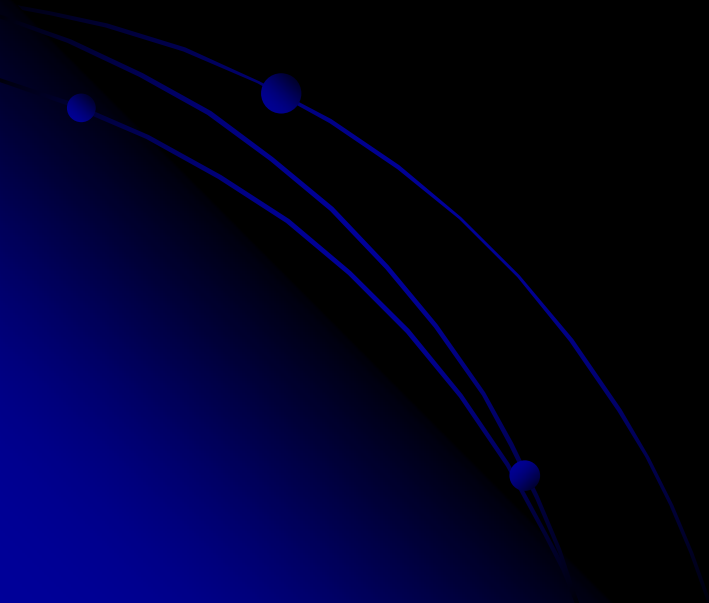
ORGANO	RIESGO		TIPO DE DAÑO
	T 5/5 (Gy)	TD 50/5 (GY)	
Vejiga	60	80	Úlcera, contractura
Hueso	60	150	Necrosis, fractura
Intestino	45	60	Úlcera, fístula, estrechez
Músculo	60	80	Fibrosis
Ovario	3	12.5	Esterilidad
Recto	55	80	Úlcera, fístula, estrechez
Piel	55	70	Atrofia, úlcera, fibrosis
Médula Espinal	50	60	Necrosis, sección

# Toxicidad Crónica por RT en Niños


- Hipoplasia ósea
- Hipoplasia muscular
- Sistema nervioso Central
  - Necrosis cerebral.
  - Disminución del IQ.
  - Leucoencefalomalacia (centros semioviales y regiones paraventriculares)
  - Microangiopatía mineralizante.

# Toxicidad Crónica por RT en Niños

- Deficiencia hipofisiaria: disminución del crecimiento.
- Segundos tumores



# RT EN LEUCEMIAS

- TOXICIDAD:
    - Necrosis cerebral.
    - Disminución del IQ.
    - Leucoencefalomalacia (centros semioviales y regiones paraventriculares)
    - Microangiopatía mineralizante.
- 

# Direcciones Futuras en RT

- Combinacion con nuevas drogas de QT
- Radiosensibilizadores
- Estereotaxia
- Terapia conformacional
- Rt de intensidad modulada
- RT con protones

# Tomoterapia



# Ciberknife

