RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL CON BLOQUES

FÍSICO CÉSAR DÍAZ MENDOZA
HOSPITAL Y CLÍNICA OCA, S. A.
MONTERREY, NUEVO LEÓN.

FÍSICO ERNESTO E. GARZA GARZA
HOSPITAL Y CLÍNICA OCA, S. A.
HOSPITAL REGIONAL DE ESPECIALIDADES NO. 25 DEL I.M.S.S.
MONTERREY, NUEVO LEÓN.

FÍSICO VALDEMAR Z. GONZÁLEZ V.
HOSPITAL Y CLÍNICA OCA, S. A.
CENTRO UNIVERSITARIO CONTRA EL CÁNCER DE LA U.A.N.L.
MONTERREY, NUEVO LEÓN.

1er. Congreso de la Federación Mexicana de Organizaciones de Física Médica, Monterrey, N. L., 03 de Diciembre del 2009

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL CON BLOQUES

RADIOTERAPIA : DEFINICION

LA RADIOTERAPIA SE PUEDE DEFINIR COMO LA ESPECIALIDAD MEDICA QUE UTILIZA LAS RADIACIONES IONIZANTES PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES NEOPLASICAS.

RADIOTERAPIA : OBJETIVO

ADMINISTRAR UNA DOSIS HOMOGÉNEA DE RADIACIÓN IONIZANTE A UN VOLUMEN BLANCO, CON UN MÍNIMO DE EFECTO SOBRE LOS TEJIDOS SANOS ADYACENTES.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL CON BLOQUES

RADIOTERAPIA : DISYUNTIVA

POR LO TANTO, EL FISICO MEDICO Y EL ONCÓLOGO RADIOTERAPEUTA DEBEN LIDIAR COTIDIANAMENTE CON ESTA IMPORTANTE DISYUNTIVA:

¿CÓMO DAR LA MÁXIMA DOSIS AL TUMOR MINIMIZANDO LO MÁS POSIBLE LA DOSIS A LOS TEJIDOS SANOS ?

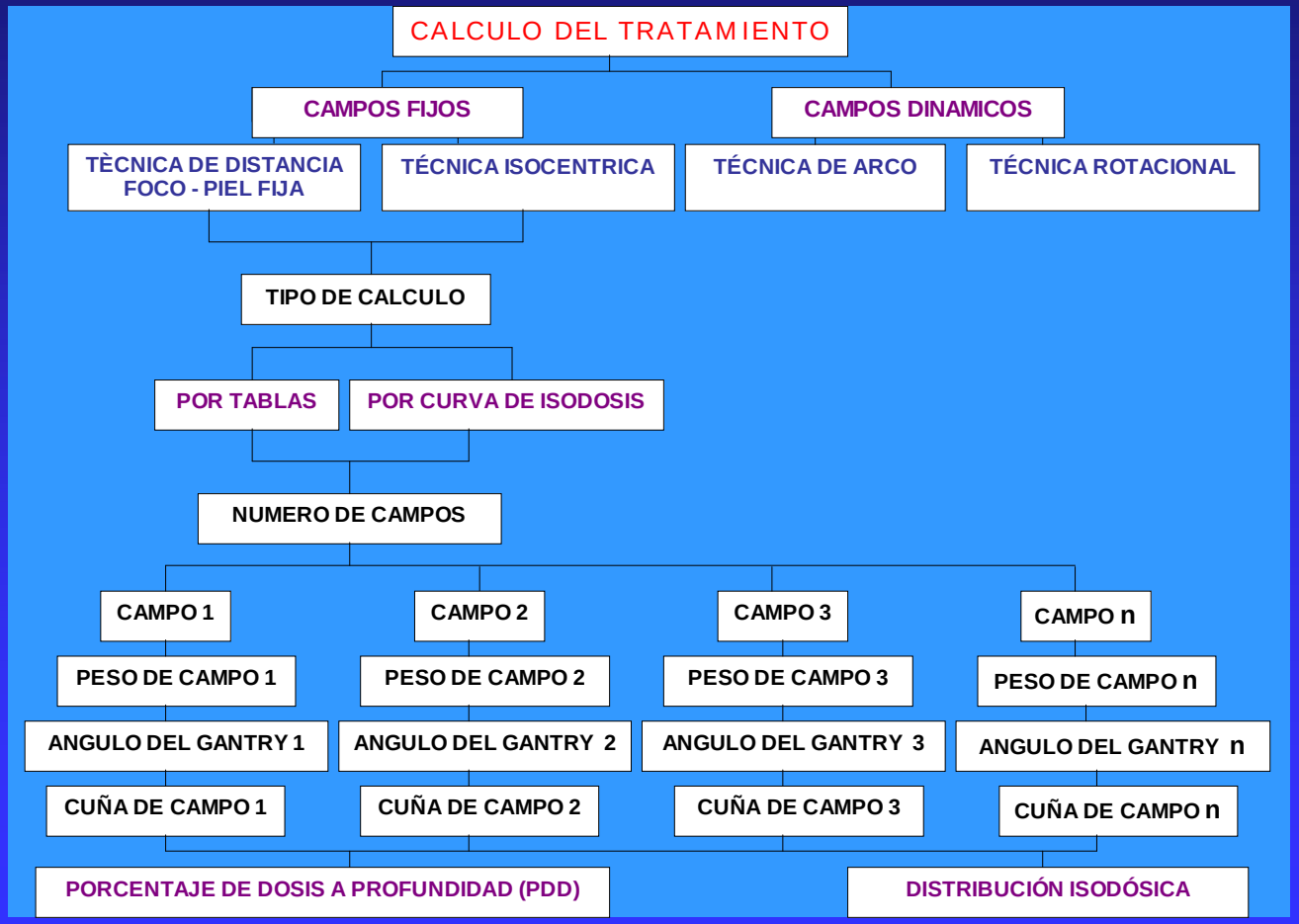
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL CON BLOQUES

RADIOTERAPIA : METODOS

EXISTEN EN LA PRACTICA DIVERSOS METODOS DE CALCULO PARA DESARROLLAR UN TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL CON BLOQUES

Diagrama esquemático del proceso de la Dosimetría Clínica



DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1

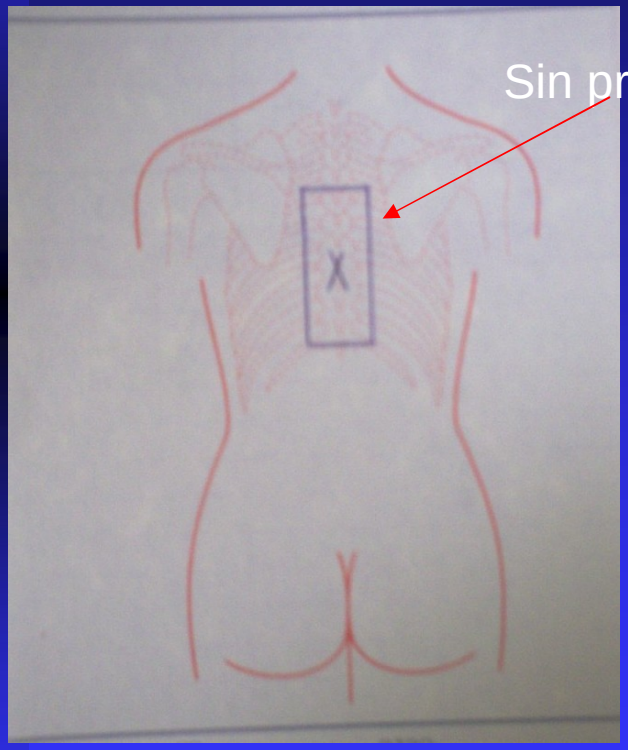
1. DEFINICIÓN GRUESA DEL TUMOR, CON O SIN IMÁGENES RADIOLOGICAS.
2. CALCULO DE DOSIS A UN PUNTO.
3. NO SE EMPLEA SIMULACIÓN, SOLO LOCALIZACION (EN ALGUNOS CASOS).

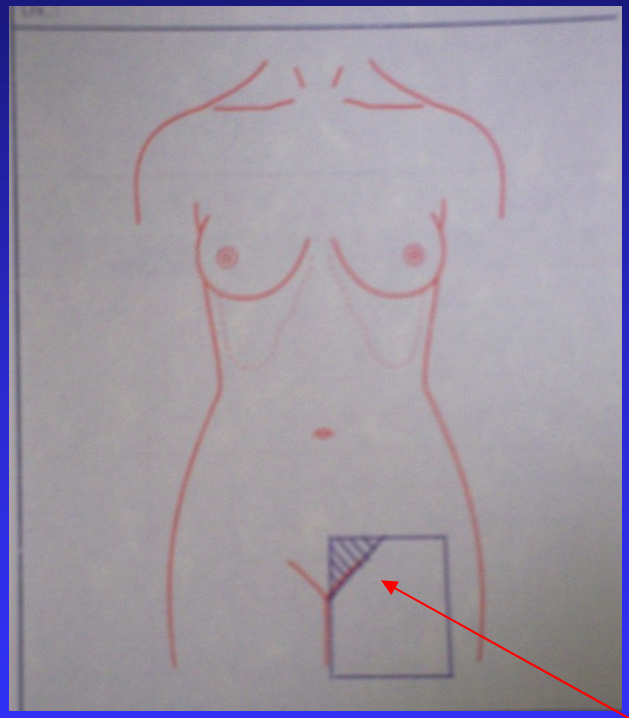
ESTO ES *RADIOTERAPIA 1 D*

(LO QUE COMUNMENTE SE LLAMA: “CAMPO DIRECTO”)

DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1

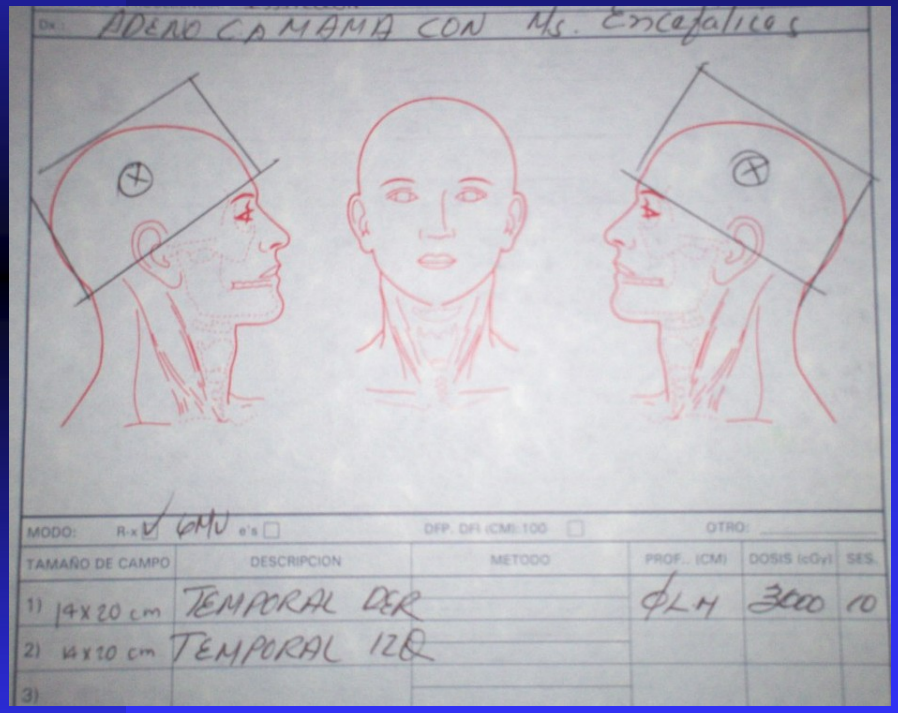


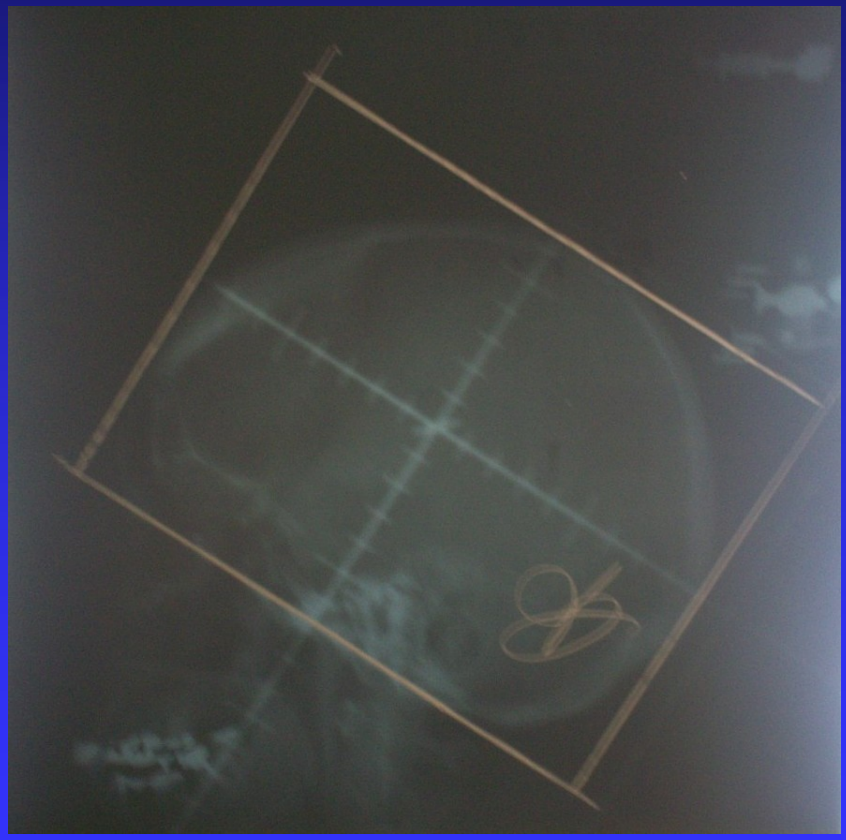


Campos directos con o sin protecciones
y sin radiografías de localización.

DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1

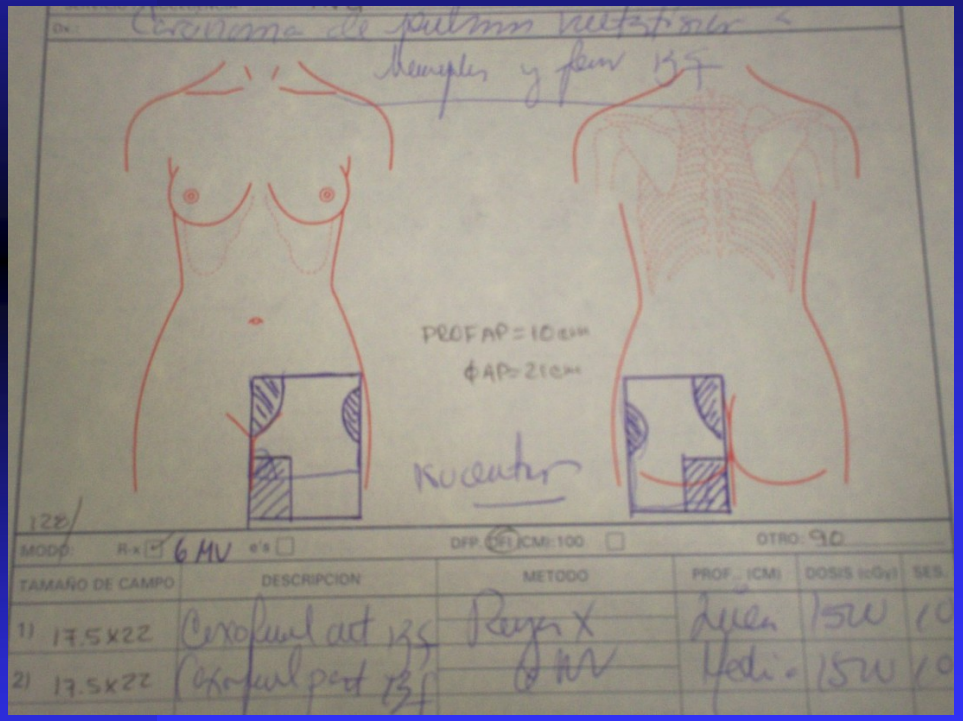


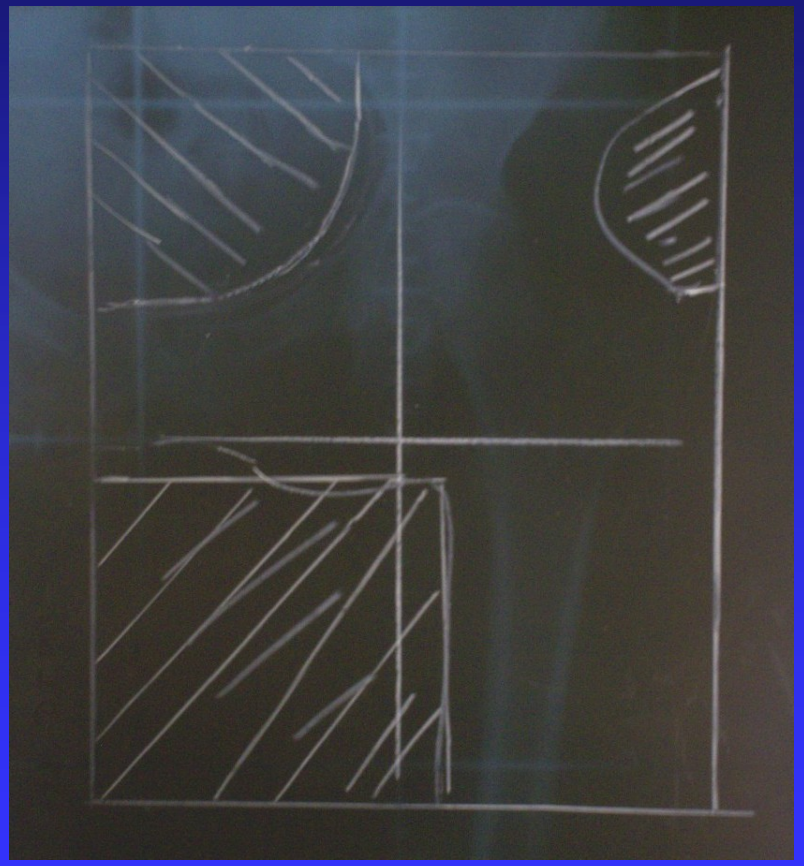


Campos paralelos y opuestos
Sin protecciones, pero con
Radiografías de localización

DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1

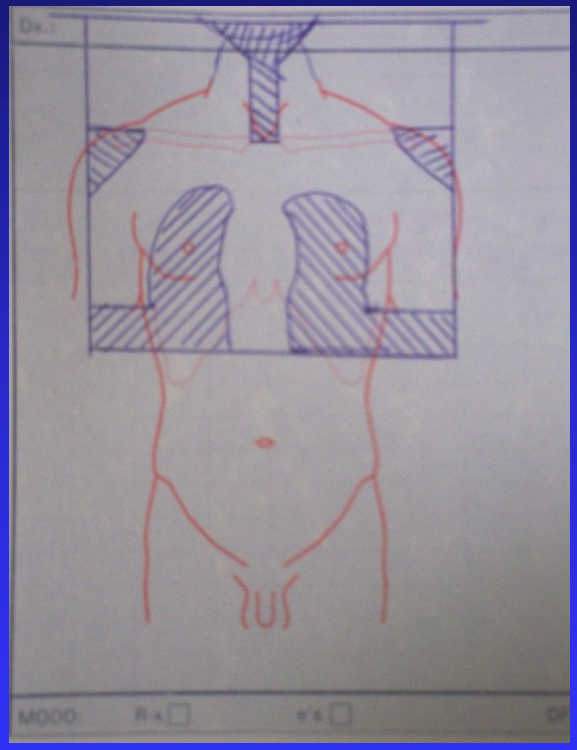


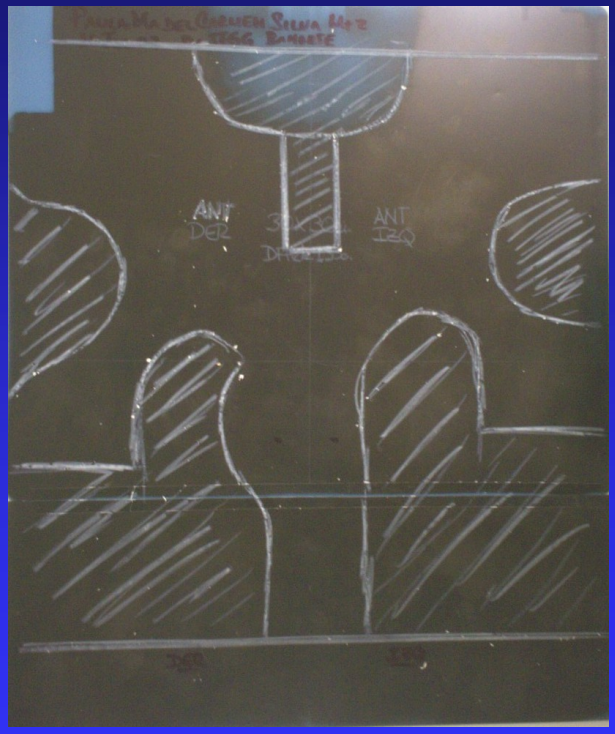


Campos paralelos y opuestos
con protecciones
y radiografías de localización

DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1



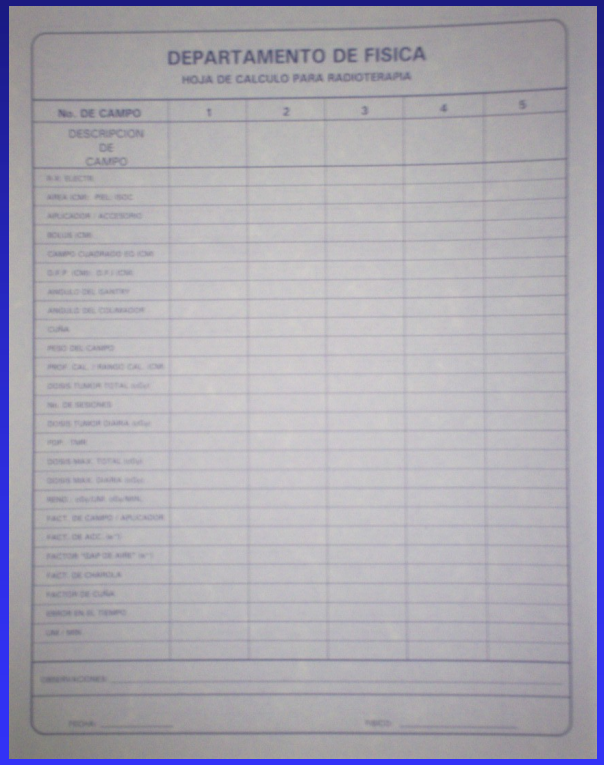


Campos extensos con grandes áreas a proteger.

(¿O conformar?)

DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1

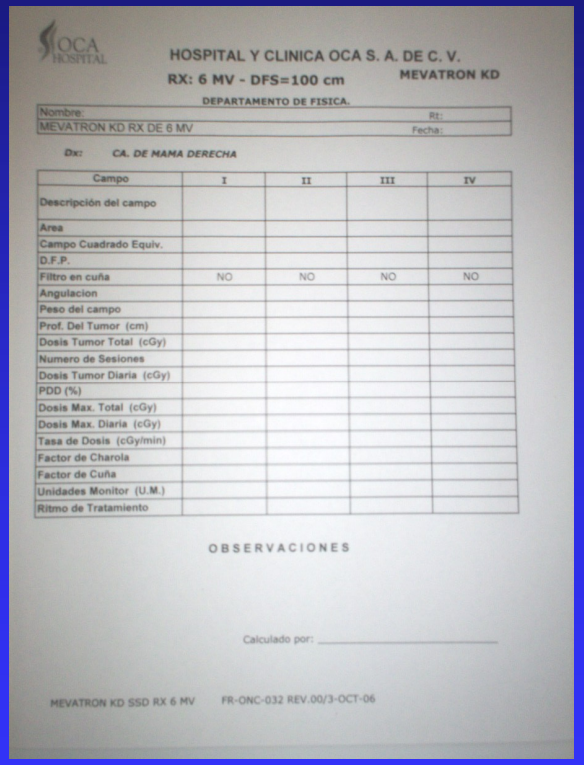


DEPARTAMENTO DE FISICA

HOJA DE CALCULO PARA RADIOTERAPIA

No. DE CAMPO	1	2	3	4	5
DESCRIPCION DE CAMPO					

Hoja de cálculo manual



HOSPITAL Y CLINICA OCA S. A. DE C. V.

RX: 6 MV - DFS=100 cm MEVATRON KD

DEPARTAMENTO DE FISICA.

Nombre: Rt:

MEVATRON KD RX DE 6 MV Fecha:

Dx: CA. DE MAMA DERECHA

Campo	I	II	III	IV
Descripción del campo				
Area				
Campo Cuadrado Equiv.				
D.F.P.				
Filtro en cuña	NO	NO	NO	NO
Angulacion				
Peso del campo				
Prof. Del Tumor (cm)				
Dosis Tumor Total (cGy)				
Numero de Sesiones				
Dosis Tumor Diaria (cGy)				
PDD (%)				
Dosis Max. Total (cGy)				
Dosis Max. Diaria (cGy)				
Tasa de Dosis (cGy/min)				
Factor de Charola				
Factor de Cuña				
Unidades Monitor (U.M.)				
Ritmo de Tratamiento				

OBSERVACIONES

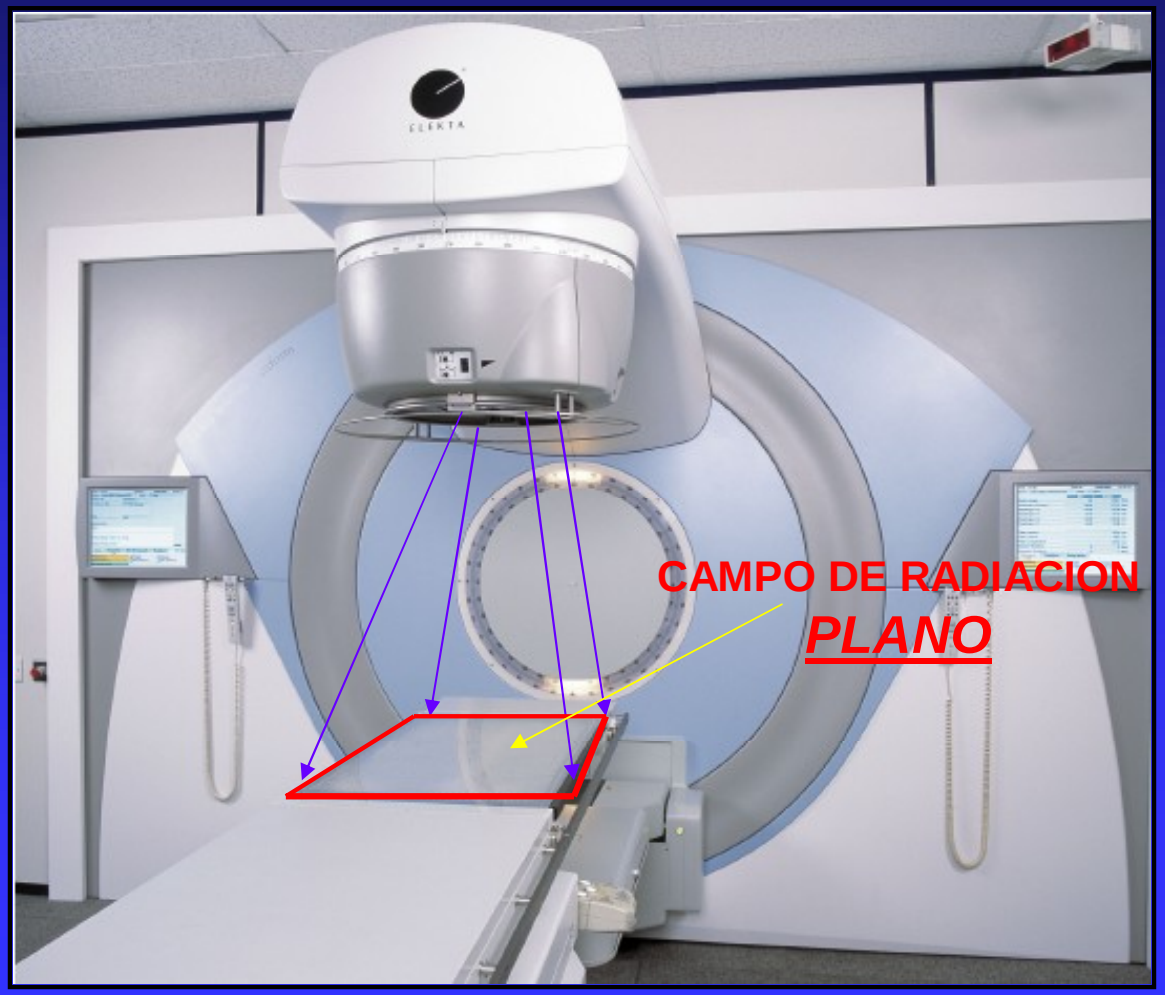
Calculado por: _____

MEVATRON KD SSD RX 6 MV FR-ONC-032 REV.00/3-OCT-06

Hoja de cálculo “electrónica”

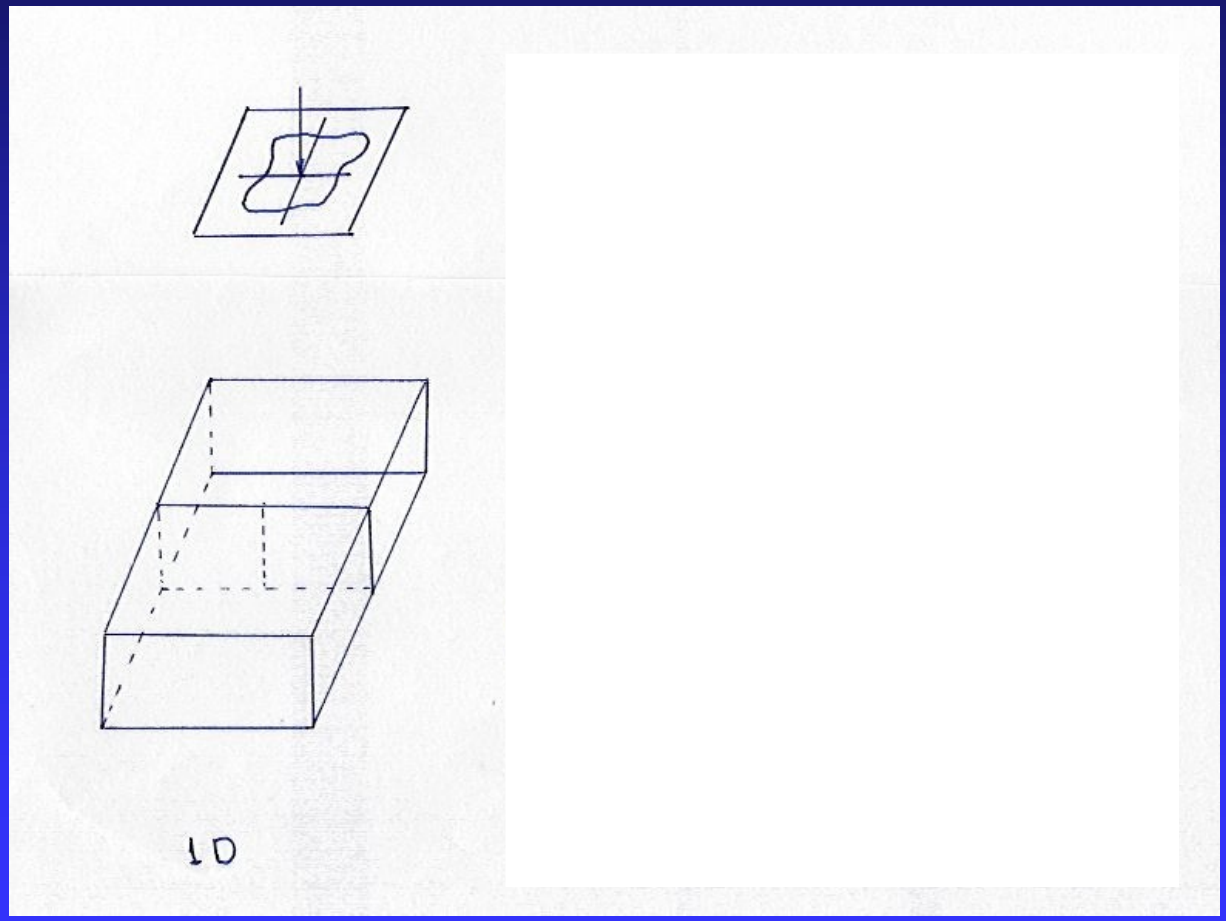
DOSIMETRIA CLINICA: 1D

METODO No. 1



DOSIMETRIA CLINICA: 1D

RADIOTERAPIA 1 D



DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

METODO No. 2

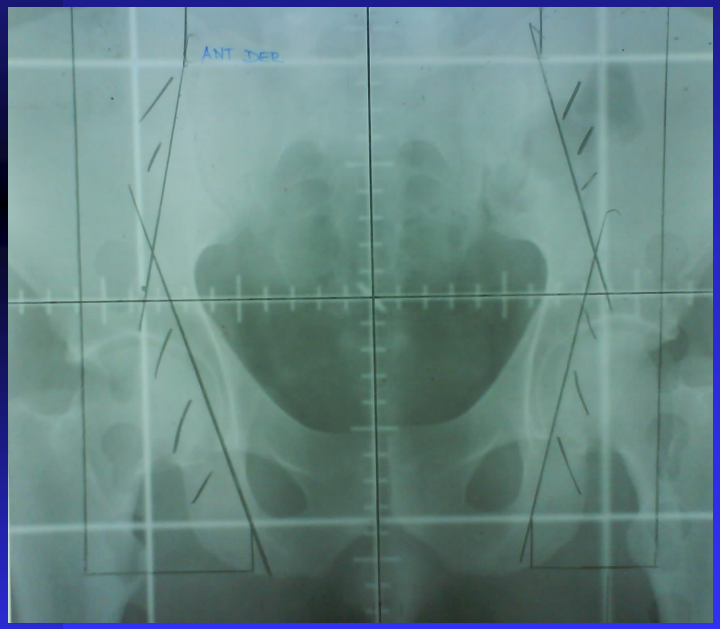
1. DEFINICIÓN RADIOGRAFICA DEL VOLUMEN TUMORAL.
2. TOMA DE CONTORNO SOBRE EL CENTRO DEL VOLUMEN BLANCO.
3. SIMULACION.
4. CALCULO DE DOSIS A UN PUNTO PERO CON GENERACION DE DISTRIBUCIONES ISODOSICAS EN UN PLANO.

ESTO ES **RADIOTERAPIA 2 D**

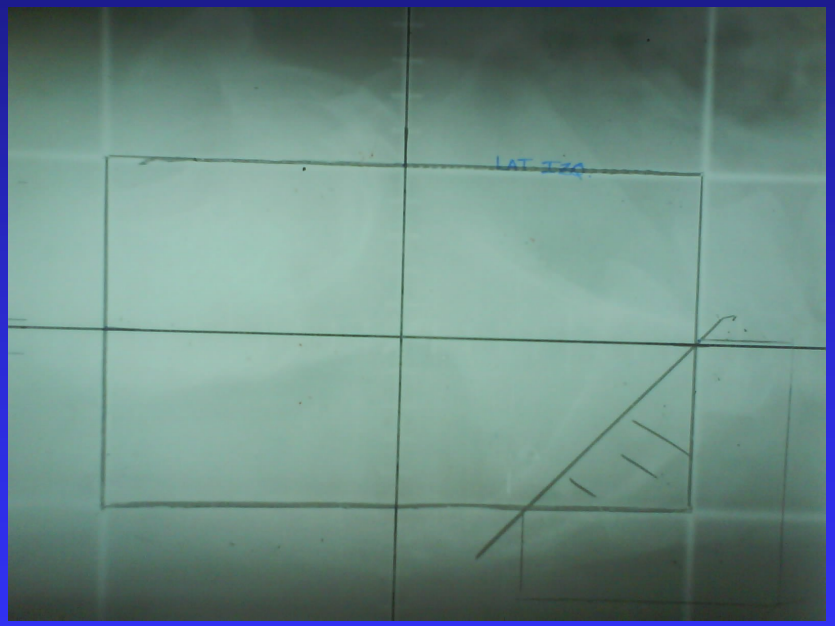
DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

METODO No. 2

POR EJEMPLO EN PROSTATA:
TECNICA DE CUATRO CAMPOS.



AP Y PA



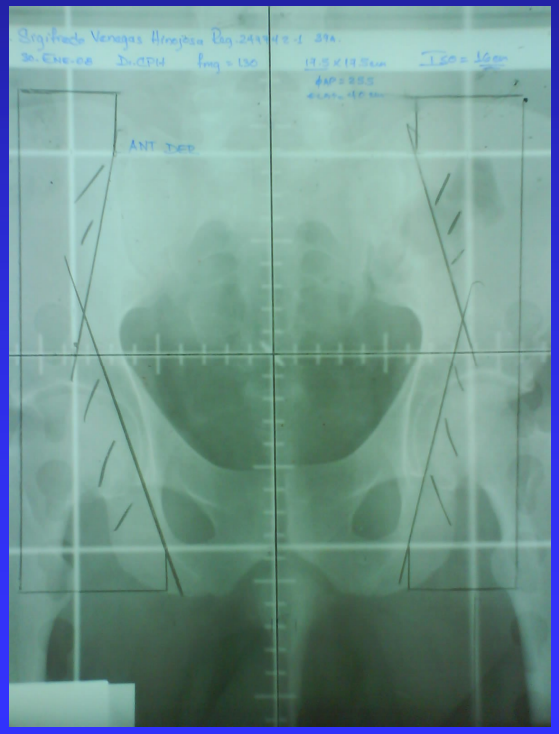
LATERALES

SE REALIZA LA SIMULACION CON TOMA DE RADIOGRAFIAS.

DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

METODO No. 2

EL MEDICO DIBUJA LOS CAMPOS DE TRATAMIENTO EN LA RADIOGRAFIA DE LA SIMULACION Y MARCA LAS ZONAS QUE DESEA PROTEGER.

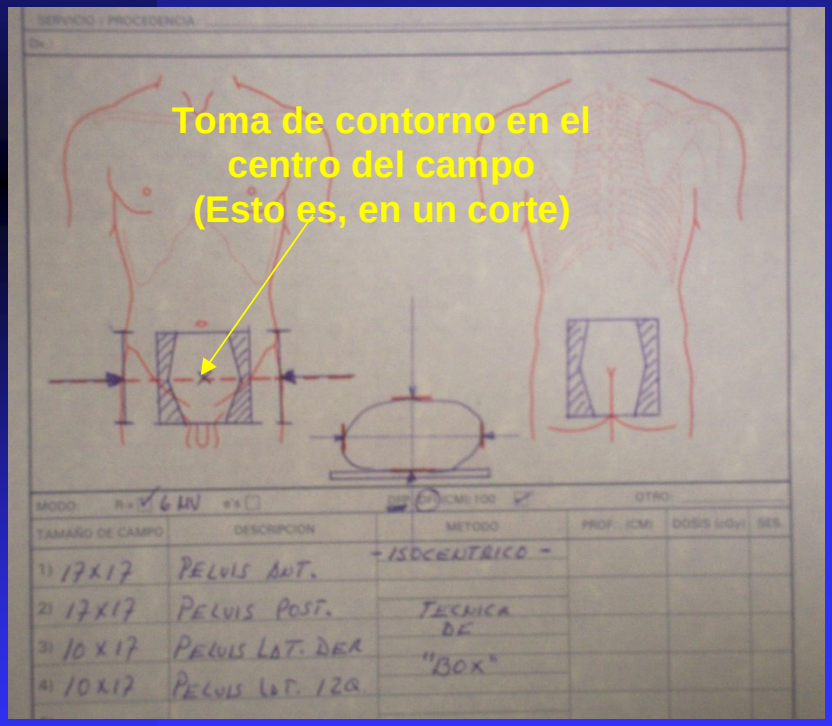


EL PROFESIONAL TECNICO RADIOTERAPEUTA REALIZA LAS PROTECCIONES DE ACUERDO A LA RADIOGRAFIA DE LA SIMULACION.

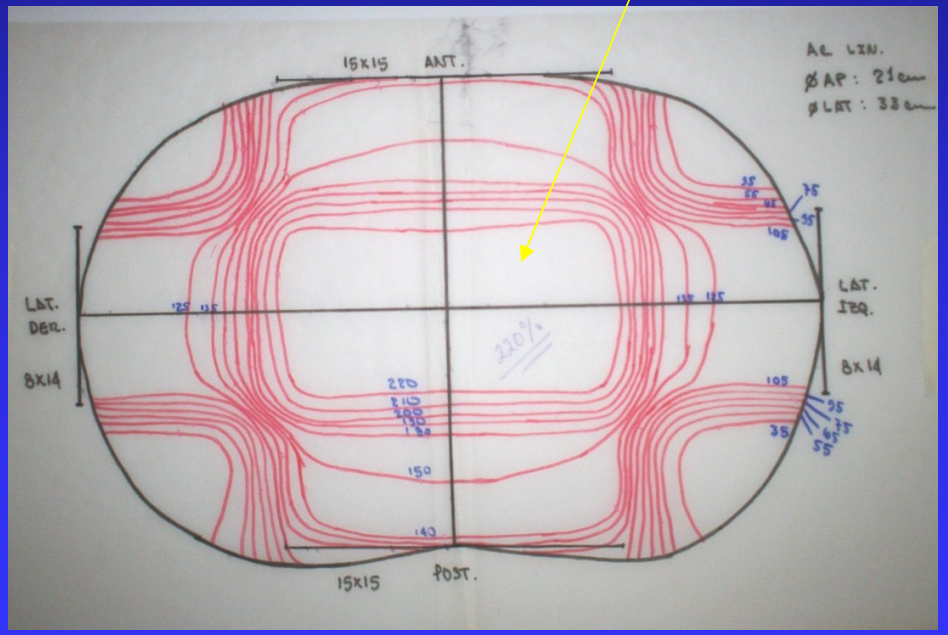
DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

METODO No. 2

SE TOMA EL CONTORNO EN EL CENTRO
DEL CAMPO PREVIAMENTE SIMULADO



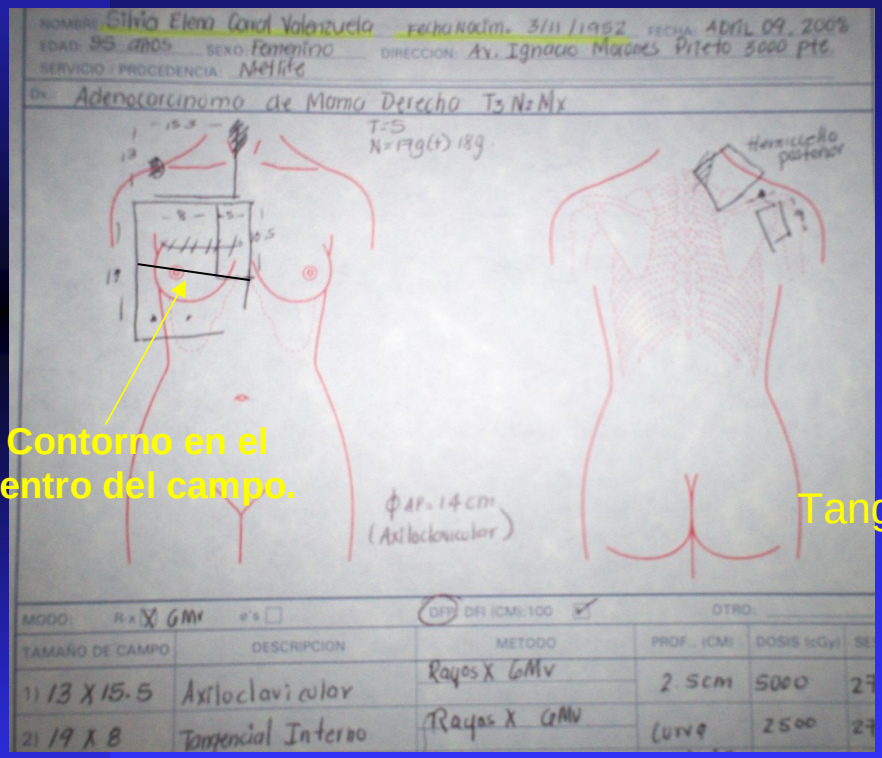
Distribución isodósica en el contorno de un corte sobre el centro del campo



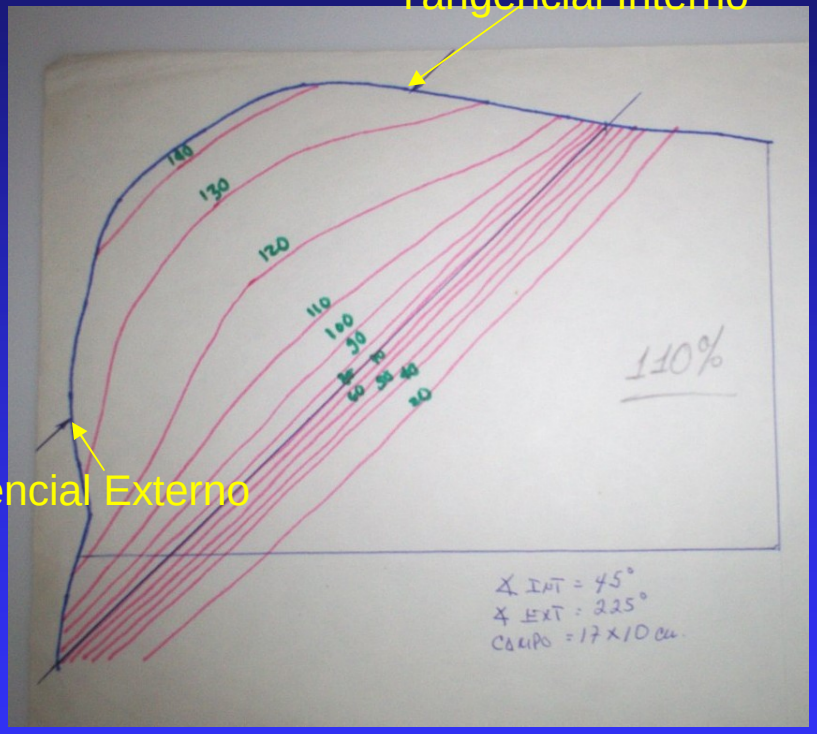
Técnica de cuatro campos en "BOX"

DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

METODO No. 2



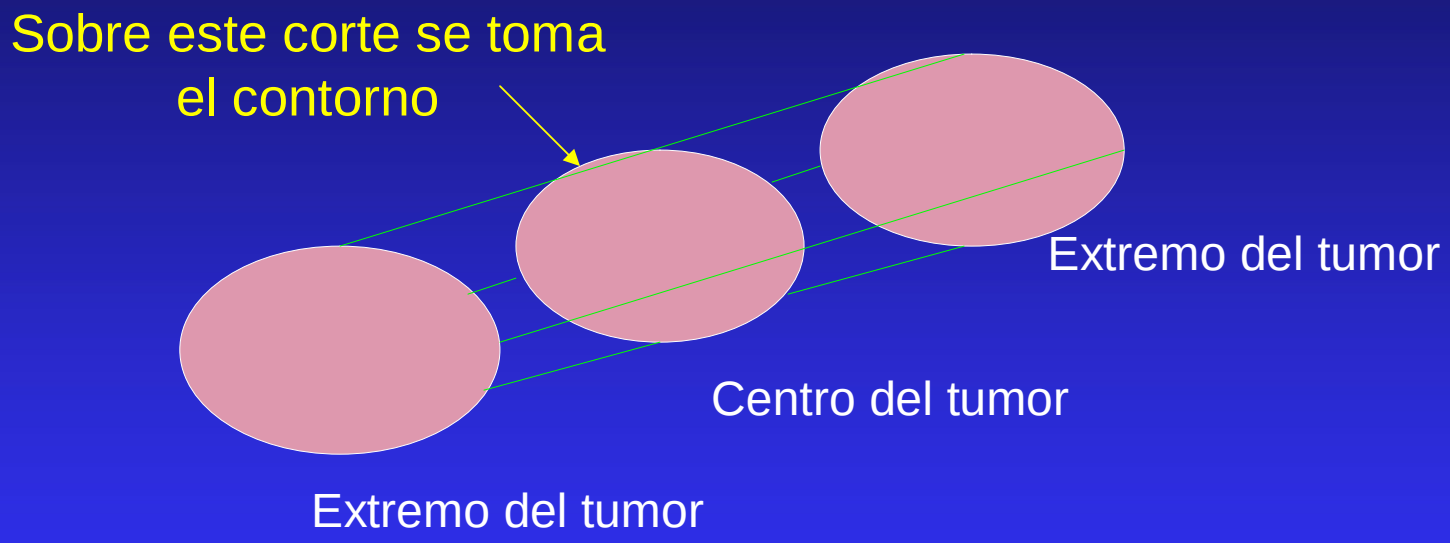
Contorno en el centro del campo.



Ciclo mamario

DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

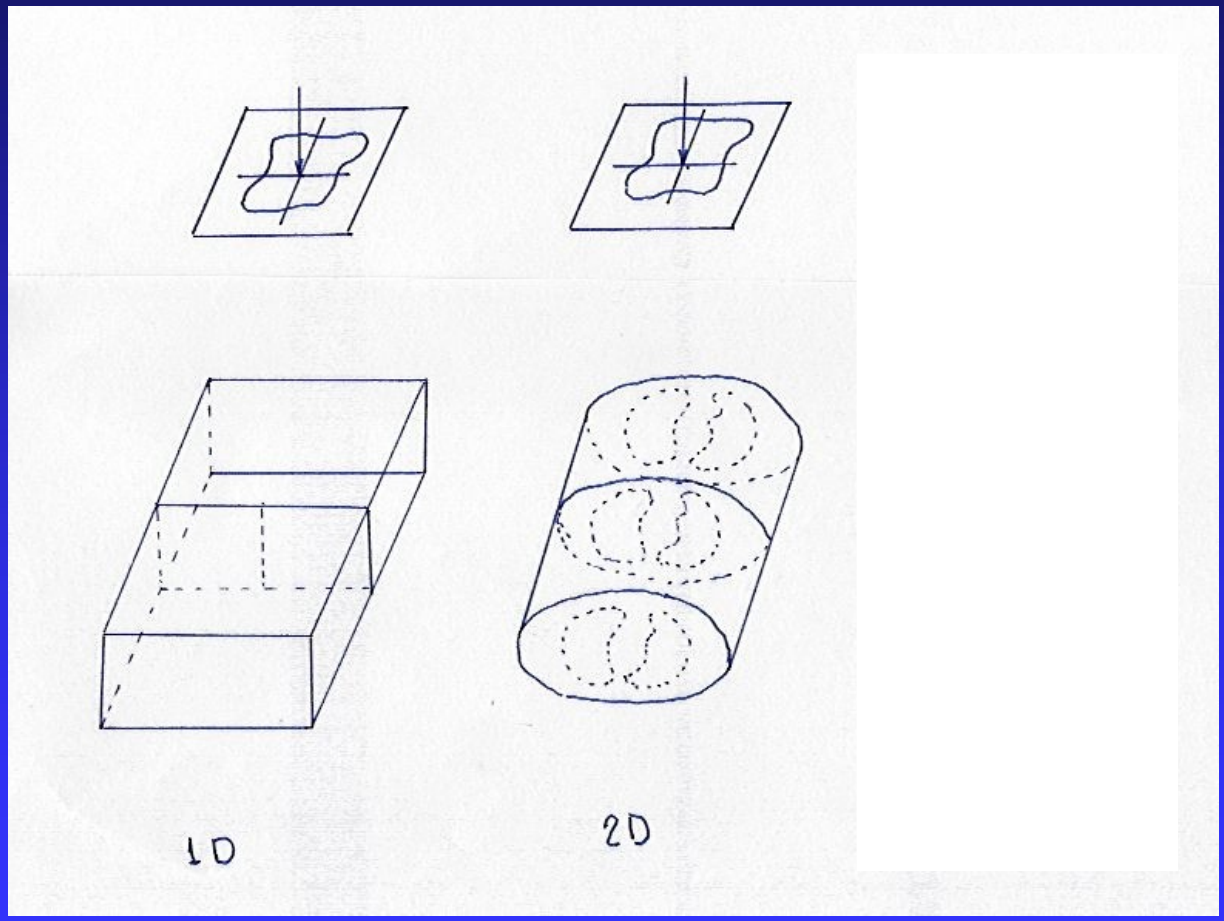
METODO No. 2



Se considera que el tumor es cilíndrico

DOSIMETRIA CLINICA: 2 D

METODO No. 2



DOSIMETRIA CLINICA: 3 D

METODO No. 3

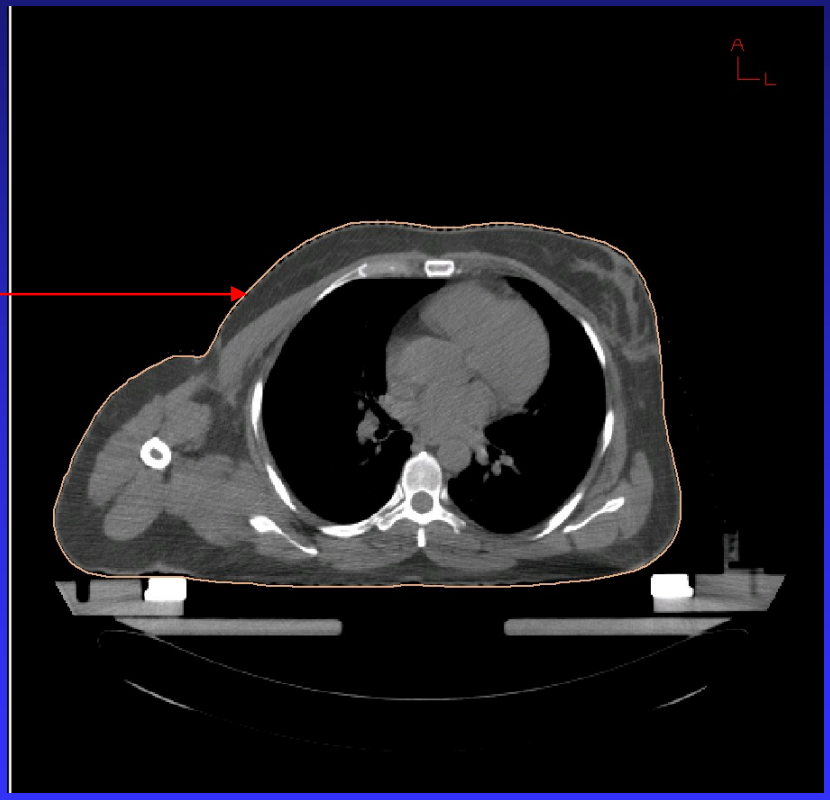
1. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DEL TAC.
2. DEFINICION DEL VOLUMEN TUMORAL Y DE LAS ESTRUCTURAS IMPORTANTES.
3. SIMULACIÓN VIRTUAL.
4. CALCULO DE LA DOSIS EN 3D.
5. VISUALIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ISODOSICA EN FORMA VOLUMETRICA.
6. VALORACIÓN DE LA DOSIS A LOS ORGANOS CRITICOS.

ESTO ES **RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3 D**

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D

1.- ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DEL TAC.

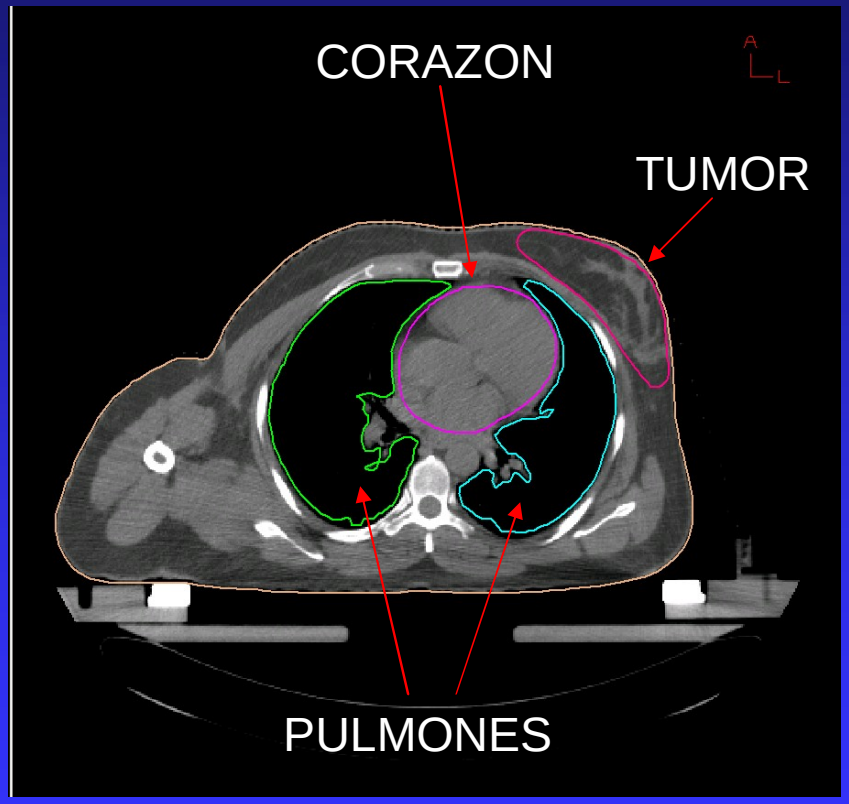
SE RECIBEN TODOS LOS CORTES DEL T.A.C., Y SE INICIA MARCANDO EL CONTORNO EXTERNO DEL PACIENTE.



RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D

2. DEFINICION DEL VOLUMEN TUMORAL Y DE LAS ESTRUCTURAS IMPORTANTES.

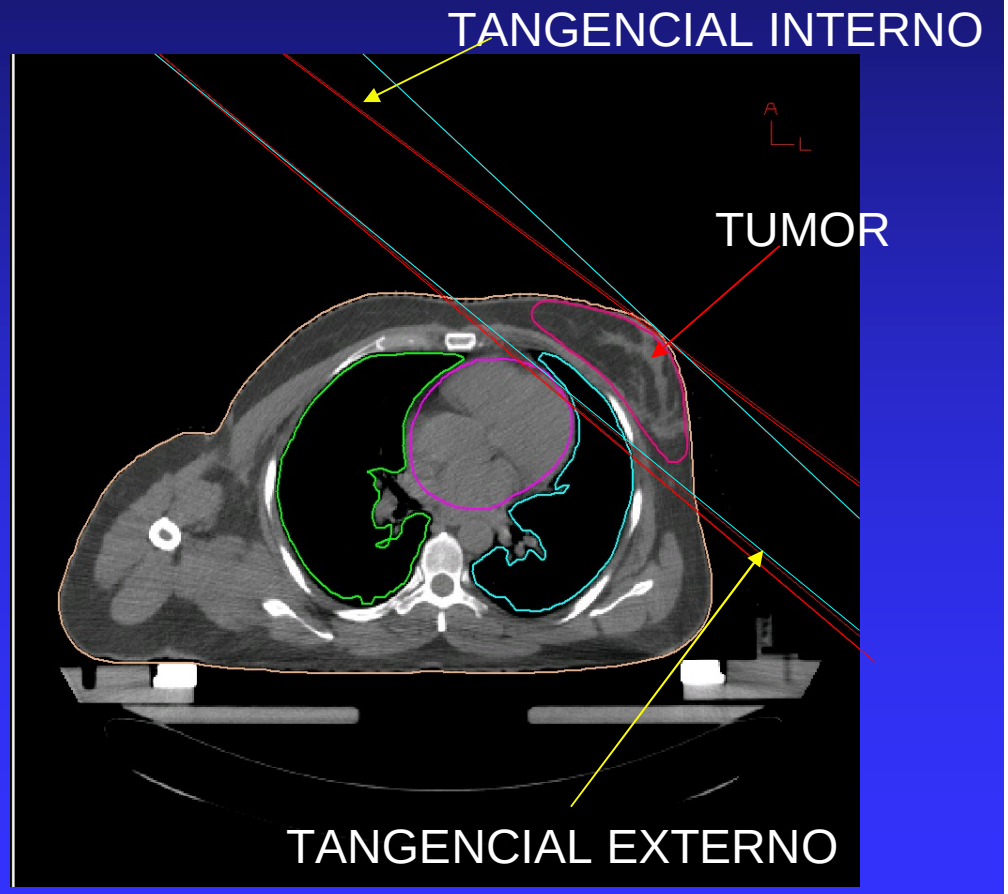
SE MARCAN EN TODOS LOS CORTES DEL T.A.C., EL TUMOR Y DEMÁS ESTRUCTURAS SANAS QUE SON DE INTERÉS PARA EL TRATAMIENTO.



RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D

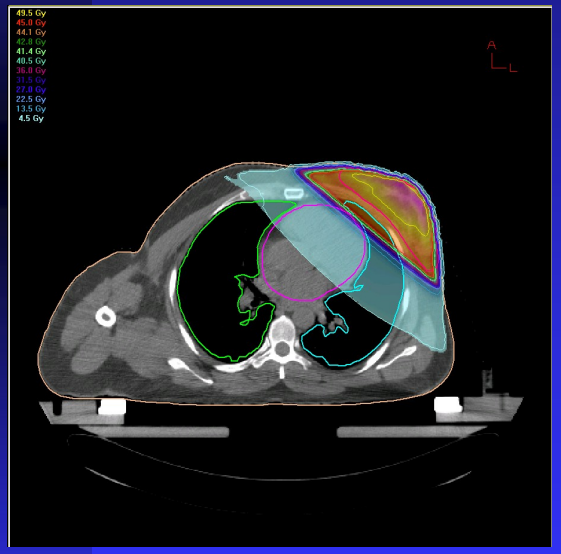
3. SE CREAN LOS HACES DE RADIACION SIGUIENDO EL CONTORNO DEL BLANCO

SE DISEÑAN LOS CAMPOS, SOBRE EL VOLUMEN BLANCO CONSIDERANDO LAS ESTRUCTURAS SANAS QUE LO RODEAN Y ASI DAR LA ANGULACION PRECISA.

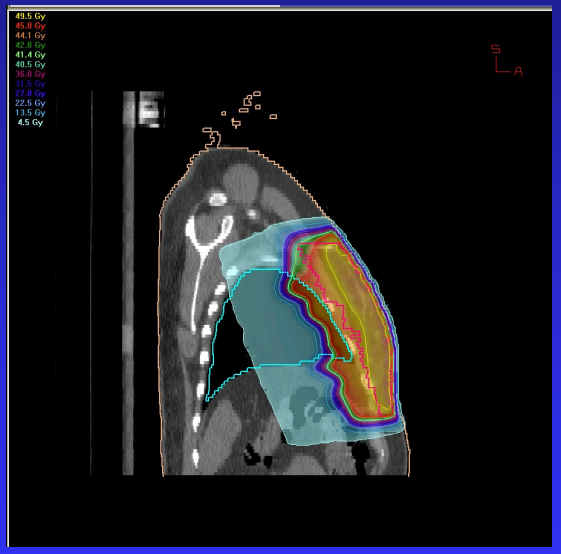


RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D

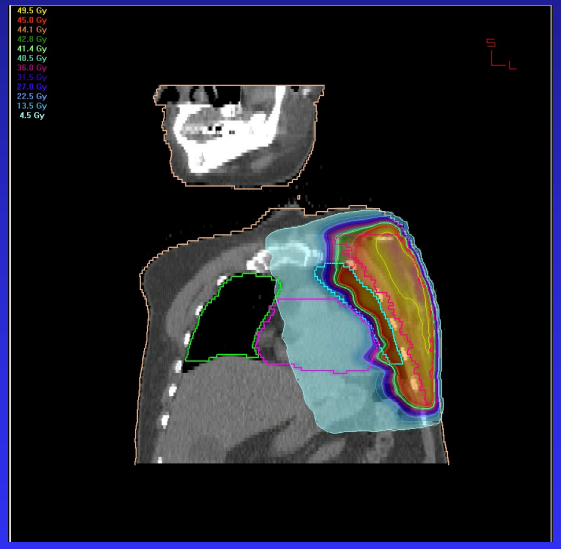
4. SE EVALUA LA DISTRIBUCION ISODOSICA EN CORTES DEL TAC EN LAS TRES DIMENSIONES.



AXIAL



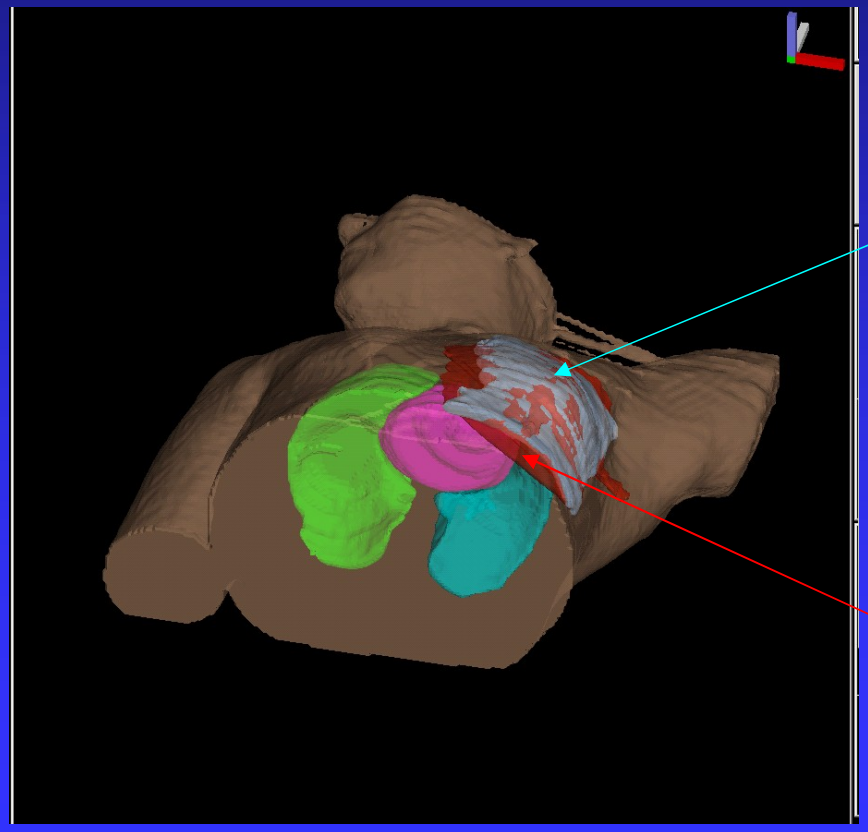
CORONAL



SAGITAL

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D

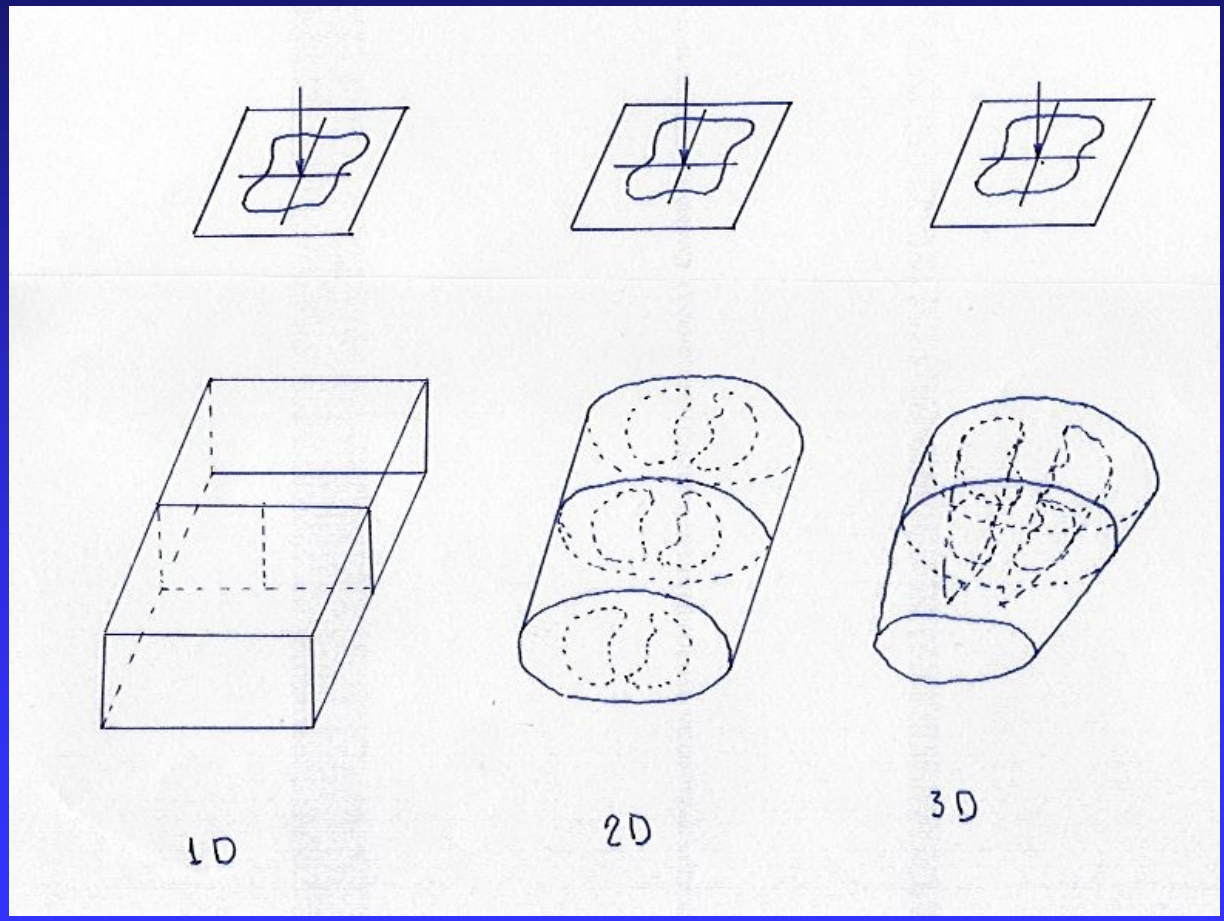
5. Y SE EVALUA LA DISTRIBUCION ISODOSICA EN *FORMA VOLUMETRICA*



EL TUMOR ESTA EN
COLOR CELESTE

LA CURVA DE ISODOSIS
ES DEL 100%
Y ES DE COLOR ROJO

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D



DOSIMETRIA CLINICA: 1D, 2D Y 3D

De lo anterior, podemos afirmar que las expresiones 1d, 2d y 3d significan únicamente la forma como se calcula la planeación del tratamiento (esto es, la dosimetría clínica) y no tienen nada que ver en la forma en como se realiza (o ejecuta) el tratamiento.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

EXISTEN OTROS BENEFICIOS EN EL USO DE UN SOFTWARE DE PLANEACION 3D

1. DELINEACION DE BLANCOS (GTV, CTV Y PTV).
2. DISEÑO DE CAMPOS SEGÚN LOS VEA EL EQUIPO DE TELETERAPIA (BEV)
3. DISEÑO DE PROTECCIONES.
4. CALCULO DE DOSIS
5. HISTOGRAMA VOLUMEN-DOSIS (DVH).
6. DISTRIBUCION ISODOSICA POR CORTE.
7. SE MIRAN LAS PROYECCION DEL CAMPO (DRR).
8. FUSION DE IMÁGENES.

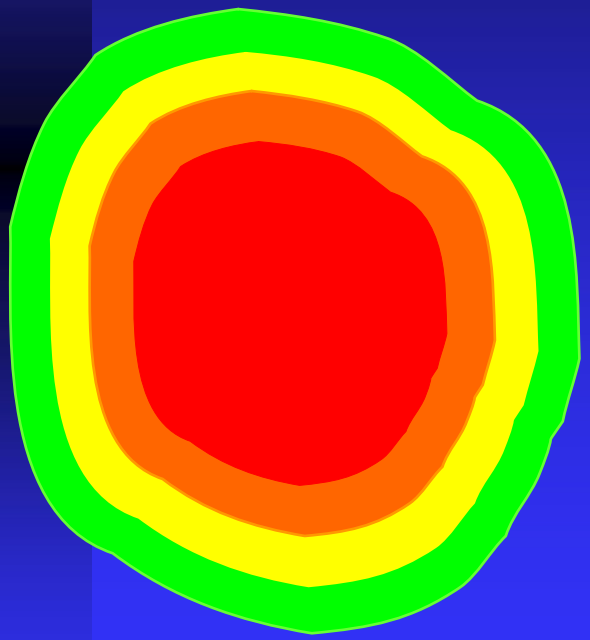
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

DELINEACION DE BLANCOS
(GTV, CTV Y PTV)

- EL **GTV** ES LO QUE EN LA IMAGEN DEL TAC SE PUEDE CONSIDERAR COMO TUMOR.
- EL **CTV** ES LO QUE EL MEDICO DECIDE QUE SE DEBE AGREGAR POR CONSIDERAR QUE CLINICAMENTE TAMBIEN ES TUMOR.
- EL **PTV** ES EL MARGEN QUE SE AGREGA PARA REALIZAR EL CALCULO Y ASÍ ELIMINAR LAS INCERTIDUMBRES DEL POSICIONAMIENTO DEL TUMOR.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

DELINEACION DE BLANCOS
(GTV, CTV Y PTV)



GTV: VOLUMEN BLANCO DELTUMOR.

CTV: VOLUMEN BLANCO CLINICO.

PTV: VOLUMEN BLANCO DE PLANEACION.

HAZ: SE CONSIDERA LA PENUMBRA

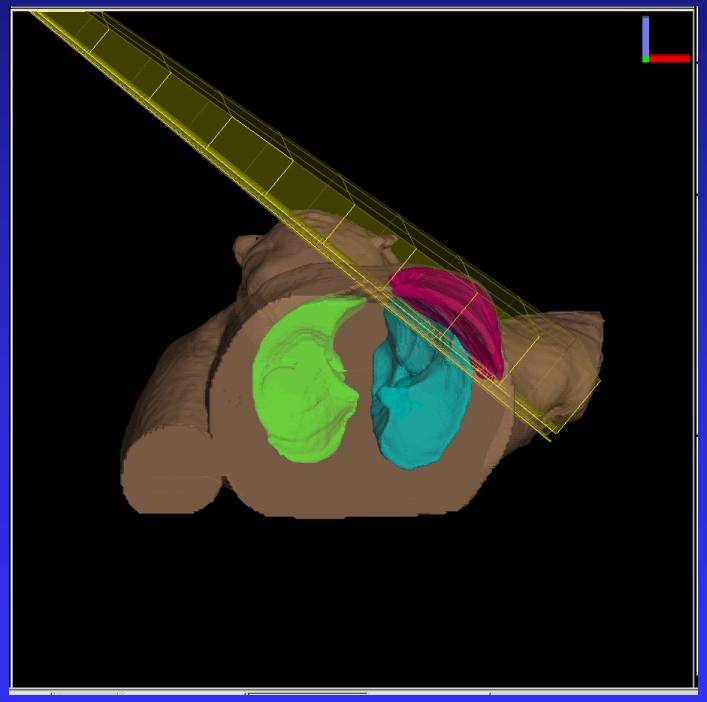
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

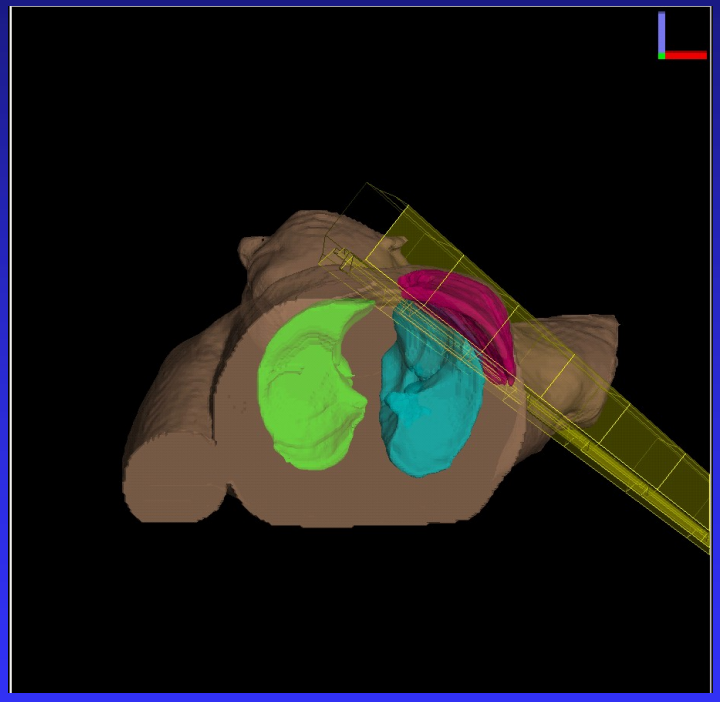
PROYECCION DE CAMPOS (BEV)

EN LA PLANECION TRIDIMENSIONAL LOS CAMPOS SE CONFORMAN SEGÚN LA IMAGEN QUE EL BLANCO PROYECTA HACIA LA FUENTE EMISORA DE RADIACION.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

DISEÑO DE CAMPOS SEGÚN LOS “VE”
EL EQUIPO DE TELETERAPIA (BEV)

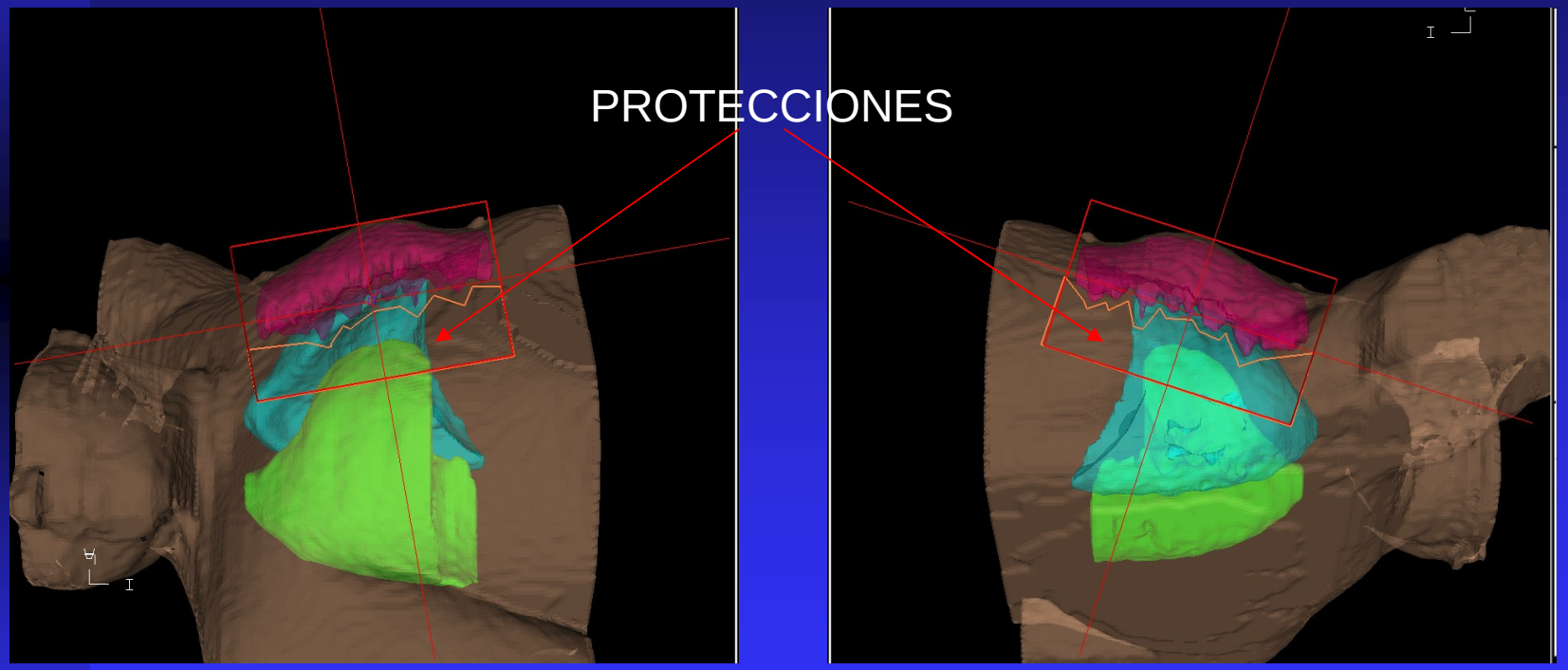




SE DISEÑAN LOS ANGULOS DE LOS HACES DE RADIACION
PROTEGIENDO LAS ESTRUCTURAS SANAS.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

DISEÑO DE LAS FORMAS DE LOS CAMPOS
(BEAM EYE VIEW)



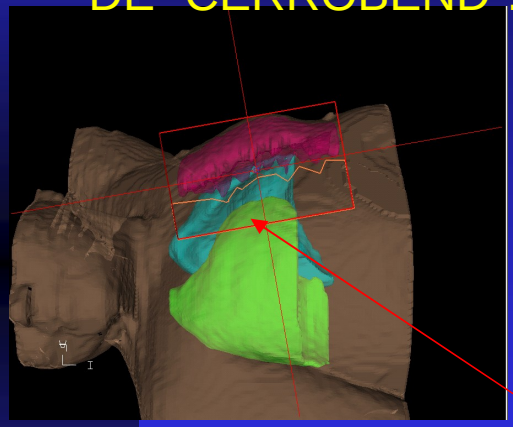
TANGENCIAL INTERNO

TANGENCIAL EXTERNO

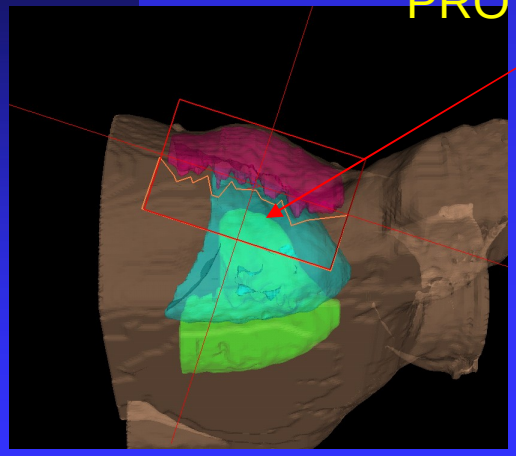
SE DISEÑA LA CONFORMACION DE LOS CAMPOS
PROTEGIENDO LAS ESTRUCTURAS SANAS.

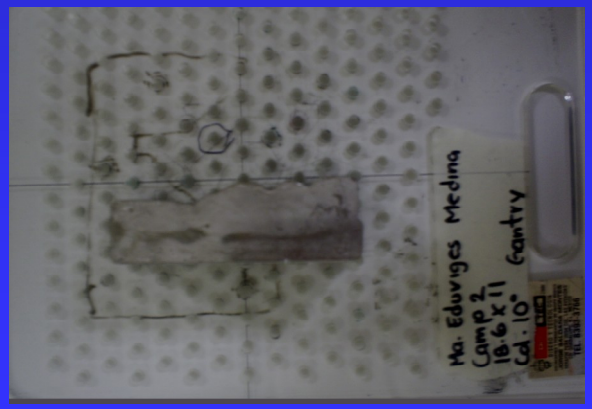
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

SE IMPRIMEN LAS APERTURAS DE LOS HACES CONFORMADOS SEGÚN LAS IMAGENES QUE SE PROYECTAN HACIA LA FUENTE EMISORA DE RADIACION Y SE REALIZAN LAS PROTECCIONES DE “CERROBEND”.



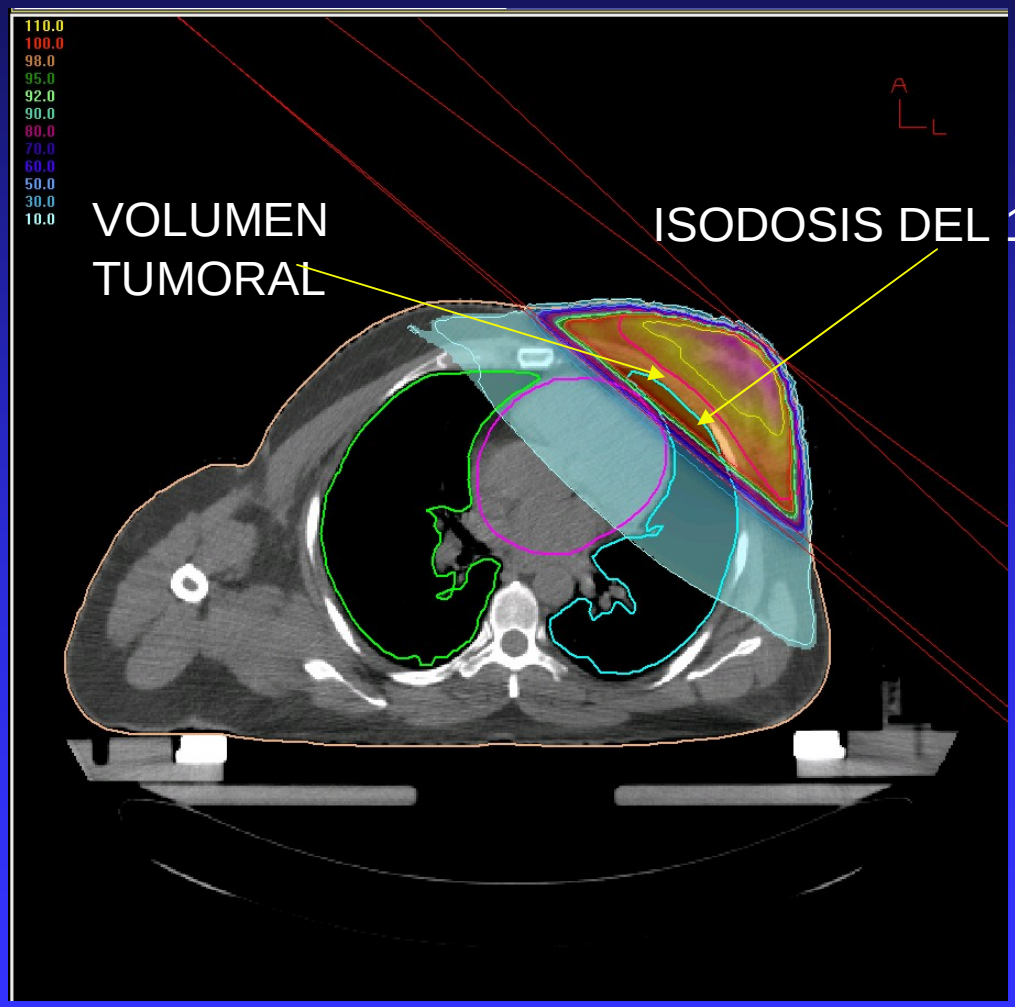
PROTECCIONES





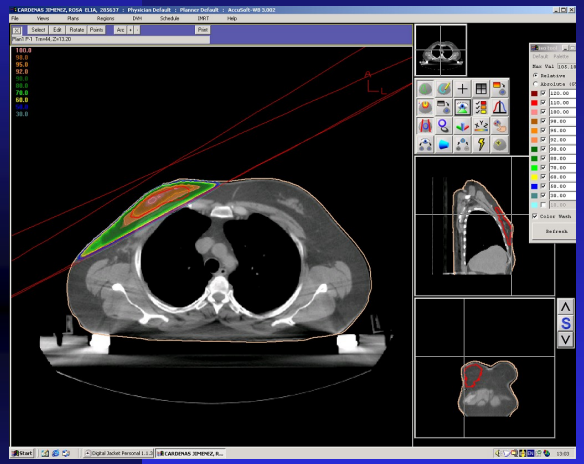
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

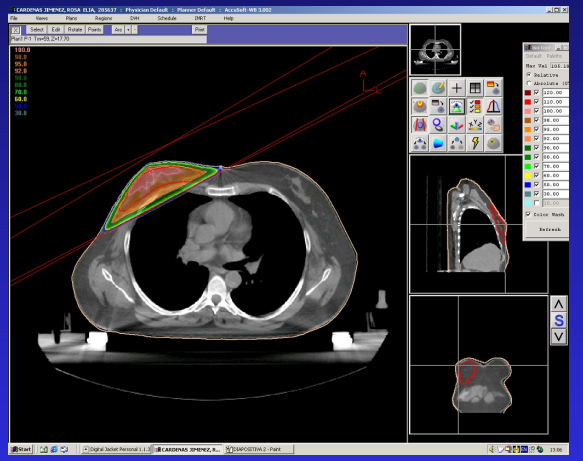
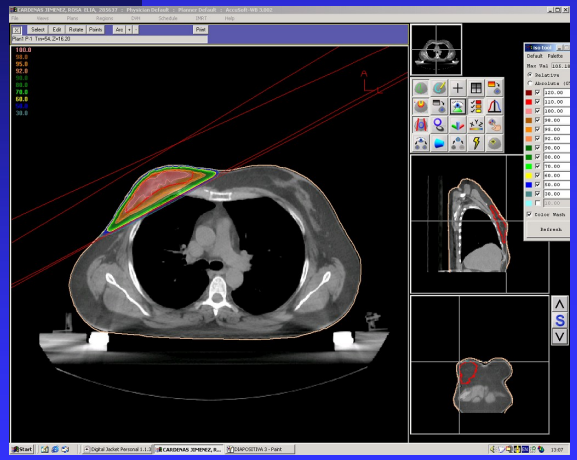
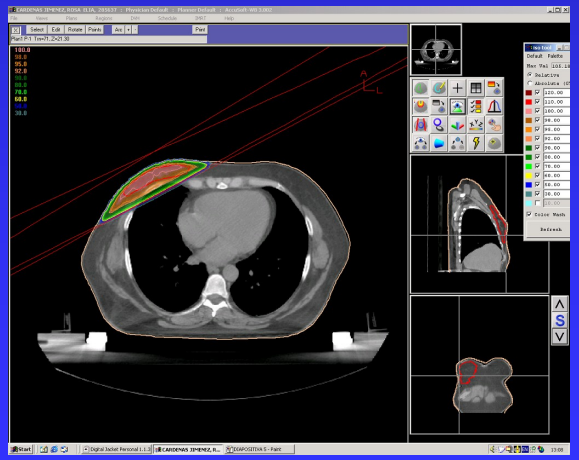
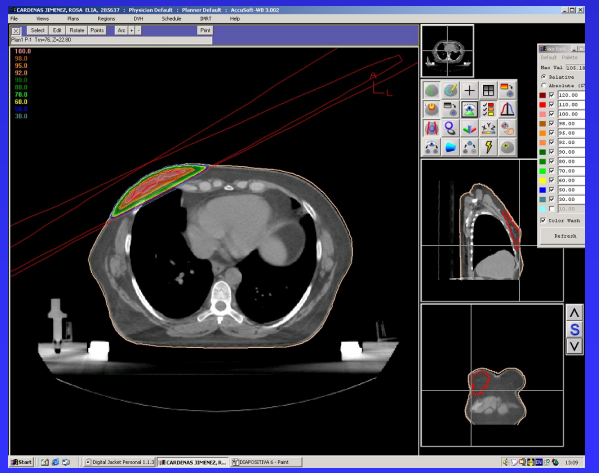
SE REALIZA EL CALCULO DE LA DOSIS



RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

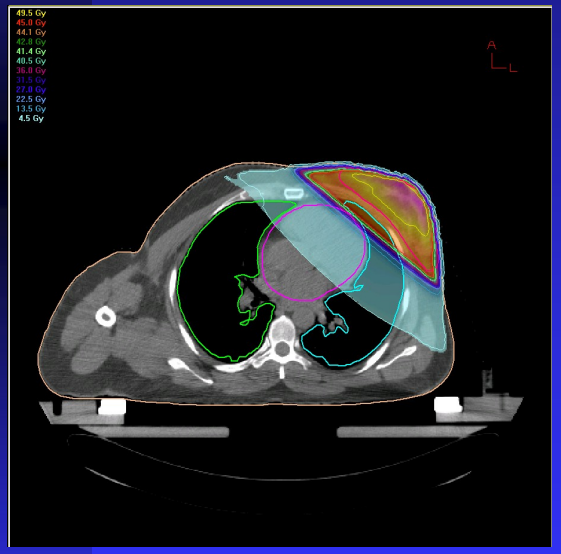
DISTRIBUCION ISODOSICA POR CORTE



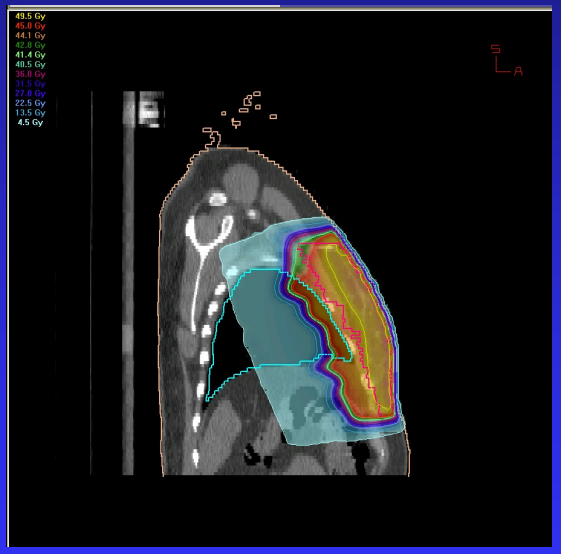





RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D OTROS BENEFICIOS

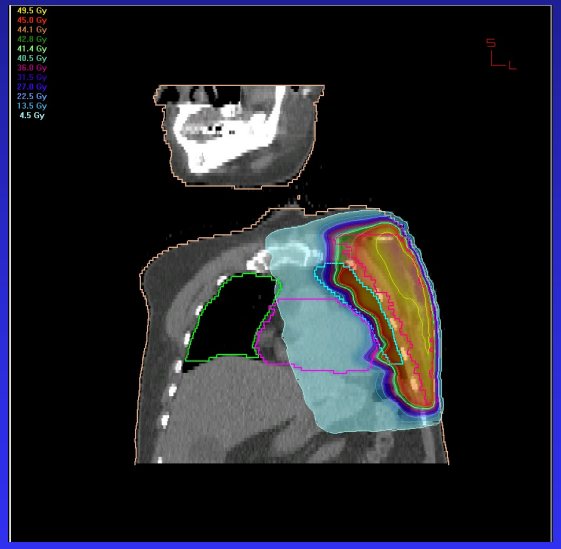
SE EVALUA LA DISTRIBUCION ISODOSICA EN CORTES DEL TAC EN LAS TRES DIMENSIONES.



Vista Axial



Vista Sagital

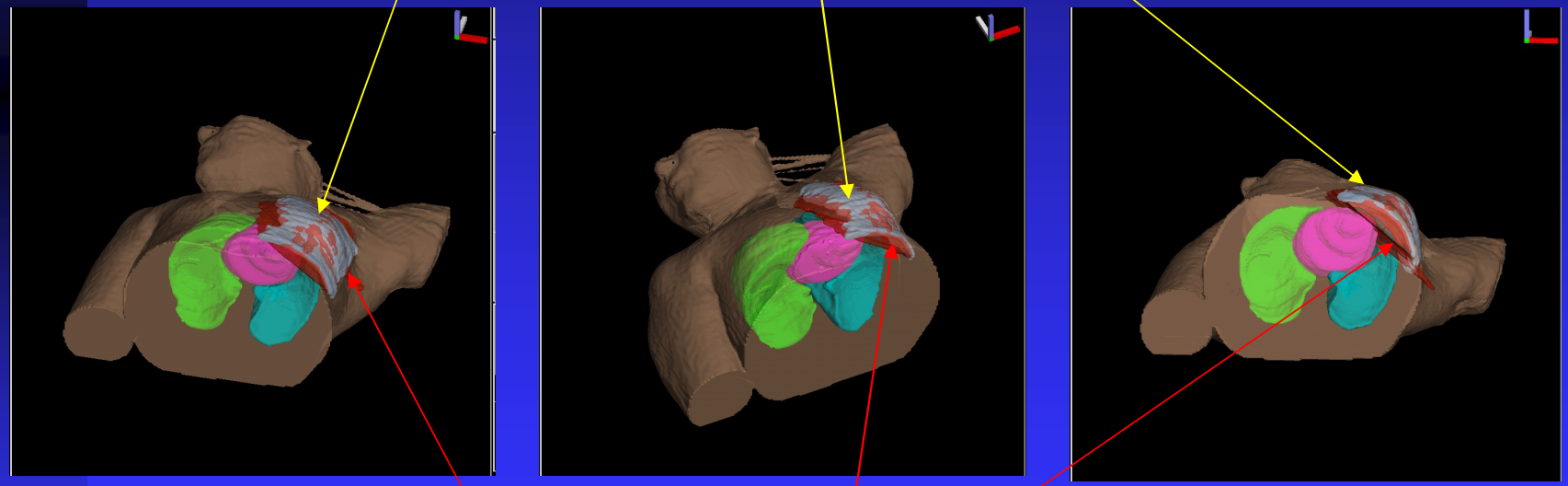


Vista Coronal

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

SE EVALUA LA ISODOSIS EN FORMA VOLUMETRICA

EL TUMOR ESTA EN COLOR CELESTE

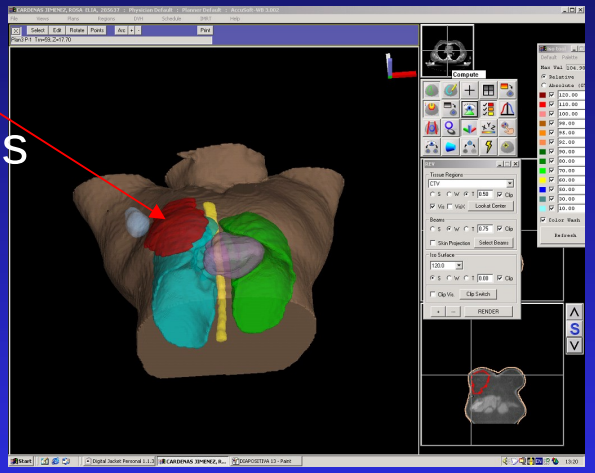


LA CURVA DE ISODOSIS ES DEL 100%
Y ES DE COLOR ROJO

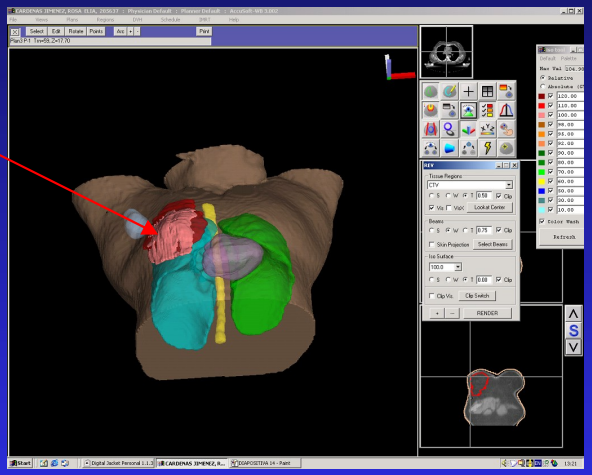
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

SE EVALUA LA ISODOSIS EN FORMA VOLUMETRICA

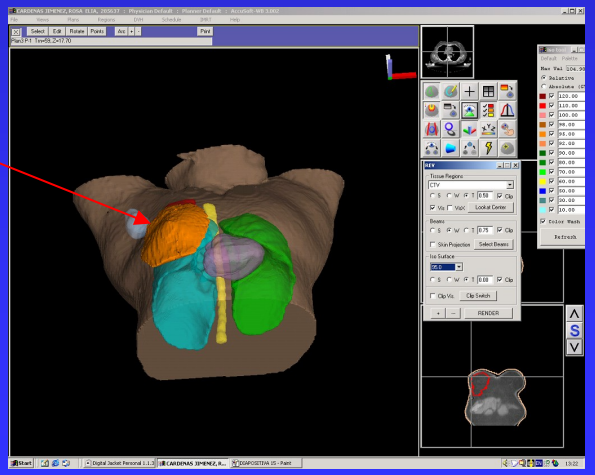
Sin Curva
de isodosis



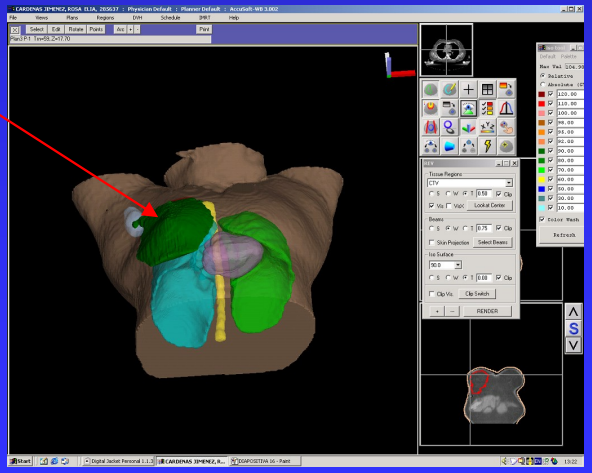
Curva
Del 100%



Curva
Del 95%



Curva
del 90%



RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

SE EVALUA EL HISTOGRAMA DOSIS-VOLUMEN

PARA CADA ESTRUCTURA SE TABULA LA DOSIS QUE SE RECIBE EN RELACION AL VOLUMEN MARCADO DE DICHA ESTRUCTURA.

EN OTRAS PALABRAS:
SE VALORA LA CANTIDAD DE DOSIS QUE RECIBE EL VOLUMEN MARCADO DEL ORGANO DE INTERES.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

HISTOGRAMA DOSIS-VOLUMEN

AQUÍ SE PUEDE OBSERVAR QUE EL 60% DEL VOLUMEN DEL CORAZON RECIBE UNA DOSIS TOTAL DE 5 Gy.

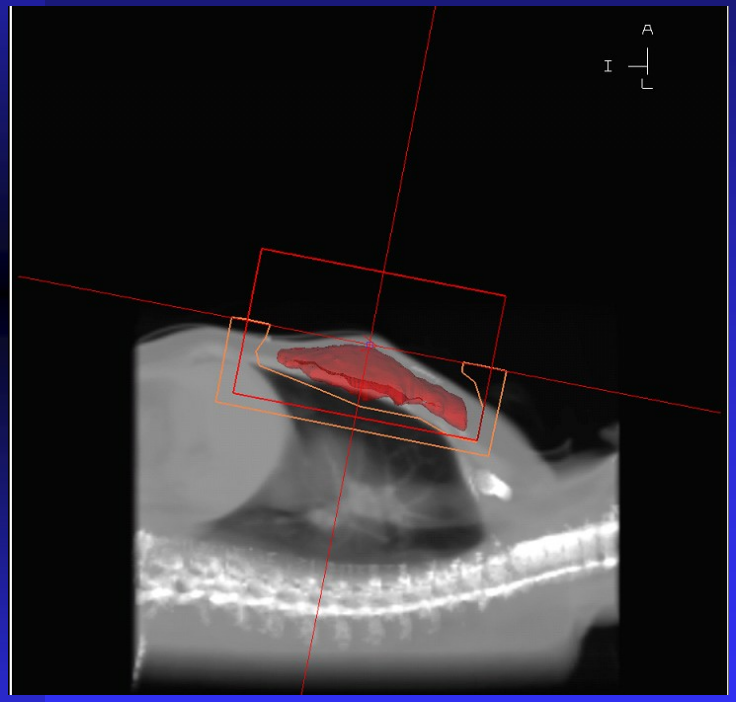
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D OTROS BENEFICIOS

VERIFICACION DE CAMPOS (DRR)

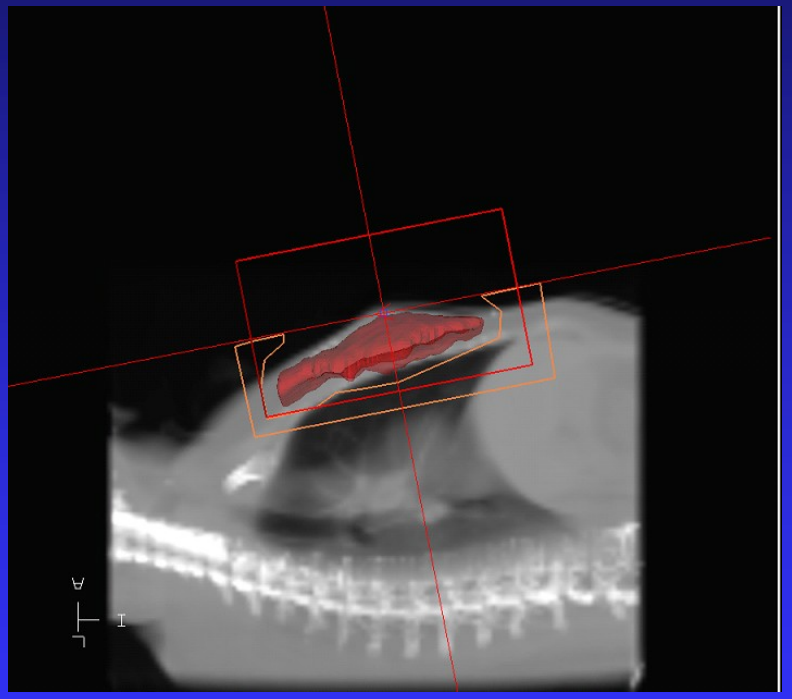
EN LA PLANEACION TRIDIMENSIONAL LOS CAMPOS SE PUEDEN OBSERVAR, EN EL SOFTWARE DE PLANEACION, TAL COMO SI SE ESTUVIERA MIRANDO UNA RADIOGRAFIA COMUN DEL TIPO DE LA SIMULACION **2D,** MEDIANTE EL METODO QUE SE LLAMA **R**ECONSTRUCCION **R**ADIOGRAFICA **D**IGITAL **(DRR)**

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

PROYECCION DE CAMPOS (DRR)



TANGENCIAL INTERNO

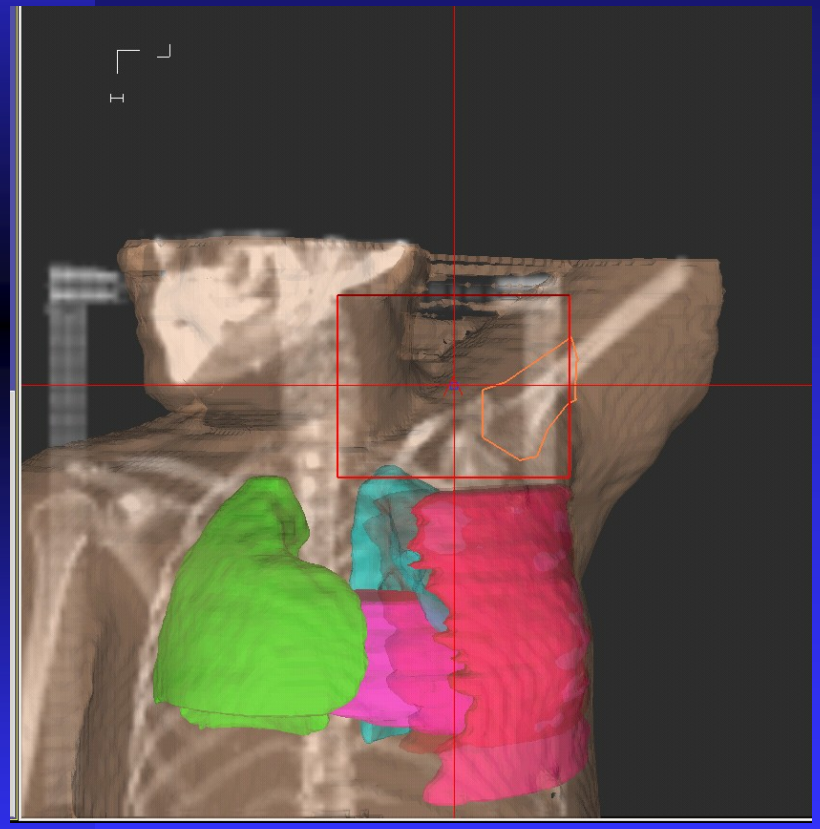


TANGENCIAL EXTERNO

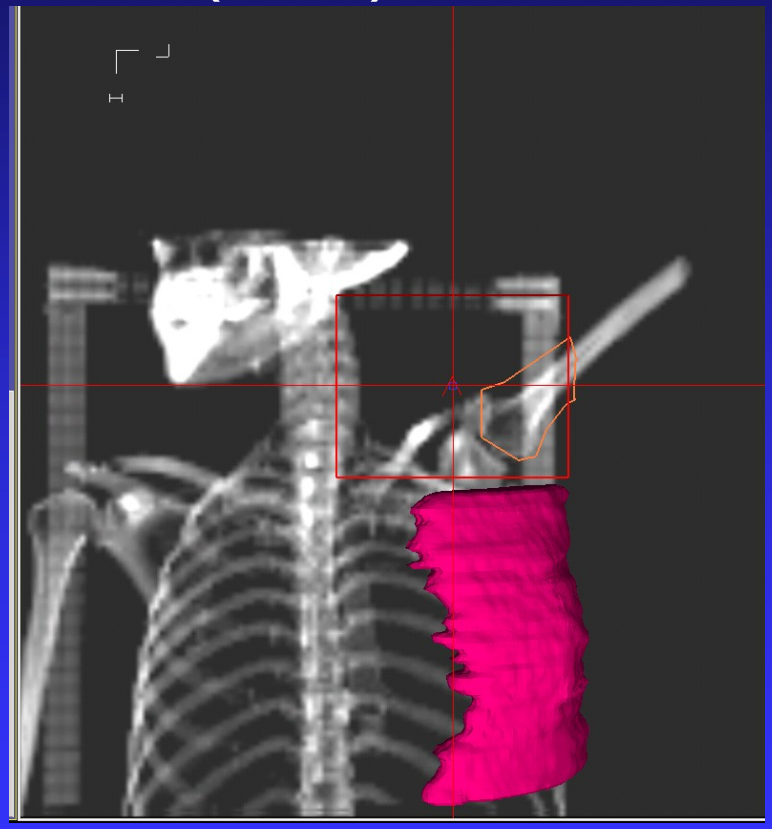
RADIOGRAFIAS DE LAS VISTAS DRR´S EN
EL SISTEMA DE PLANEACION

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

PROYECCION DE CAMPOS (DRR)



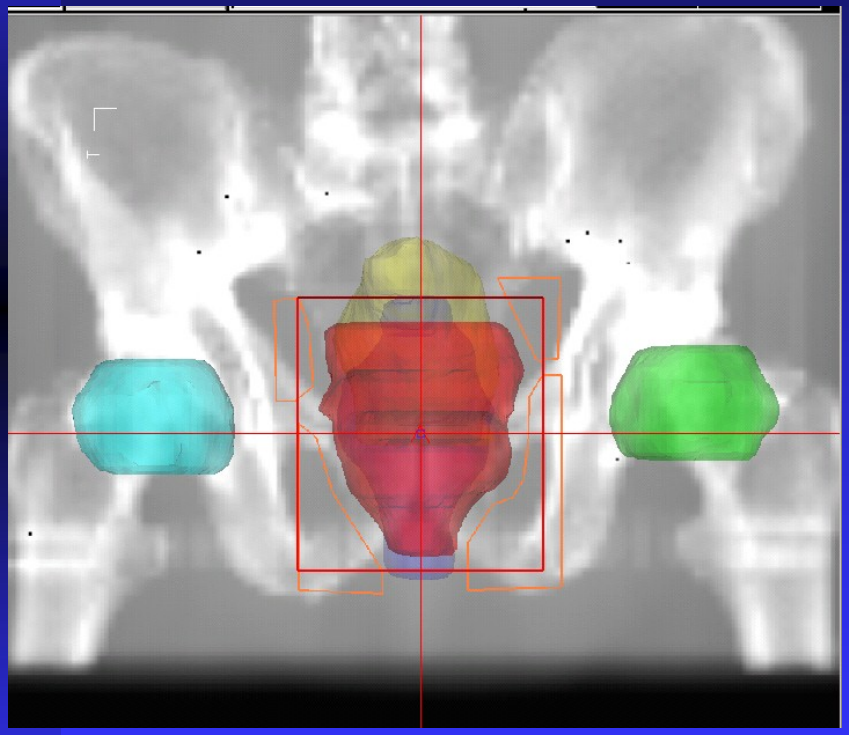
SUPRACLAVICULAR ANT.
CON VOLUMENES MARCADOS



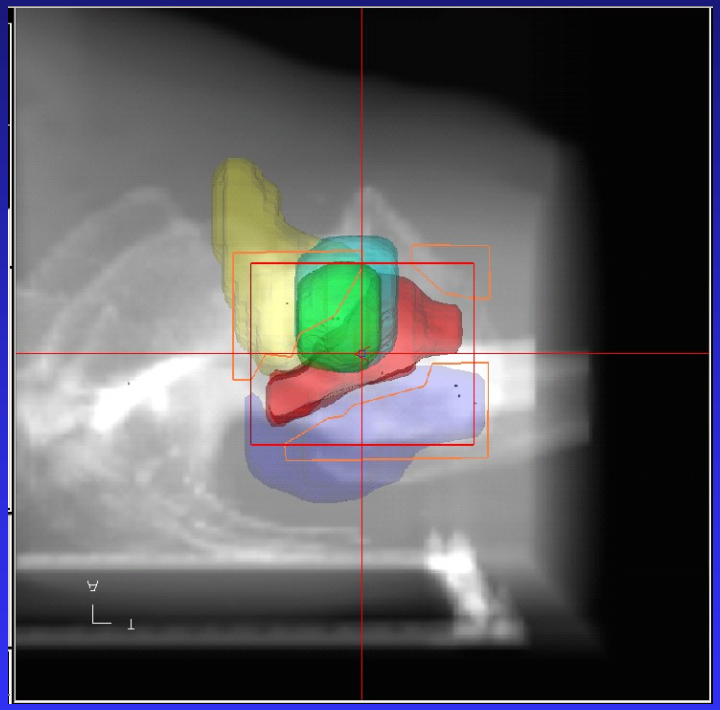
SUPRACLAVICULAR ANT.
SOLO DRR´S

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D
OTROS BENEFICIOS

PROYECCION DE CAMPOS (DRR) OTRO EJEMPLO



PROYECCION A-P



PROYECCION LATERAL

RADIOGRAFIAS ORTOGONALES VISTAS EN
EL SISTEMA DE PLANEACION

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

CONSIDERANDO TODOS ESTOS BENEFICIOS PODEMOS CONCLUIR:

EL USO DE LA RADIOTERAPIA CONFORMAL 3D (3D CRT) ASUME UNA MAYOR ADECUACIÓN GEOMÉTRICA ENTRE LA RADIACIÓN ADMINISTRADA Y EL VOLUMEN BLANCO, QUE PERMITE AUMENTAR LA DOSIS SOBRE EL TUMOR SIN INCREMENTAR EL RIESGO DE COMPLICACIONES EN EL TEJIDO SANO.

PERO: PARA LOGRAR ESTA ADECUACIÓN GEOMÉTRICA ES NECESARIO ATERRIZAR TODOS ESTOS CONCEPTOS.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

EQUIPO GENERADOR DE RADIACION

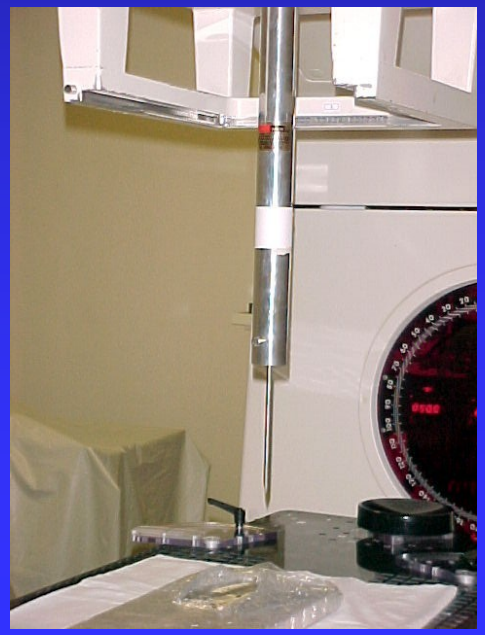
Acelerador Lineal
de uso Clínico
Marca: Siemens
Modelo: Mevatron KD
Energías: 6 y 21 MV

Con Mesa Original de
Tratamiento:
Modelo: Z IV

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

CON LA FINALIDAD DE HACER MÁS RÍGIDOS LOS MOVIMIENTOS DE LA MESA DE TRATAMIENTO, SE FABRICÓ UN FRENO MECÁNICO CON EL CUAL ES POSIBLE MINIMIZAR LA INCERTIDUMBRE EN LA POSICIÓN DE ÉSTA AL ROTARLA SOBRE SU ISOCENTRO.

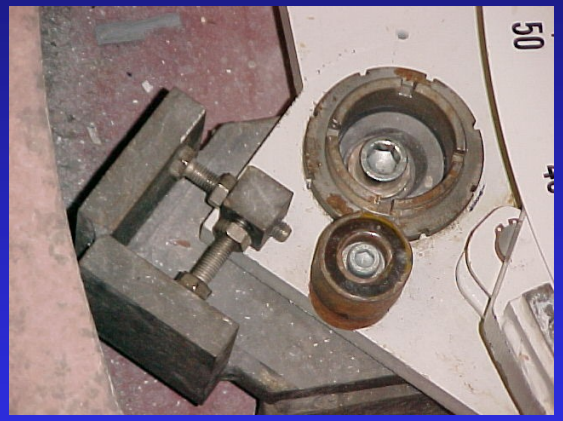
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

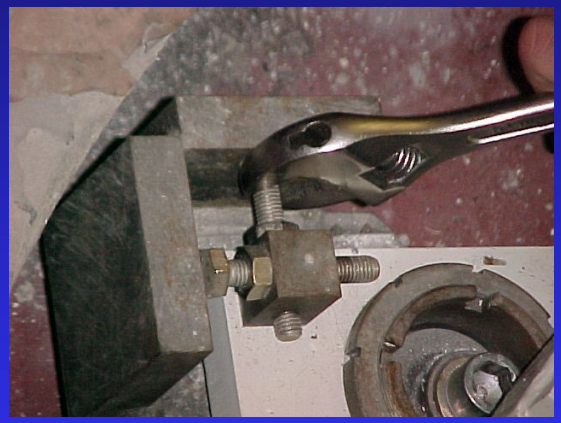


CON LA AYUDA DE INSTRUMENTOS DE PRECISIÓN ES POSIBLE HACER LOS AJUSTES NECESARIOS PARA MOVER LA BASE DE LA MESA Y GARANTIZAR QUE SU CENTRADO ES EL MEJOR POSIBLE CONSIDERANDO LAS LIMITACIONES DE DISEÑO DE LA MISMA.

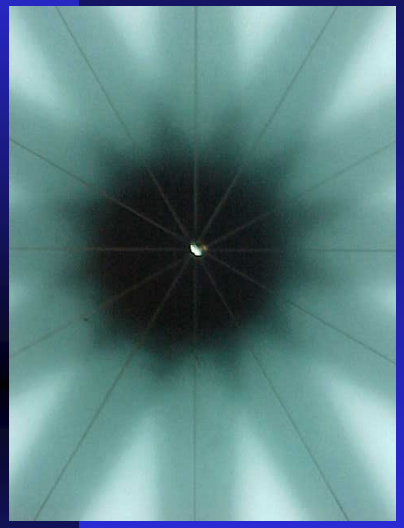
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

LOS CENTROS DE ROTACIÓN DE LA BASE DE LA MESA, DEL COLIMADOR Y DEL GANTRY, SE VERIFICARON PARA QUE COINCIDIERAN DENTRO DE UNA ESFERA CUYO RADIO ES DE 1 mm.

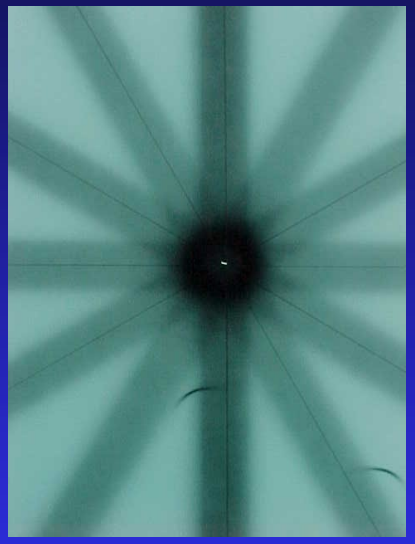




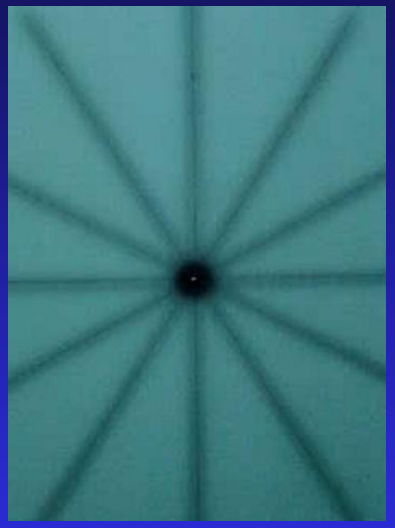
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES



ROTACIÓN DEL GANTRY



ROTACIÓN DEL COLIMADOR

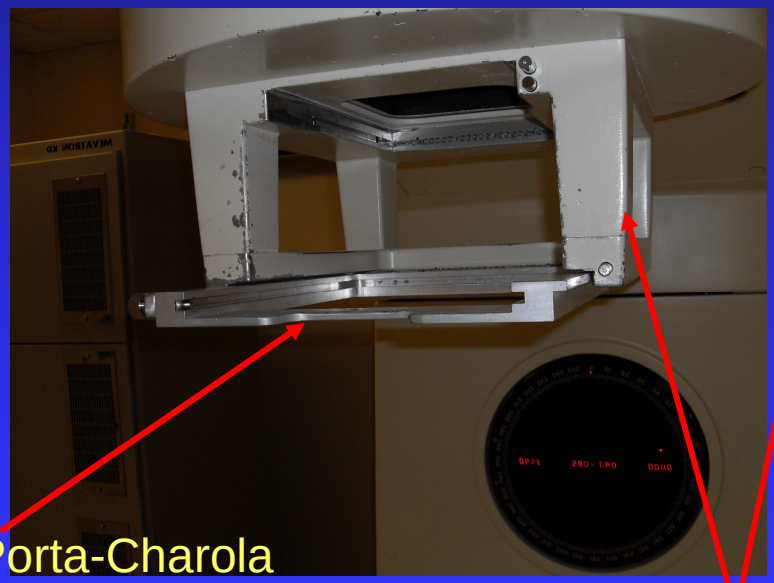


ROTACIÓN DE LA BASE DE LA MESA

LOS CENTROS DE ROTACIÓN DEL GANTRY, DEL COLIMADOR Y DE LA BASE DE LA MESA QUEDARON DENTRO DE UNA ESFERA CUYO RADIO ES = A 1.0 mm.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

Para fijar las charolas de protecciones, se diseño un MARCO porta charola que elimina los movimientos de las charolas cuando se usa el accesorio propio del acelerador.

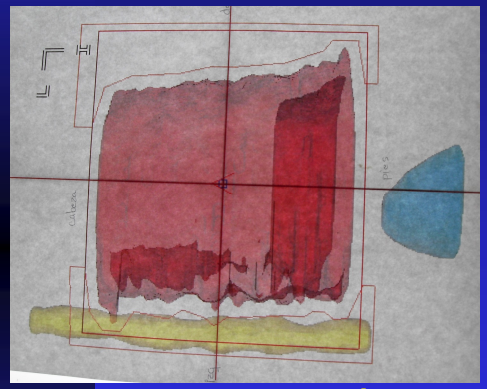


Marco Porta-Charola

Accesorio porta-charolas
De la unidad de tratamiento

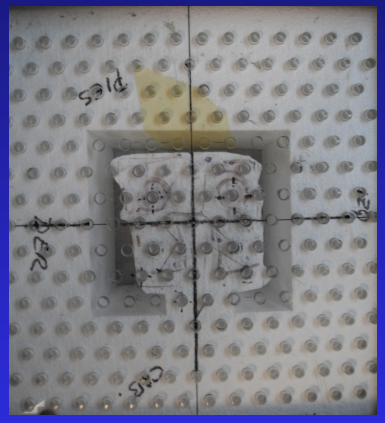
RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

PRESICION EN LA COINCIDENCIA DEL CENTRO GEOMETRICO DE LA UNIDAD DE TRATAMIENTO Y EL CENTRO DEL VOLUMEN BLANCO

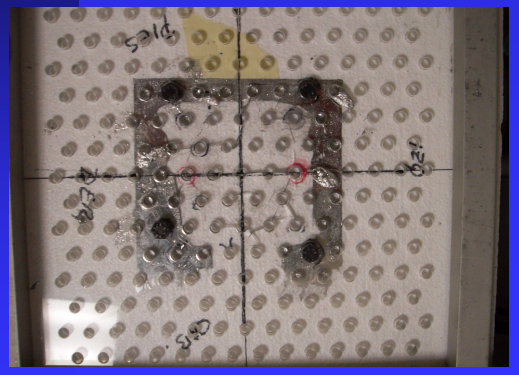


PASO 1: IMPRESIÓN CON CENTRO MARCADO

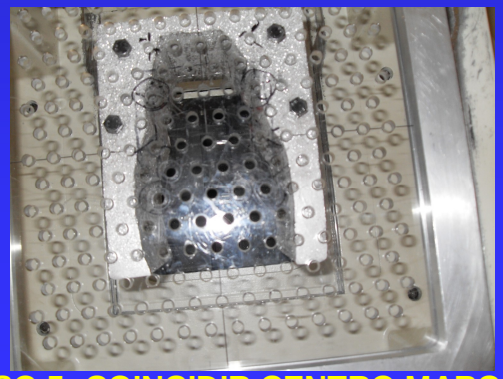
PASO 2: COINCIDIR CENTRO MARCADO CON CENTRO DE MESA CORTADORA



PASO 3: CENTRO MARCADO EN FOAM Y LA CHAROLA



PASO 4: VACIADO DE CERROBEND



PASO 5: COINCIDIR CENTRO MARCADO CON CENTRO ACELERADOR

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

PRESICION EN LA COINCIDENCIA DE LOS CENTROS GEOMETRICOS DE LA UNIDAD DE TRATAMIENTO Y EL CENTRO DEL VOLUMEN BLANCO

CON LAS PROTECCIONES DE CERROBEND, ASÍ FABRICADAS, SE PRODUCE UNA REDUCCIÓN DE LA PENUMBRA DE LOS CAMPOS DE RADIACIÓN EN UN 35% EN PROMEDIO, ESTO ES, ALREDEDOR DE 2.4 mm POR LADO.

ESTO CONTRIBUYE A QUE LA “CAIDA” DE LA DOSIS POR FUERA DE LA CURVA ISODOSICA DEL 90%, QUE ES LA CURVA TIPICA DE PRESCRIPCION, SEA MUY RAPIDA.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA DE RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES SON:

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

COMPONENTES DEL SISTEMA DE RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

MATERIAL EMPLEADO EN LA ELABORACION DE PROTECCIONES

OTROS ACCESORIOS

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

LA RADIOTERAPIA CONFORMAL 3D (3D CRT) CON BLOQUES ES UNA HERRAMIENTA TERAPÉUTICA QUE COMPLEMENTA A LA RADIOTERAPIA CONVENCIONAL 2D Y 1D, Y CUYA UTILIDAD DEPENDERÁ DEL CASO EN PARTICULAR A TRATAR.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

RECOMENDACIONES:

- CUANDO SE USE LA 3D CRT CON BLOQUES, EL NIVEL DE VERIFICACION DE LOS CAMPOS DEBERA SER ELEVADO.

- SE DEBEN IMPLEMENTAR PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS PARA LA TOMA DE IMÁGENES PORTALES DE VERIFICACION EN TODOS LOS PACIENTES, COMO MEDIO DE INICIAR UN PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD.

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

DESPUÉS DE LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA CON LA RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES EL PASO SIGUIENTE SERIA LA ADQUISICION DE UN COLIMADOR MULTIHOJAS PARA LA IMPLEMENTACION DE OTRAS TECNICAS MODERNAS DE TRATAMIENTO TALES COMO, LA RADIOCIRUGIA, LA RADIOTERAPIA 4D, LA IMRT, LA IGRT Y EN GENERAL LA IMPLEMENTACION DE LA RADIOTERAPIA ADAPTATIVA.

Sin embargo, por más sofisticados que sean los equipos.....

Atención: “Esta máquina no tiene cerebro. ¡Utiliza el tuyo!”

RADIOTERAPIA CONFORMACIONAL 3D CON BLOQUES

GRACIAS POR SU ATENCION

1er. Congreso de la Federación Mexicana de Organizaciones de Física Médica, Monterrey, N. L., 03 de Diciembre del 2009