

# PCRT 3D v6

Jornada de Sistemas de Planificación en Radioterapia Externa  
Antequera, 23 de Junio de 2012

José A. Martín-Viera Cueto  
H.R.U. Carlos Haya

# Generalidades

- Desarrollado por Técnicas Radiofísicas S.L.
- Versión 6 en 2010
- Entorno Windows
- Estructura modular
- Técnicas disponibles:
  - RTC3D
  - IMRT



# Algoritmos de cálculo

- Tres principales algoritmos de cálculo para fotones:
  - Método de Clarkson (“Preciso”)
  - Convolución (pencil beam con integral de convolución)
  - Superposición (cono colapsado)
- Algoritmo de cálculo para electrones:
  - Pencil beam (algoritmo de Hogstrom).
- Heterogeneidades:
  - Algoritmo de Batho (algoritmos preciso y convolución)
  - Superposición: dosis en tejido
- Algoritmos de optimización (IMRT):
  - Planificación inversa
  - Planificación directa

# Algoritmos de cálculo

- Verificaciones del algoritmo de superposición según TRS-1583 (H. Clínico Lozano Blesa, Zaragoza)
  - La tolerancia depende del punto de referencia donde se evalúe, puede estar entre el 2 y el 5% como máximo
  - Resultados dentro de tolerancia en casi todos los casos para 6 MV y 15 MV
    - Superposición: supera el test en el 93% de los casos (28 frente a 3, y estos en pulmón); el 100% de los casos para 15MV.
    - Preciso: supera el test en el 67% de los casos (20 frente a 10); para 15 MV sólo falla en 3 casos (pulmón)
  - Discrepancia máxima:
    - preciso: -8% para 6MV y -5% para 15 MV
    - superposición: -5% para 6MV y -2% para 15 MV
  - Diferencia entre algoritmos: heterogeneidades.
  - Ambos subestiman la dosis en pulmón

# Modelado de Unidades

- Se realizan por el usuario, aunque la casa comercial presta asistencia si fuera necesario.
- Relativamente sencillo y cómodo, excepto modelización de los núcleos de convolución/ superposición (no evidente)
- Acepta archivos de distintos Sistemas Analizadores de Haces (PTW, Scanditronix (IBA), etc.)
- Faltarían “asistentes” para la modelización de unidades de tto.
- Se puede llegar a una buena modelización, excepto colas de perfiles y campos muy pequeños (1x1)



# Modelado de Unidades

Mantenimiento de Máquinas y Parámetros : d:\pcrt3dv6\datospcrt\Maquinas\6X\_ALE03.mar

Unidades | Datos Generales | Factores | %DP - TPR | TAR - TMR | SAR - SMR | Perfiles | Convolución | Superposición | Cuñas | Bloques | Multiláminas | Cuña Dinámica

### Perfiles

Camp.	Prof.	t	C4	C5	alfa 1	alfa 2
80	50	0.005	0.47	0	0.16	0.2
80	80	0.007	0.26	0	0.16	0.2
80	100	0.01	0.36	0	0.16	0.19
80	150	0.019	0.2	0	0.16	0.19
80	200	0.028	0.04	0	0.18	0.21
80	250	0.037	0.04	0	0.2	0.23
100	13	0.007	0.53	0	0.18	0.22
100	30	0.008	0.59	0	0.18	0.22
100	50	0.009	0.6	0	0.16	0.22
100	80	0.012	0.4	0	0.16	0.2
100	100	0.015	0.36	0	0.16	0.2
100	150	0.025	0.36	0	0.16	0.21
100	200	0.032	0.08	0	0.19	0.21
100	250	0.041	0.27	0	0.17	0.23
120	13	0.008	0.65	0	0.17	0.2
120	30	0.01	0.67	0	0.17	0.22
120	50	0.011	0.71	0	0.17	0.22
120	80	0.016	0.69	0	0.15	0.22
120	100	0.021	0.54	0	0.15	0.2
120	150	0.03	0.31	0	0.15	0.2
120	200	0.04	0.31	0	0.15	0.23

Activar [ < > ] [ < > ] [ < > ] [ < > ] [ < > ]

Transversal | Longitudinal | Long.=Transv.

Detalle: Alto | Diám. Fuente: 0.2 mm

Auto | Imprimir | Importar... | Redibujar

### Ajuste

El gráfico muestra una curva de dosis que es casi plana en el nivel de 0.8% entre las coordenadas de -60 mm y 60 mm. El eje horizontal está etiquetado como 'Coordenada [mm]' y el eje vertical como 'Dosis [%]'. Hay marcas de escala en 0.4 y 0.8 en el eje de dosis, y en -100, -60, -20, 20, 60, 100 en el eje de coordenada.

Imprimir | Guardar | Aceptar | Cancelar

# Modelado de Unidades

Mantenimiento de Máquinas y Parámetros : d:\pcrt3dv6\datospcrt\Maquinas\6X\_ALE03.mar

Unidades | Datos Generales | Factores | %DP - TPR | TAR - TMR | SAR - SMR | Perfiles | Convulsión | Superposición | Cuñas | Bloques | Multiláminas | Cuña Dinámica

TMR

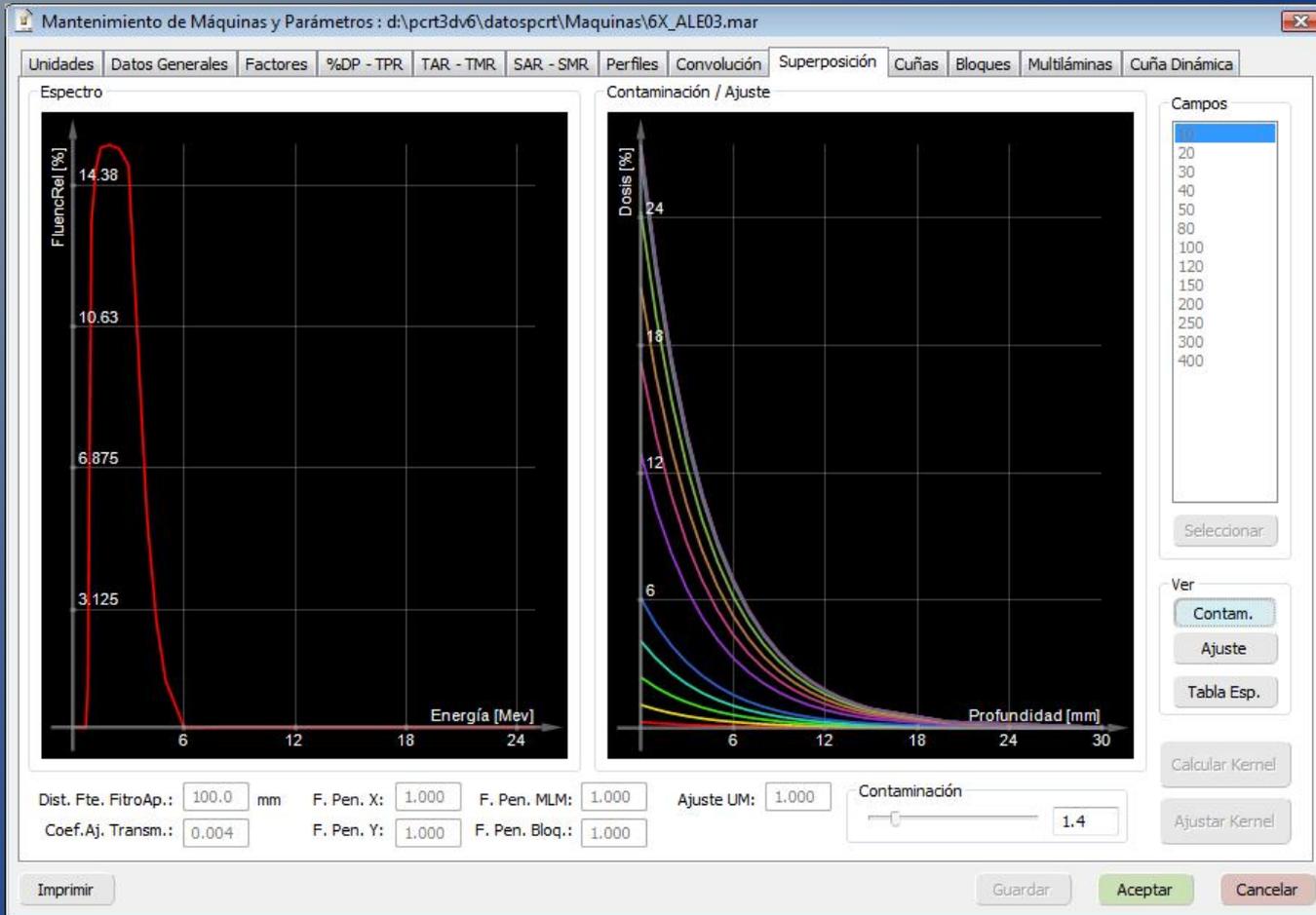
TMR 0

Prof.	TMR0	Campos									
		30	40	50	80	100	120	150	200	250	300
0	0.32442	0.40364	0.41086	0.50328	0.55203	0.56817	0.5827	0.60777	0.64776	0.68083	0.70858
1	0.42245	0.48995	0.49617	0.5718	0.61461	0.62867	0.64104	0.66312	0.6978	0.72492	0.75083
2	0.52093	0.5766	0.58183	0.64075	0.67748	0.68943	0.69964	0.71871	0.74808	0.76925	0.79327
3	0.61985	0.66361	0.66783	0.71013	0.74062	0.75044	0.75849	0.77455	0.7986	0.81381	0.83589
4	0.71922	0.75096	0.75419	0.77995	0.80403	0.8117	0.81759	0.83063	0.84935	0.85859	0.8787
5	0.81904	0.83867	0.84089	0.8502	0.86773	0.87322	0.87695	0.88696	0.90034	0.90361	0.92169
6	0.85172	0.86781	0.86953	0.87725	0.89134	0.89605	0.89934	0.90756	0.91871	0.92164	0.93629
7	0.88453	0.89707	0.89829	0.90441	0.91507	0.91897	0.92182	0.92825	0.93716	0.93974	0.95099
8	0.91749	0.92644	0.92716	0.93169	0.9389	0.94198	0.94439	0.94903	0.9557	0.95791	0.96578
9	0.95057	0.95592	0.95614	0.95908	0.96284	0.96508	0.96704	0.96991	0.97432	0.97615	0.98066
10	0.9838	0.98552	0.98524	0.9866	0.98688	0.98827	0.98979	0.99088	0.99302	0.99446	0.99564
11	0.98918	0.99034	0.99015	0.99105	0.99124	0.99217	0.99318	0.99391	0.99534	0.9963	0.99709
12	0.99459	0.99516	0.99507	0.99552	0.99561	0.99608	0.99658	0.99695	0.99767	0.99815	0.99854
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1.0054	1.0049	1.0049	1.0045	1.0044	1.0039	1.0034	1.0031	1.0023	1.0019	1.0015
15	1.0109	1.0097	1.0099	1.009	1.0088	1.0079	1.0069	1.0061	1.0047	1.0037	1.0029
20	1.0013	1.001	1.0026	1.0014	1.0027	1.001	1.0008	1.0003	0.99824	0.99749	0.99678
30	0.96285	0.96683	0.97111	0.97161	0.97597	0.97691	0.97819	0.97852	0.97865	0.98011	0.97995
40	0.91963	0.92937	0.93688	0.93871	0.94835	0.9513	0.95293	0.95598	0.95754	0.96034	0.96043
50	0.87553	0.89108	0.90104	0.90444	0.91836	0.92278	0.92795	0.93137	0.93509	0.9385	0.94029
60	0.83199	0.85293	0.86427	0.86937	0.88731	0.89379	0.90083	0.90533	0.91164	0.9168	0.91888
70	0.79117	0.8162	0.82903	0.83486	0.85497	0.86322	0.87293	0.87989	0.88792	0.89434	0.89715
80	0.75091	0.77978	0.79356	0.80041	0.82463	0.83404	0.84432	0.85279	0.86379	0.87165	0.87498

Recalcular Ahora      TMR a partir de %DP

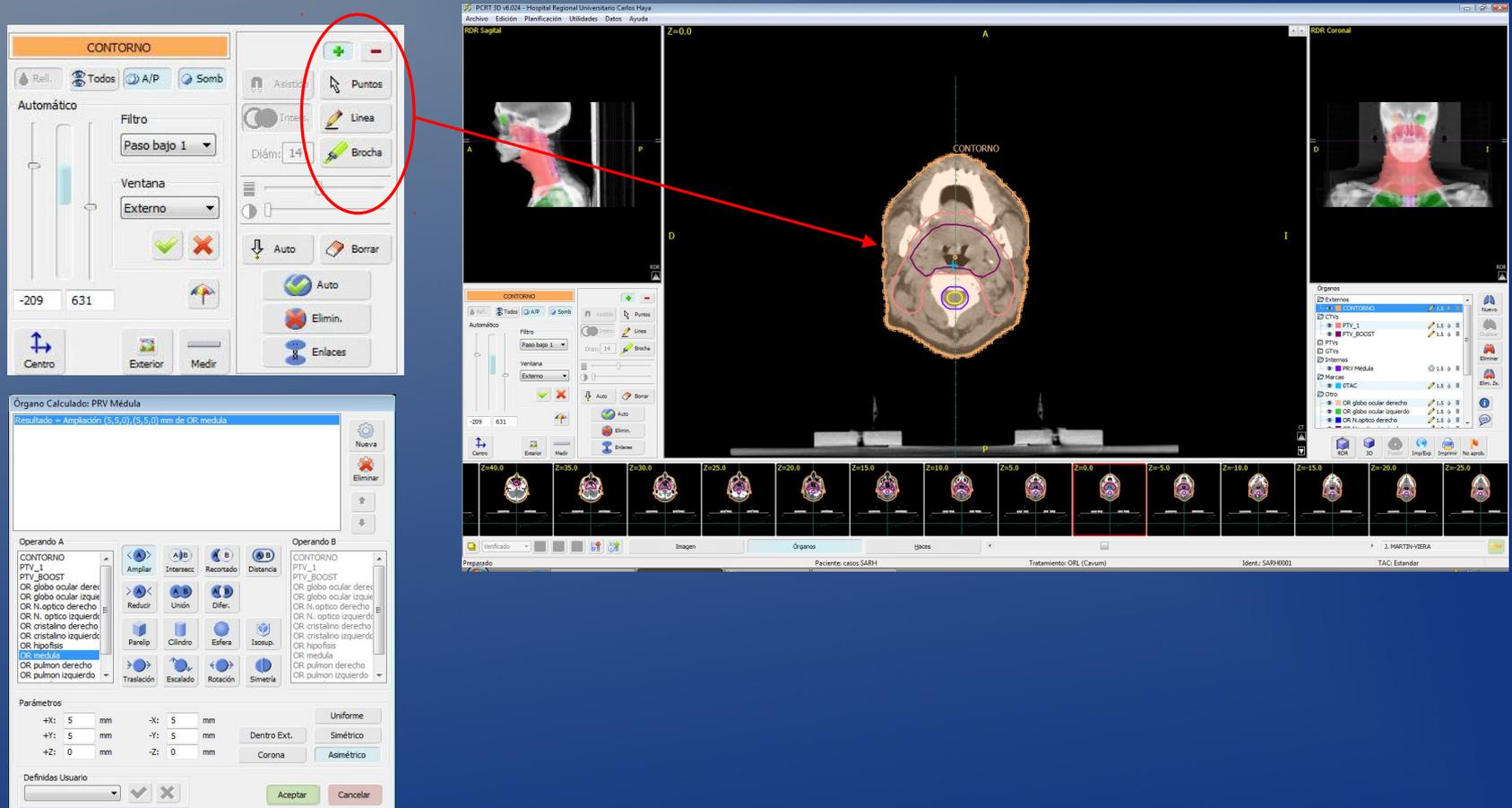
Imprimir      Guardar      Aceptar      Cancelar

# Modelado de Unidades



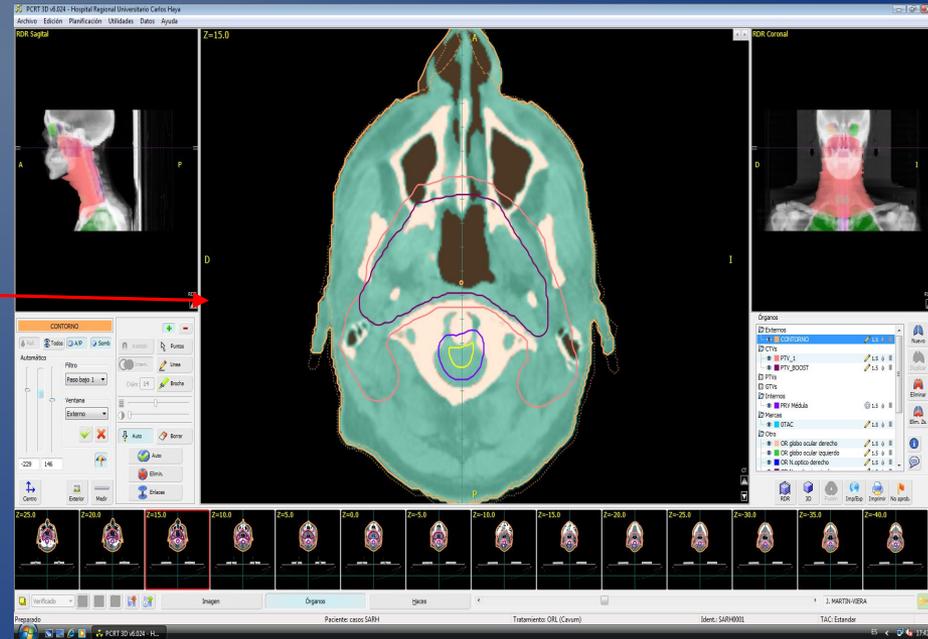
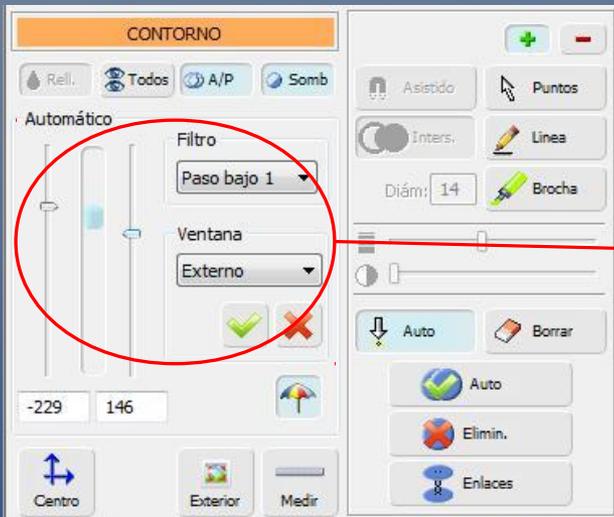
# Simulación Virtual

- Contorneo: contornos 2D y vóxeles
- Algebra de volúmenes

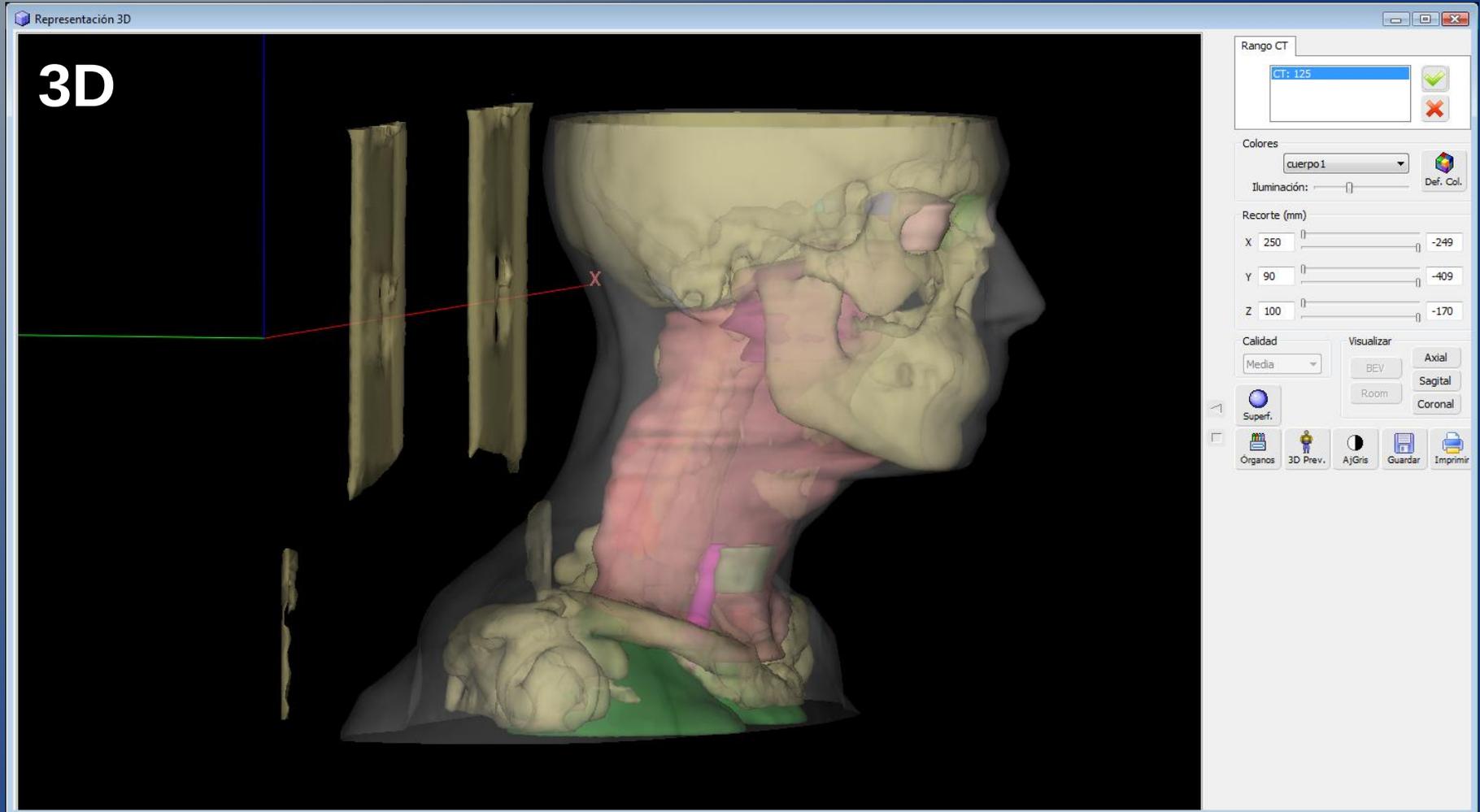


# Simulación Virtual

- Segmentación (umbrales)



# Simulación Virtual



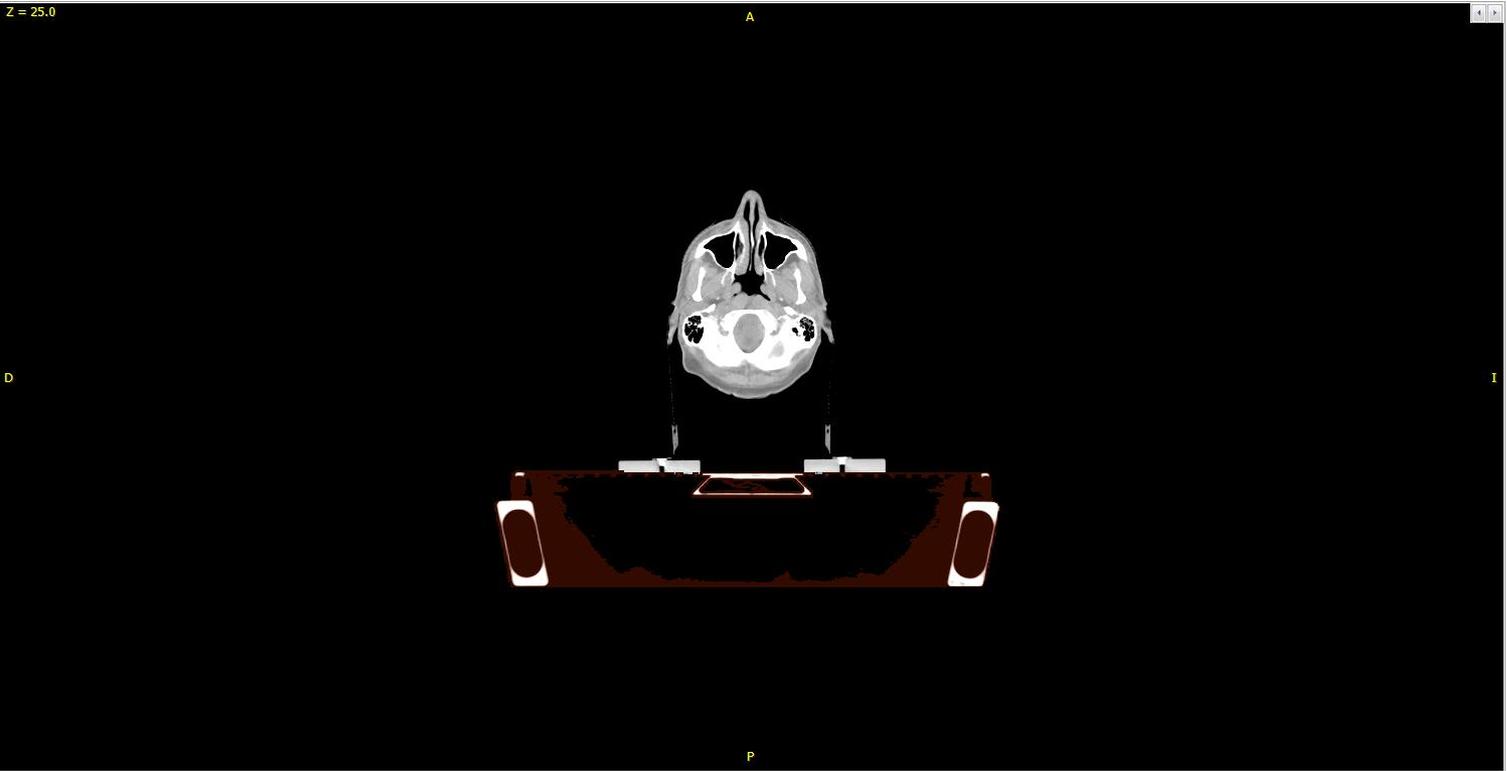
# Herramientas de imagen

PCRT 3D v6.024 - Hospital Regional Universitario Carlos Haya

Archivo Edición Planificación Utilidades Datos Ayuda

Ventana de Grises

Z = 25.0



Información

ROI CT: -1024  
Dens: 0

Mesa Tratamiento

Guardar Añadir Desplazar

Nomb. paciente original: CAVUM^ORL^^^ (1.3.6.1.4.1.2452.6.840406325.1226567310.596883091.3530839364)

Posición del Paciente: Cab>Pies Supino

Invertir: Axial Sagital Coronal

Flip H. Flip V. Orden Z

Retoque: Dibujar Tinta Relleno Medir Escala Pluma: 1 Mesa Malla Transf. Rotar

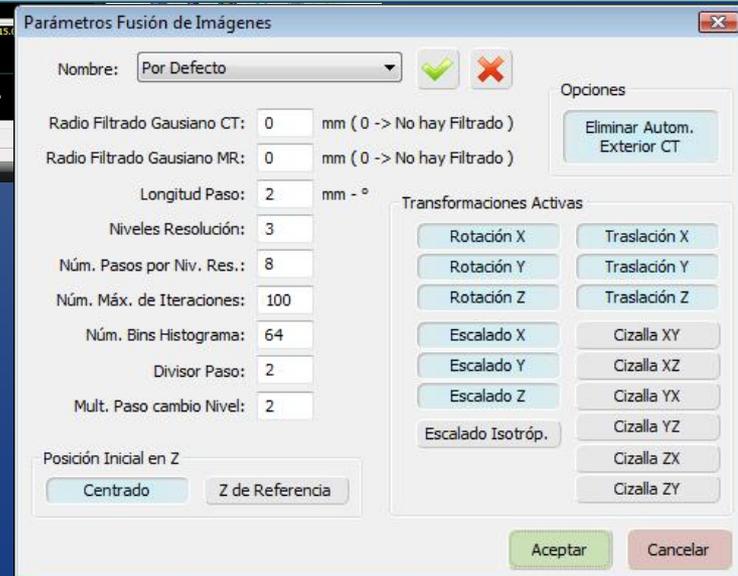
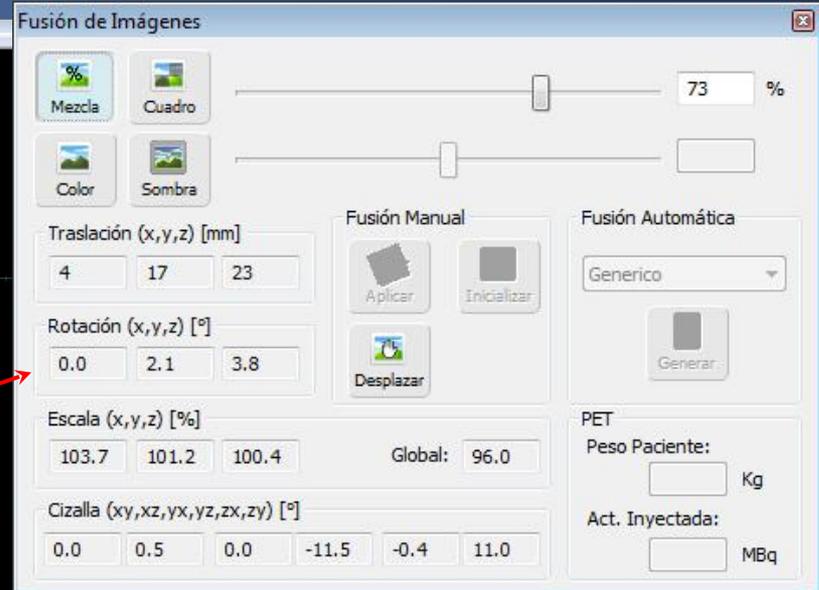
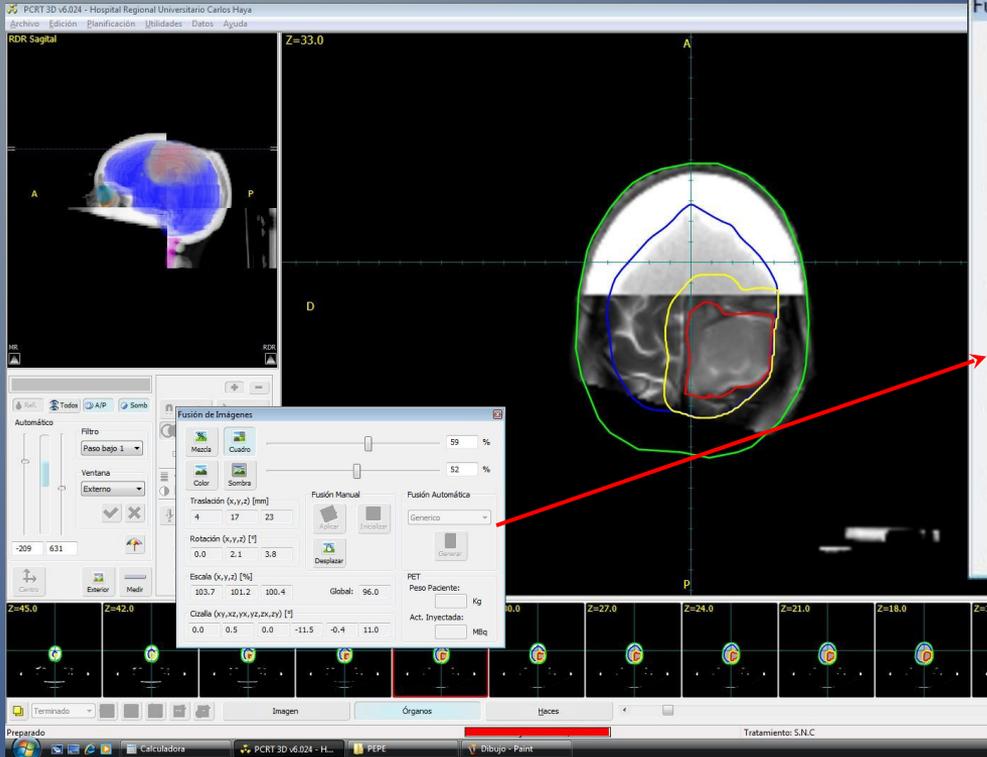
Z=25.0 Z=20.0 Z=15.0 Z=10.0 Z=5.0 Z=0.0 Z=-5.0 Z=-10.0 Z=-15.0 Z=-20.0 Z=-25.0 Z=-30.0 Z=-35.0 Z=-40.0

Preparado Paciente: casos SARH Tratamiento: ORL Ident.: SARH0001 TAC: Estandar

J. MARTIN-VIERA

ES 17:14

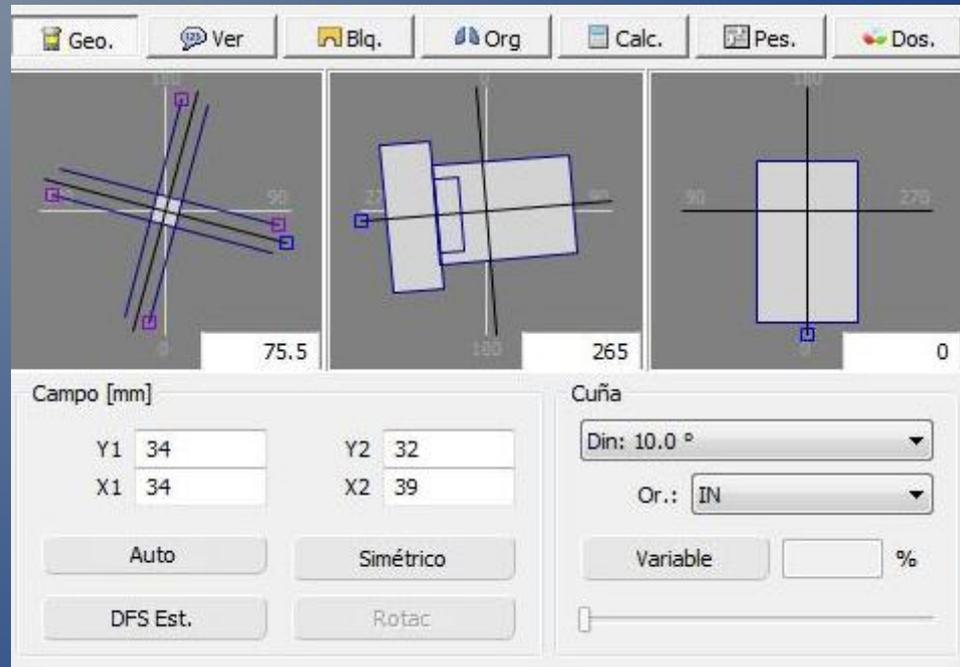
# Fusión de imágenes



- Sólidos rígidos (T. Afines)
- Algoritmo de maximización de la información mutua
- Modo manual !!!
- Puntos fiduciales ??



# Haces



# Haces

The screenshot displays a software interface for radiation therapy planning. At the top, there is a menu bar with icons for Geo., Ver, Blq., Org., Calc., Pes., and Dos. Below the menu is a table with columns for Haz, Tasa, Peso, and UM. The table lists several fractions, with 'OPD' selected. To the right of the table are control panels for 'Dos. Sesión' (with values 200 and 204 cGy) and 'Dos. Total' (with values 5000 and 5100 cGy). Below these is an 'Isod. Ref.' panel set to 97%. At the bottom, there are normalization settings: 'Suma' (Estándar, D. P. Norm.), 'Normalizar en:' (PTV\_BOOST), and 'Punto Órgano' (Ratón). A slider and buttons for '=100' and 'UM.0' are also visible.

Haz	Tasa	Peso	UM
OPD	300	17.16	59.00
LD	300	3.49	12.00
OAD	300	11.05	38.00
OAD2	300	10.18	35.00
OAD3	300	3.49	12.00
ANT	300	3.78	13.00
OAI	300	11.05	38.00
OAI2	300	10.18	35.00
OAI3	300	3.49	12.00

**Dos. Sesión**  
200 cGy  
204

**Dos. Total**  
5000 cGy  
5100

**Isod. Ref.:**  
97 %

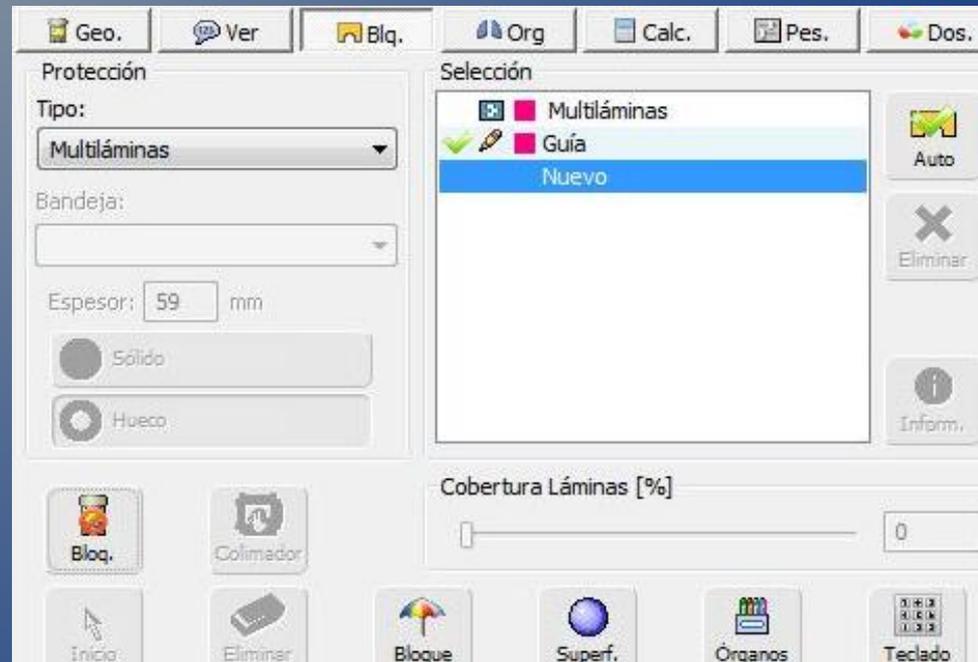
**Suma**  
Estándar  
D. P. Norm.

**Normalizar en:**  
PTV\_BOOST

**Punto Órgano**  
Ratón

=100 UM.0

# Haces



# Haces

Geo. Ver Blq. Org Calc. Pes. Dos.



Bloque

123

Órganos

Fusión

Medir

Coordenadas [mm]

	X	Y	Z	Prof.	
Isoc.:	-1	-253	15	69	mm
Entrada:	-70	-247	15		mm
DFS	DFI	DFD			
931	1000	445			Isocéntrico

# Haces

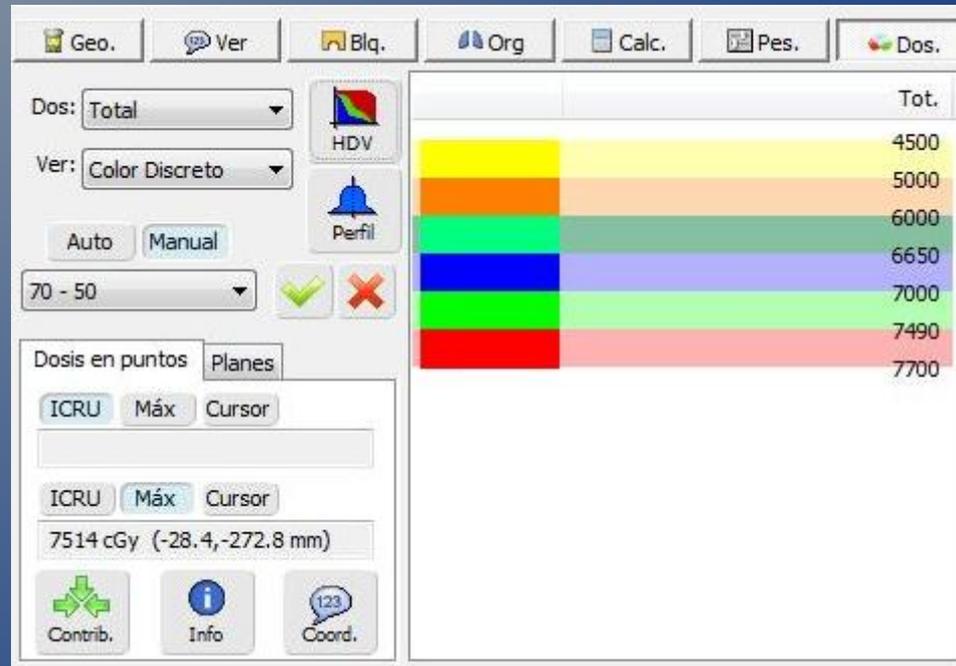
The screenshot shows a software interface with a menu bar at the top containing: Geo., Ver, Blq., Org, Calc., Pes., and Dos. The main area displays a list of beam parameters under the heading 'IMRT concomitante'. The list includes angles (220°, 260, 330, 30, 100, 140°, 180°) and associated 'Pac.' and 'Pre' values. A dropdown menu is open over the fourth row, showing options: No, Paciente (highlighted), and Total. The bottom toolbar contains icons for Calcular, Recalc, IMRT, Límites, Cronog., and Tiempos.

Ángulo	Pac.	Pre	Valor
220°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm
260	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm
330	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm
30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm
100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm
140°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm
180°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# 5.00 mm

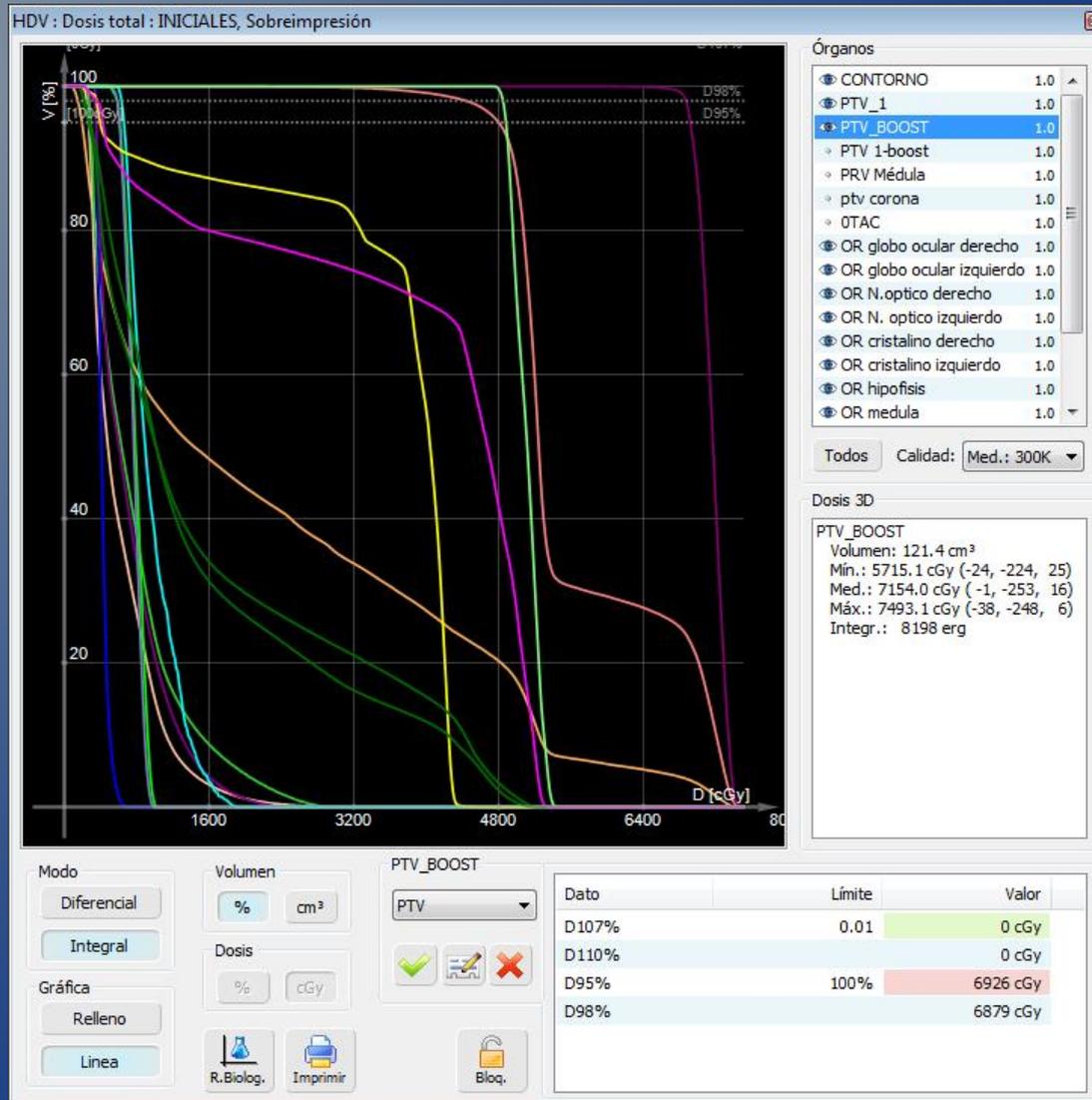
Dropdown menu options: No, Paciente, Total

Bottom toolbar: Calcular, Recalc, IMRT, Límites, Cronog., Tiempos

# Haces



# HDV



# Modelos radiobiológicos

- Permite la evaluación de TCP y NTCP (modelo de serialidad relativa y modelo de Lyman-Kutcher-Burman) para un plan de tto.
- No calcula UTCP ni ventana terapéutica!!
- No contempla la posibilidad de optimización radiobiológica (IMRT)

Datos TCP / NTCP

Nombre	Alfa	Beta	Desv. Alfa	Desv. Beta	T.Pot. Dupl.	T.Prol. Acel.	Den. Clonog.
Adenocarcinoma	0.45	0.039	0.32	0.033	20	12	100000
Astrocitoma grado I	0.37	0.11	1e-005	1e-005	20	12	100000
Astrocitoma grado III	0.26	0.034	1e-009	1e-009	20	12	100000
Ca. Microcítico	0.58	0.087	0.27	0.122	4	12	100000
Cervical	0.43	0.036	0.19	0.024	5	12	100000
Colon	0.23	0.048	0.001	0.001	6	12	100000
Escamoso	0.36	0.042	0.22	0.023	10	12	100000
Glioblastoma	0.28	0.045	0.049	0.022	6	12	100000
Glioma (Pediátrico)	0.3	0.03	0.2	0.018	13.4	12	100000
Hipofisis (Adulto)	0.55	0.005	0.25	0.102	20	12	100000

Parámetros

Nombre:   TCP  NTCP Lyman-Kutcher-Burman  NTCP Ser. Relativa

Alfa:  1 / Gy    Desv. Alfa:  1 / Gy    T.Pot. Dupl.:  días

Beta:  1 / Gy<sup>2</sup>    Desv. Beta:  1 / Gy<sup>2</sup>    T.Prol. Acel.:  días

Den. Clonog.:  células / cm<sup>3</sup>

# Comparación de planes

PCRT 3D v6.024 - Hospital Regional Universitario Carlos Haya

Archivo Edición Planificación Utilidades Datos Ayuda

Z=35.0 (Órganos no Aprobados)

A

CONTORNO

ptv corona

PTV 1

PTV 1+boost

(ICRU)

D

P

HDV: Dosis total: Comparación de planes

V (%)

100

80

60

40

20

1600 3200 4800 6400 8000

D [cGy]

Órganos

- PRV Médula 1.0
- ptv corona 1.0
- OTAC 1.0
- OR globo ocular derecho 1.0
- OR globo ocular izquierdo 1.0
- OR N. optico derecho 1.0
- OR N. optico izquierdo 1.0
- OR cristalino derecho 1.0
- OR cristalino izquierdo 1.0
- OR hipofisis 1.0
- OR medula 1.0
- OR pulmon derecho 1.0
- OR pulmon izquierdo 1.0
- OR tiroides 1.0
- OR esofago 1.0

Todos Calidad: Med.: 300K

Dosis 3D

IMRT: OR tiroides

Volumen: 9.3 cm<sup>3</sup>

Min.: 4855.3 cGy (7, -217, -96)

Med.: 5183.2 cGy (-2, -221, -100)

Máx.: 5588.8 cGy (7, -232, -92)

Integr.: 522 erg

RTC3D: OR tiroides

Volumen: 9.3 cm<sup>3</sup>

Min.: 4743.6 cGy (-1, -228, -110)

Med.: 5101.7 cGy (-2, -221, -100)

Máx.: 5470.1 cGy (-13, -216, -91)

Integr.: 514 erg

Modo

Diferencial

Integral

Gráfica

Relleno

Linea

Volumen

%

cm<sup>3</sup>

Dosis

%

cGy

OR tiroides

Cristalino

Dato

Límite

IMRT

RTC3D

V1000

0.1

100.0 %

100.0 %

Dosis actual

IMRT

RTC3D

1.0

1.0

1.0

Haces

- INICIALES
- Sobrepresion
- IMRT
- IMRT concomitante

Plan:

Unidad: 6X\_ALE03 6.0 MV

Dosis Info 3D Imprimir Export.

Z=100.0 Z=55.0 Z=50.0 Z=45.0 Z=40.0 Z=35.0 Z=30.0 Z=25.0 Z=20.0 Z=15.0 Z=10.0 Z=5.0 Z=0.0 Z=5.0 Z=10.0 Z=15.0 Z=20.0 Z=25.0 Z=30.0 Z=35.0 Z=40.0 Z=45.0 Z=50.0 Z=55.0 Z=100.0

Verificado Imagen Órganos Haces

Preparado Paciente: casos SARH Tratamiento: ORL (Cavum) Ident.: SARH0001 TAC: Estandar

J. MARTIN-VIERA

PCRT 3D v6.024 - H... Pepe comp3.jpg - Paint ES 16:35

# IMRT

- Step & Shoot
- Varios algoritmos de segmentación de fluencias

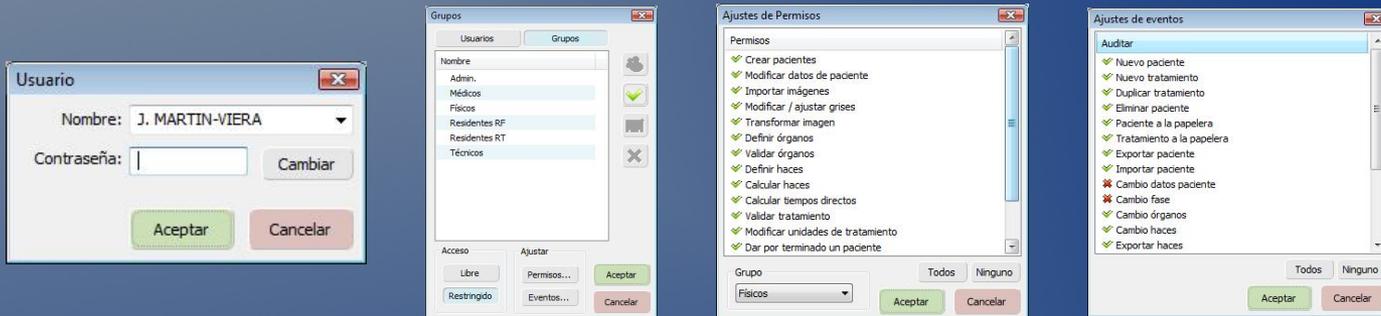
The screenshot displays the PCRTImrt software interface, which is used for IMRT planning. The interface is divided into several panels:

- Planificación Inversa (Inverse Planning):** Shows a progress bar at 0% and buttons for 'Iniciar', 'Optimizar', and 'Cancelar'. Below this is a table of organs at risk (OAR) and target volumes (TV) with their respective parameters.
- Table of Parameters:**

Órgano	Act.	D. Max.	D. Min.	Prior.	Opt.	N.Vox.	T.Vox.
CONTORNO	✗						
PTV_1	✗						
PTV_BOOST	✓	6600	6600	425	✗	1724	4.00
PTV_1-boost	✓	5000	5000	450	✗	6037	5.00
PRV Médula	✓	4000		150	✗	2000	3.21
ptv corona	✓	6600		100	✓	7044	5.00
OR glob...	✗						
OR glob...	✗						
OR N.op...	✗						
OR N. o...	✗						
OR crist...	✗						
OR crist...	✗						
- HDV (Histogram of Dose Volumes):** A graph showing the distribution of doses for different organs. The x-axis is 'Dosis [cGy]' (0 to 7200) and the y-axis is 'HDV (%)' (0 to 100). The graph shows curves for PTV\_BOOST and other organs, with a 'Normalización de dosis' section below it.
- Fluence Segmentation:** A panel showing 'Fluencia Objetivo' and 'Fluencia Segmentación' images. It includes a 'Haces' (Beams) table, 'RDR' (Rapid Dose Recalculation) options, and a grid of fluence maps.
- Parameters and Controls:** Includes 'Método' (OTNMU), 'Control profundidad' (Con Margen), 'Procesado Final' (Única apertura, Sin cruce láminas), and 'Eliminar' (Area: 4 cm², Peso: 0, Separación mín.: 10 mm).

# Gestión de pacientes

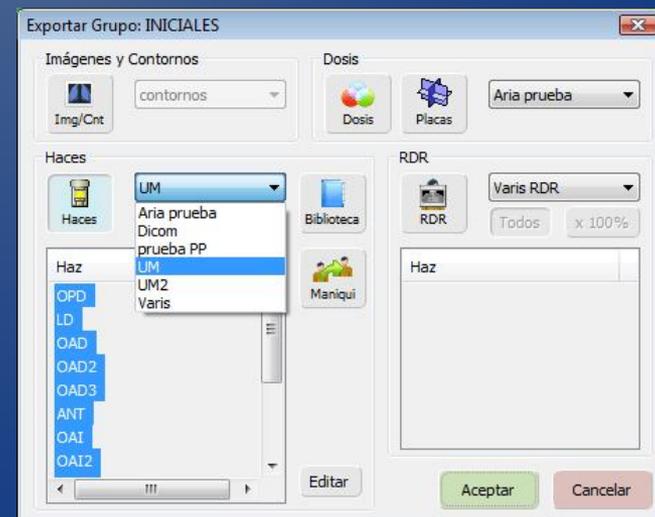
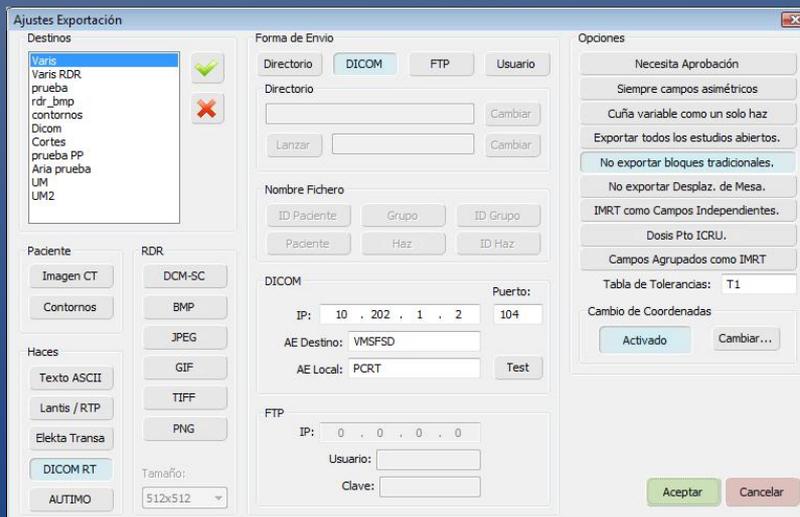
- Seguridad
  - No demasiado orientado al cumplimiento de la LOPD
  - Infraestructura de permisos de usuario según responsabilidades



- Se echa de menos utilidad para “anonimización” de pacientes
- Registro de eventos
- Copias de seguridad
  - Tiene herramientas básicas para backup, pero la responsabilidad recae totalmente en el usuario
  - No es configurable ni programable

# DICOM

- Compatible con las especificaciones DICOM-RT
  - Permite importación/exportación de grupos de tto. (RTPlan) y distribuciones y planos de dosis (RTDose)
  - Es posible la integración con PACS para acceder a estudios (query/retrieve)
  - No se integra directamente con el HIS, pero existe la posibilidad de acceder a datos demográficos a través del PACS



# Personalización

- Scripting? NO!!
- Personalización de informes

Generador de Informes para PCRT - [HojaTto.it]

Archivo Edición Ver Dibujo Paciente Haces Cálculos Dosis Varios Titulo Elementos Ventana Ayuda

Carlos Haya HOSPITAL REGIONAL UNIVERSITARIO Radiofísica Hospitalaria

Página # 1  
Fecha # 1  
Hora # 1

### Hoja de Tratamiento

Paciente: # 1	Ident.: # 1	Médico: # 1
Tratamiento: # 1	TAC: # 1	
Grupo: # 1	Unidad: # 1	Físico: # 1

Nº Haz:	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Nombre Haz:	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Energía:	# 1 u	# 2 u	# 3 u	# 4 u	# 5 u
DFS(mm):	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Áng. Brazo:	# 1 u	# 2 u	# 3 u	# 4 u	# 5 u
Áng. Colim.:	# 1 u	# 2 u	# 3 u	# 4 u	# 5 u
Áng. Mesa:	# 1 u	# 2 u	# 3 u	# 4 u	# 5 u
X (mm):	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Y (mm):	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Esquema campo:	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Aplicador:	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Bolus:	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Molde:	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5

Listo NUM

# Asistencia

- Servicio técnico
- Mantenimiento: anual.
- Versiones

# Ventajas

- Bastante cómodo de usar, muy intuitivo (“user friendly”). Curva de aprendizaje relativamente corta.
- En español (también lo usan técnicos)!!!
- Servicio técnico muy cercano y rápido
- Aceptan sugerencias!!!

# Inconvenientes

- Windows!!! Es decir, ocasionalmente pantallazos azules, problemas de comunicaciones, permisos y problemas de seguridad.

# Carencias

- Infraestructura de scripting
- Herramientas para verificación del modelado (commissioning)
- Se echa de menos una base de datos de órganos con segmentación automática (quizás en un futuro??)
- En herramientas de fusión: falta una opción con puntos fiduciales, y por supuesto, con deformación de imágenes (sólidos elásticos)
- Comparación de planes en base a criterios radiobiológicos