# Características del sistema de IGRT de Elekta

## Aplicación clínica, control de calidad, ventajas e inconvenientes

Gregorio J. Arregui Castillo
Especialista en Radiofísica Hospitalaria
ONCOSUR – Granada. Grupo CROASA.

# Elekta Synergy

- Acelerador lineal equipado con sistemas de imagen que ayudan a localizar las estructuras y su movimiento inter e intrasesión para optimizar la posición del paciente antes de tratar

# Elekta Synergy

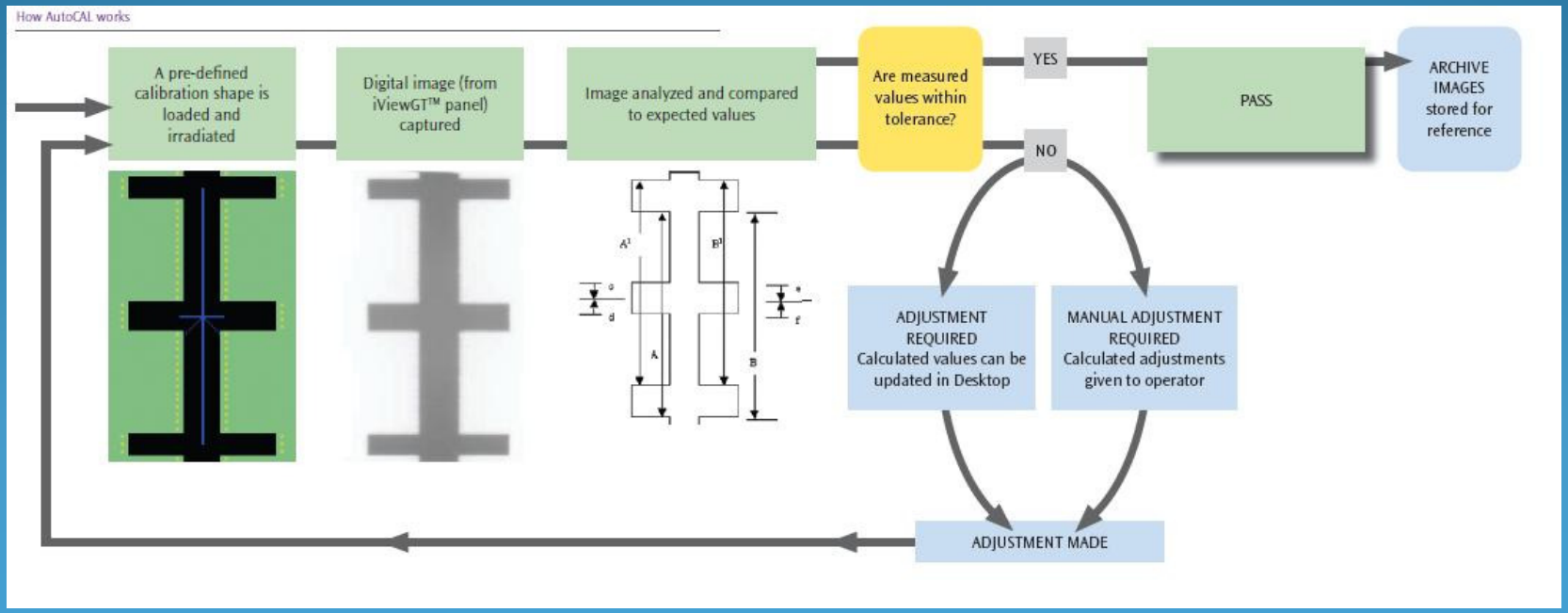
- Dispone de un colimador multilámina (MLCi) de 80 láminas de 1 cm de anchura en el isocentro optimizado para su uso en IMRT. Esto incluye un desplazamiento máximo por lámina de hasta 32.5 cm (para campos de tratamiento grandes) y colimadores primarios superiores para la minimización de la dosis entre láminas

# Elekta Synergy

- Características principales:
  - Láminas de doble focalización
  - Campos de hasta 40x40 $cm^2$
  - Rápida colocación de campos irregulares complejos
  - Compatibilidad con la mayoría de planificadores
  - Herramientas de ajuste optimizadas: AUTOCAL

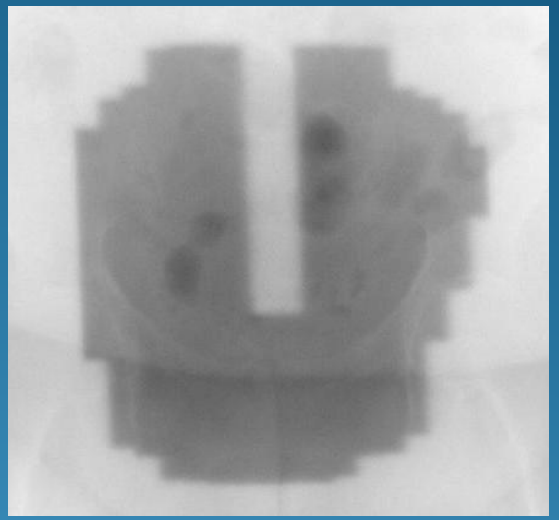
# Elekta Synergy

- AUTOCAL es una aplicación que coordina varias secuencias de campos con distintas conformaciones para el control de calidad del MLC

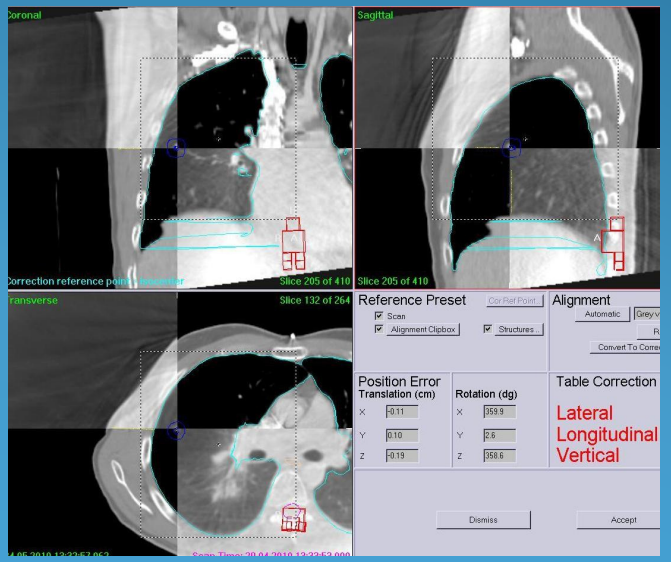


# IGRT Elekta:

- iViewGT: 2D



- XVI: 3D



# iViewGT

- Es un sistema electrónico para la obtención de imágenes en radioterapia. Adaptado al acelerador lineal Elekta, captura imágenes portales que pueden ser vistas,  impresas y almacenadas para un posterior análisis

# iViewGT

- Tiene cuatro funciones básicas:

1. Detección de la imagen mediante una placa centelleadora fijada a un detector de silicio amorfo
2. Adquisición de la imagen mediante diodos de silicio amorfo que transmiten la imagen a una estación de trabajo

# iViewGT

- Tiene cuatro funciones básicas:

3. Procesamiento de la imagen dentro de la estación de trabajo, que ofrece una serie de opciones para superposición de imágenes, múltiples exposiciones e imágenes ampliadas para su rápido análisis y mejora. Este software se llama iViewGT ™

# iViewGT

- Tiene cuatro funciones básicas:

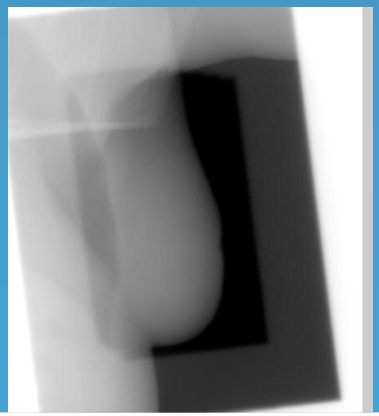
4. Mostrado de imágenes en una pantalla TFT de alta definición o en un monitor CRT. (Impresión opcional)

# iViewGT
# Adquisición de la imagen

- iView no afecta al funcionamiento del acelerador lineal. La secuencia de adquisición es la siguiente:
  - Selección del modo de adquisición
  - Carga  de las imágenes de referencia para el campo en particular
  - iView empieza a grabar imágenes en cuanto detecta radiación
  - Cada punto del plano es combinado y mejorado para formar una imagen

# iViewGT
# Adquisición de la imagen

- Para una adquisición no-IMRT hay tres modos:
  - Single-exposure mode: una simple adquisición, bien antes del tratamiento, bien a lo largo de él
  - Double-exposure mode: se toma una foto con el campo abierto y otra con el campo conformado y se muestran juntas
  - Movie-exposure mode: se toman hasta 256 imágenes secuenciales durante el tratamiento para, por ejemplo, ver el movimiento de los órganos. Se pueden ver en película o de 4 en 4 fotogramas



# iViewGT
# Adquisición de la imagen

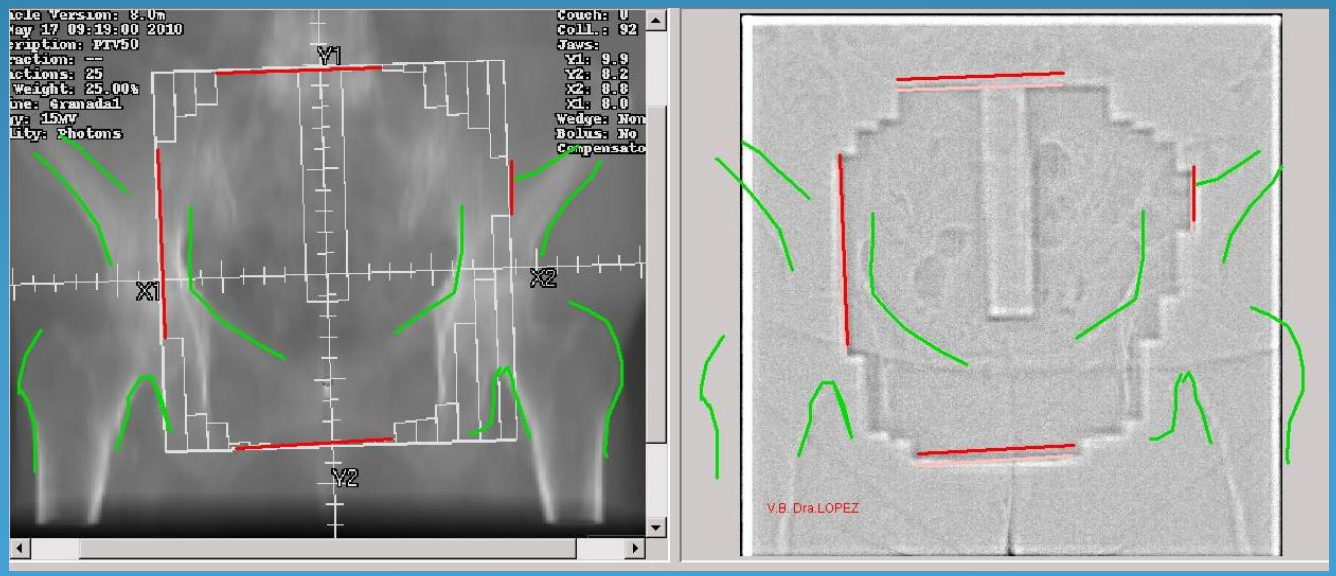
- Para una adquisición IMRT hay tres modos:
  - Single-exposure mode: se obtiene una foto para cada segmento
  - Multiple-exposure mode: se adquieren todos los segmentos de un campo y se juntan en una sola imagen
  - Movie-exposure mode: se toman hasta 256 imágenes secuenciales, una para cada segmento y pueden verse en película o de 4 en 4 fotogramas

# iViewGT
# Manejo del programa

- Para un paciente dado existen uno o varios tratamientos. Dentro de cada tratamiento, uno o varios campos y, para cada campo, una o varias imágenes.

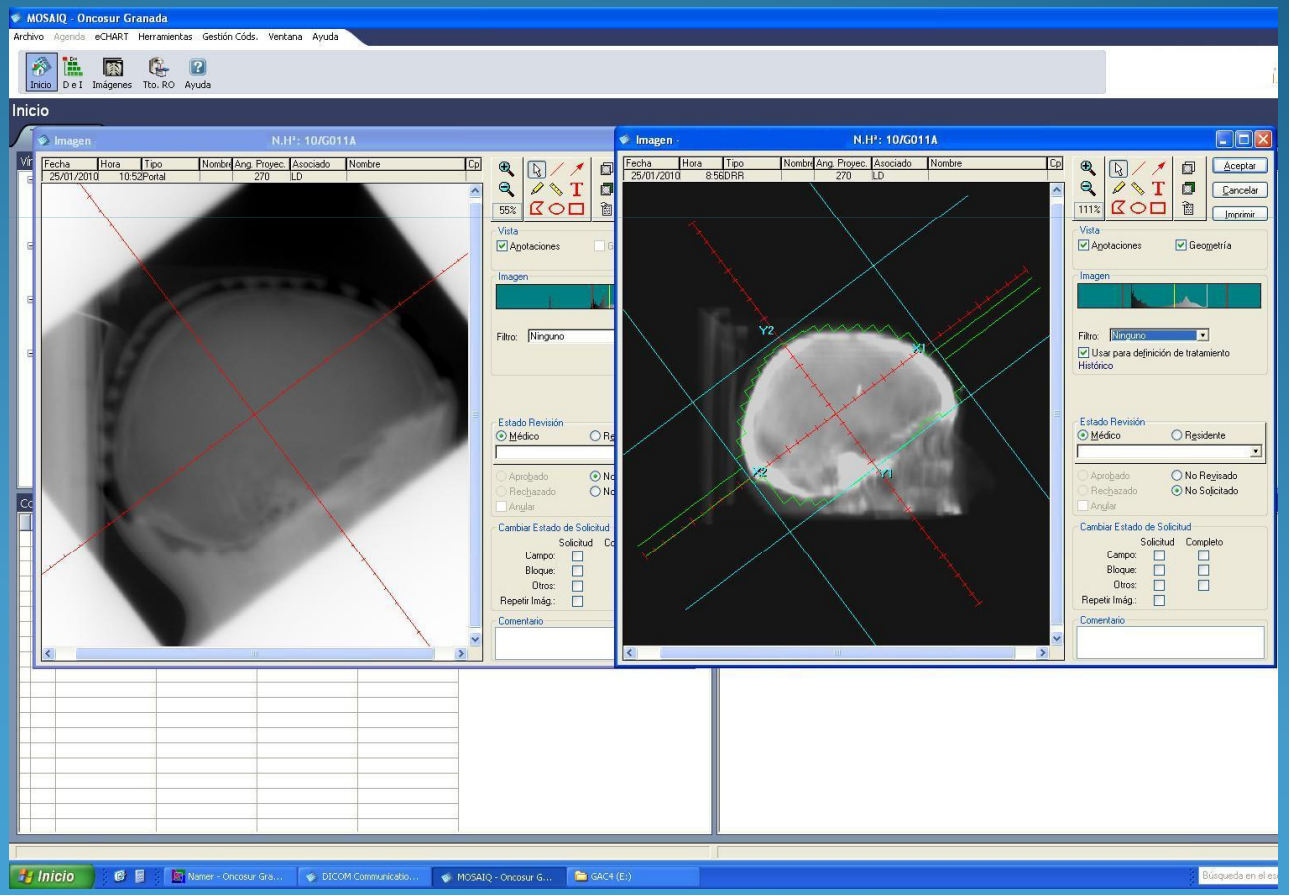
# iViewGT
# Manejo del programa

- La primera imagen de cada campo de cada tratamiento de cada paciente es la imagen de referencia enviada desde el planificador. Esta imagen ha de ser escalada y fijada como de referencia. Sobre esta imagen de referencia se marcan los bordes del campo y las estructuras para ser superpuestas a las posteriores adquisiciones del campo



# iViewGT
## Manejo del programa

- Las imágenes tienen formato DICOM y pueden ser enviadas a otra estación de trabajo de la red para su análisis

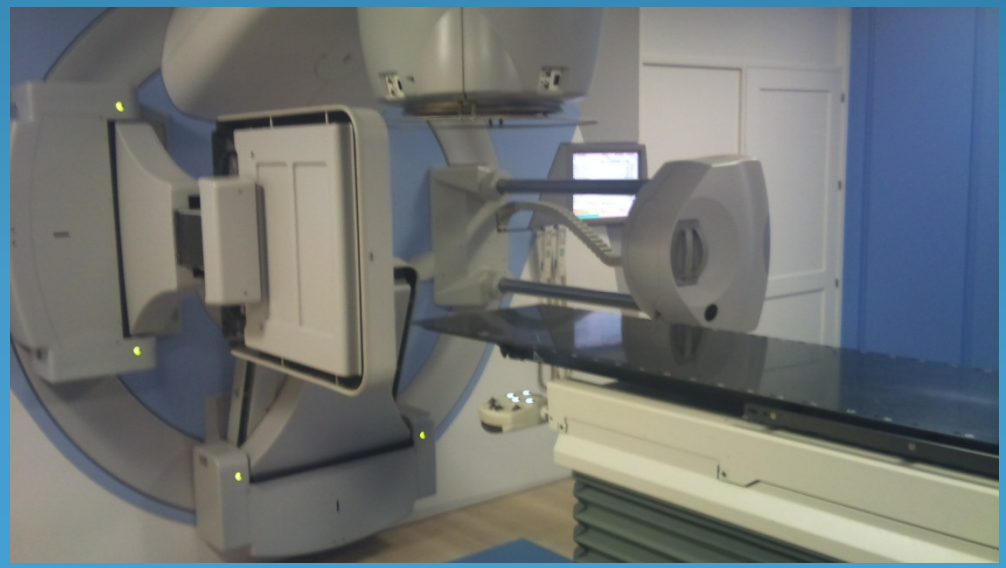


# XVI

- Es un instrumento para la obtención de imagen digital y su uso para el correcto posicionamiento del paciente de radioterapia
- El panel de imagen de kV está montado en un brazo extensible
- El sistema de kV está montado perpendicularmente al de MV

# XVI

- Consta de un tubo de rayos-X y un panel detector de imagen por radiación construido de silicio amorfo (a-Si)/CsI
- El tubo y el panel están a un lado y otro del isocentro de la máquina. Para que funcione el XVI, el tubo y el panel deben estar extendidos
- El generador de rayos-X se encuentra tras el gantry, en la sala de máquinas.



# XVI

- El panel puede moverse lateralmente para seleccionar el FOV adecuado (S, M, L)

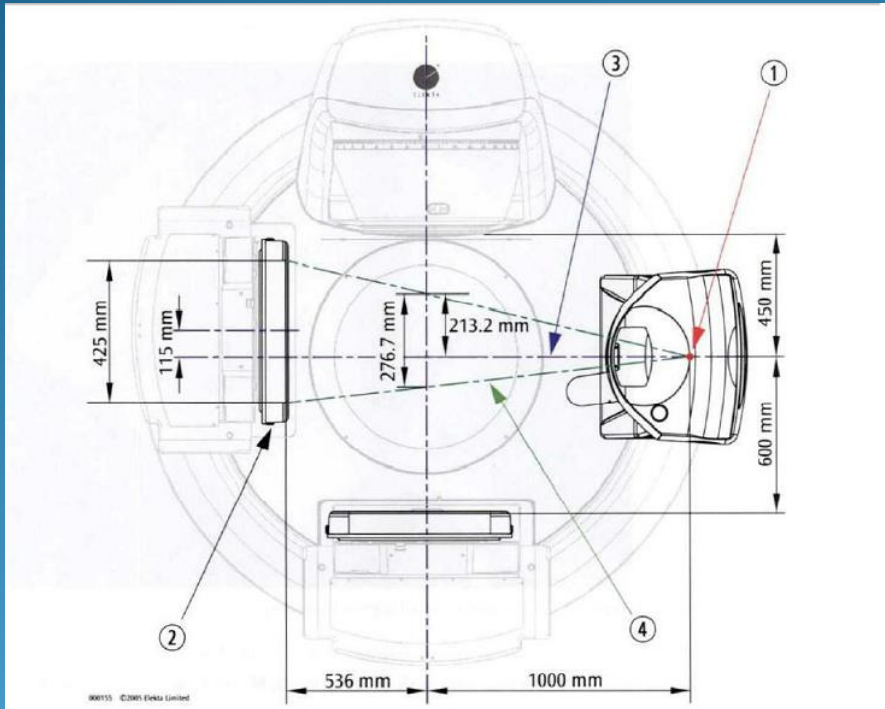



*Figure 3.4* *The Medium FOV position*

(1) kV X-ray beam focal spot
(2) Image receptor (kV imaging panel)
(3) kV X-ray beam reference axis (*perpendicular to kV image receptor plane*)
(4) Projected X--ray field

| FOV position | Diámetro |
|---|---|
| S | 270 mm |
| M | 410 mm |
| L | 500 mm |

# XVI

- El brazo con el tubo de rayos-X está montado sobre dos barras retraíbles y sujeto al panel de soporte del acelerador
- Dispone de un anillo de guarda

# XVI

- Tanto el tubo de rayos-X como la plataforma que contiene el plano detector pueden ser retraídos a la posición que más convenga para el tratamiento de pacientes.

# XVI

- Colimadores
- El colimador contiene una lámina de plomo con una forma adecuada al tamaño del campo necesario para esa adquisición

*Figure 3.12* *A collimator cassette*

(1) Handle (2) Label

*Table 3.3* *Collimator cassette labelling scheme*

| Field of View | |
|---|---|
| **Label** | **meaning** |
| **S** | small field of view |
| **M** | medium field of view |
| **L** | large field of view |

# XVI

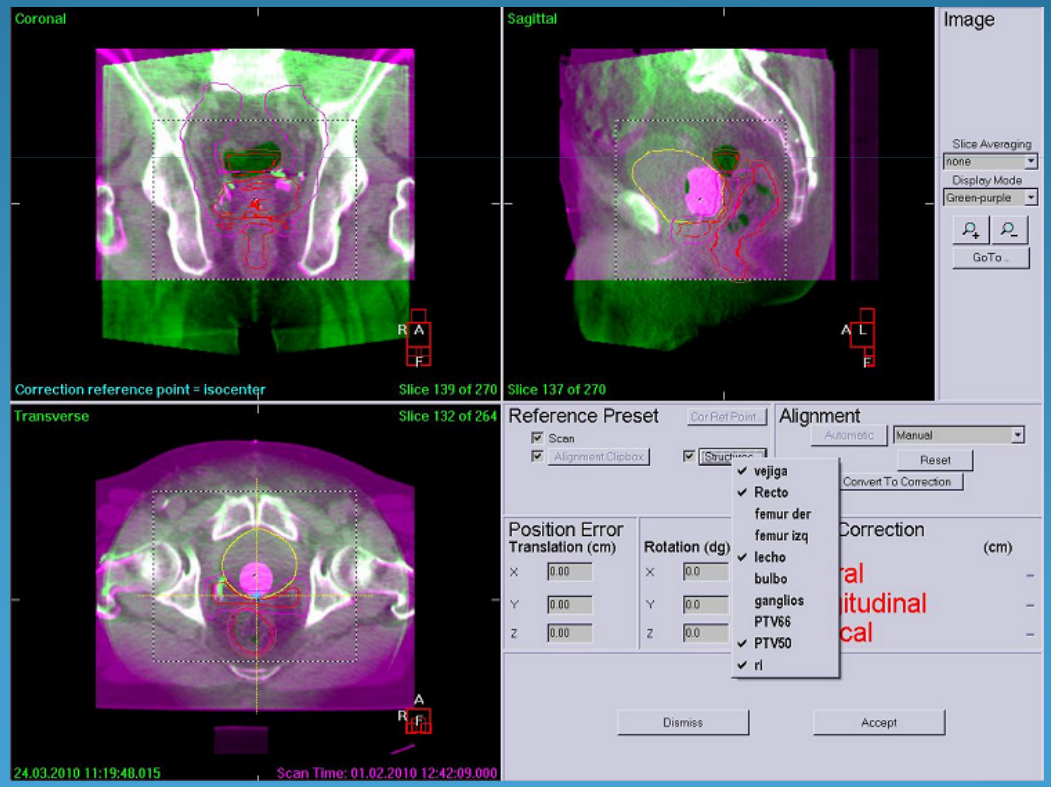
- Filtros: admite el F0 y el F1
- F1 es una conformación adicional al campo que produce menos dosis en piel y reduce la saturación del panel y la aparición de artefactos en la imagen. Sirve para localizaciones en las que hay que definir bien la separación piel-aire.
- F0 es un filtro nulo

# XVI

- El operador, desde el control del acelerador, puede generar la radiación de kV usando un programa informático llamado XVI y pisando el pedal habilitado para ello
- El tubo genera rayos-X que son proyectados como imágenes planares en el detector al otro lado de la mesa de tratamiento

# XVI

- Entonces el XVI adquiere imágenes bajo el control del programa adecuado. A partir de ellas reconstruye las imágenes volumétricas que serán comparadas con el CT de simulación

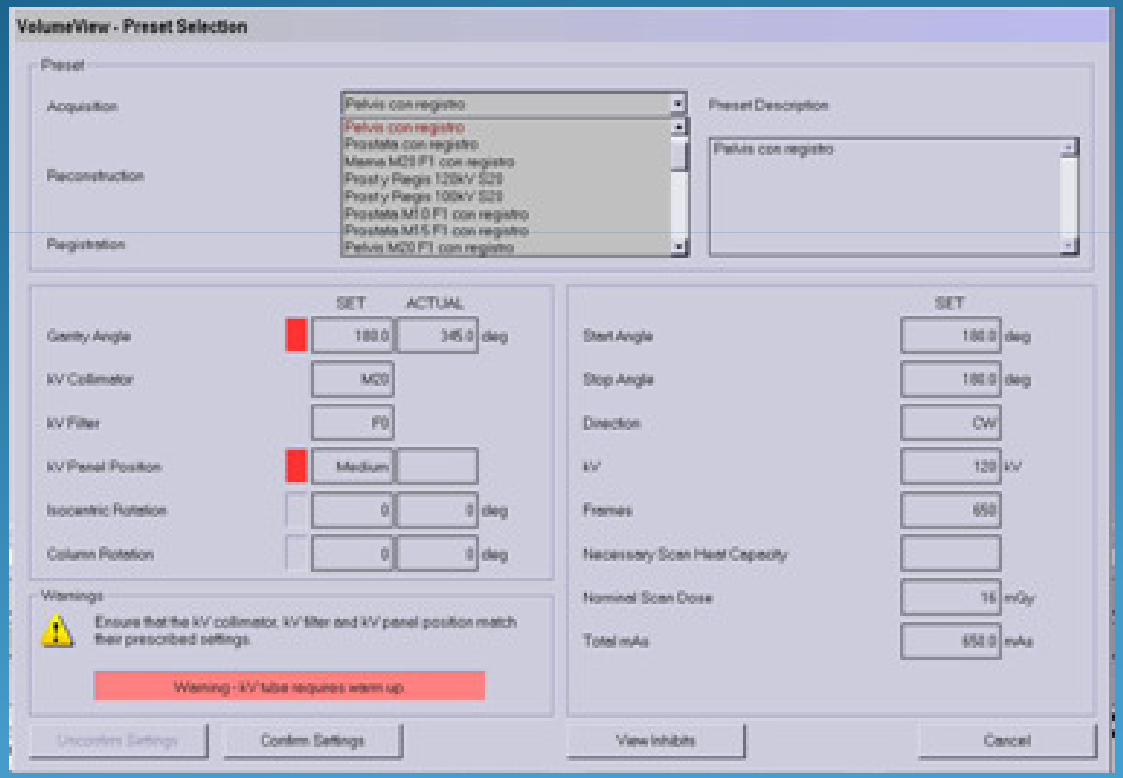


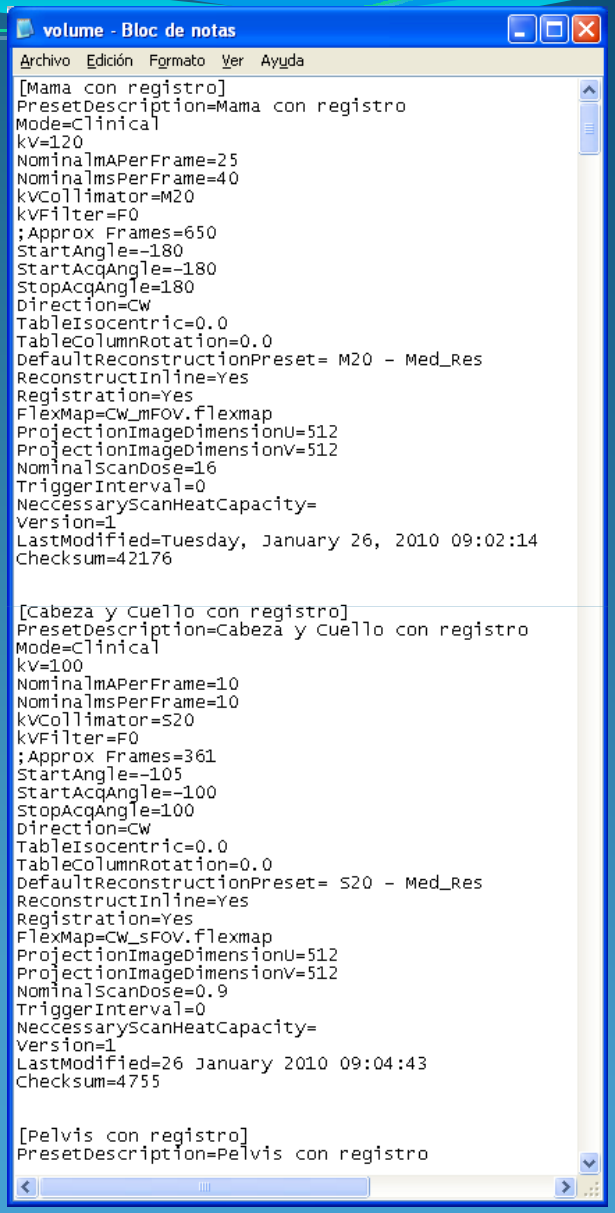
# XVI

- Hay tres modos de adquisición:
  - Planar View ™
  - Motion View ™
  - Volume View ™
- En función del tipo de adquisición y de la localización de la lesión, el operador elige una serie de parámetros que se hallan pregrabados en los “presets”

# XVI

- presets


VolumeView - Preset Selection
Preset
Acquisition
Reconstruction
Registration
Pelvis con registro
Preset Description
Pelvis con registro
SET
ACTUAL
Gantry Angle
180.0
345.0
deg
kV Collimator
M20
kV Filter
F0
kV Panel Position
Medium
Isocentric Rotation
0
0
deg
Column Rotation
0
0
deg
Warnings
Ensure that the kV collimator, kV filter and kV panel position match their prescribed settings.
Warning - kV tube requires warm up
SET
Start Angle
180.0
deg
Stop Angle
180.0
deg
Direction
CW
kV
120
kV
Frames
650
Nominal Scan Dose
16
mGy
Total mAs
650.0
mAs
Uncontrol Settings
Confirm Settings
View Inhibits
Cancel

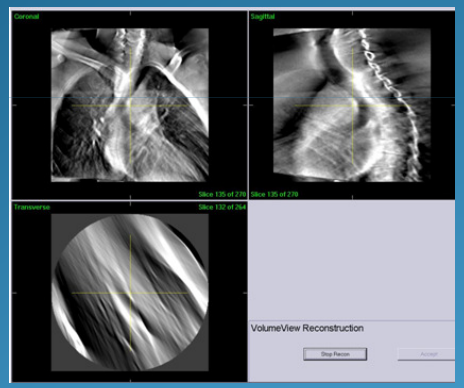

volume - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
[Mama con registro]
PresetDescription=Mama con registro
Mode=Clinical
kV=120
NominalmAPerFrame=25
NominalmsPerFrame=40
kVCollimator=M20
kVFilter=F0
;Approx Frames=650
StartAngle=-180
StartAcqAngle=-180
StopAcqAngle=180
Direction=CW
TableIsocentric=0.0
TableColumnRotation=0.0
DefaultReconstructionPreset= M20 - Med_Res
ReconstructInline=Yes
Registration=Yes
FlexMap=CW_mFOV.flexmap
ProjectionImageDimensionU=512
ProjectionImageDimensionV=512
NominalScanDose=16
TriggerInterval=0
NeccessaryScanHeatCapacity=
Version=1
LastModified=Tuesday, January 26, 2010 09:02:14
Checksum=42176
[Cabeza y Cuello con registro]
PresetDescription=Cabeza y Cuello con registro
Mode=Clinical
kV=100
NominalmAPerFrame=10
NominalmsPerFrame=10
kVCollimator=S20
kVFilter=F0
;Approx Frames=361
StartAngle=-105
StartAcqAngle=-100
StopAcqAngle=100
Direction=CW
TableIsocentric=0.0
TableColumnRotation=0.0
DefaultReconstructionPreset= S20 - Med_Res
ReconstructInline=Yes
Registration=Yes
FlexMap=CW_sFOV.flexmap
ProjectionImageDimensionU=512
ProjectionImageDimensionV=512
NominalScanDose=0.9
TriggerInterval=0
NeccessaryScanHeatCapacity=
Version=1
LastModified=26 January 2010 09:04:43
Checksum=4755
[Pelvis con registro]
PresetDescription=Pelvis con registro

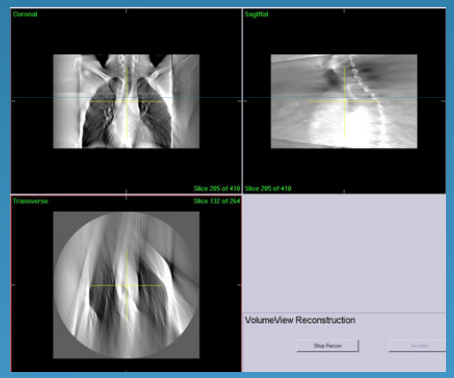
# XVI

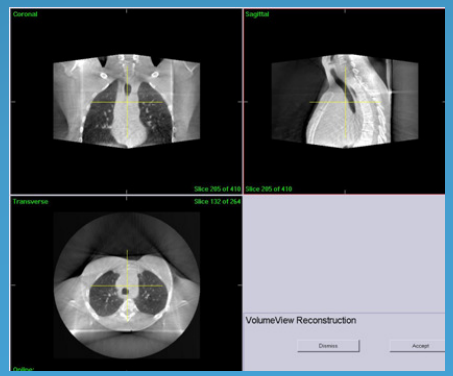
- Planar View ™: XVI adquiere una sola imagen estática promediando una serie de registros
- Motion View ™: XVI adquiere una serie de imágenes bien con el brazo estático o en rotación. Esta película muestra el movimiento de los órganos

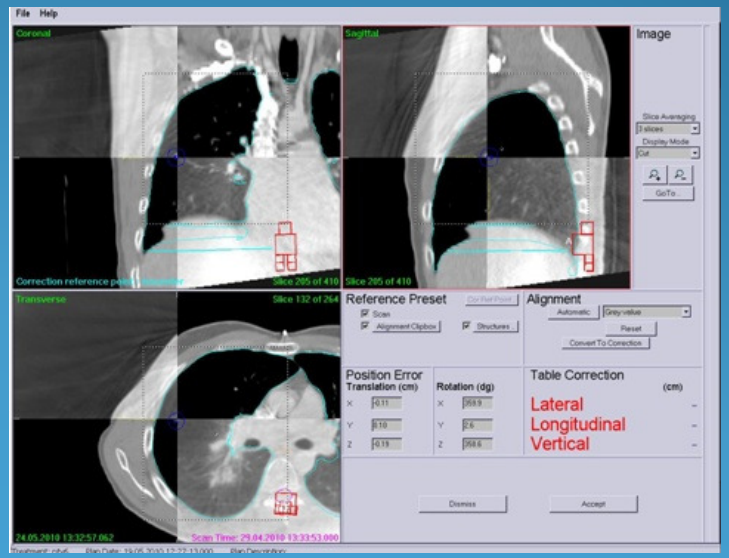
# XVI

- Volume View ™: XVI adquiere un conjunto de imágenes mientras el brazo rota (mín 187.5°, máx 360°). Una adquisición de 360° recoge unas 650 imágenes. XVI analiza las imágenes y reconstruye los volúmenes en 3D para ser comparados con el CT de simulación



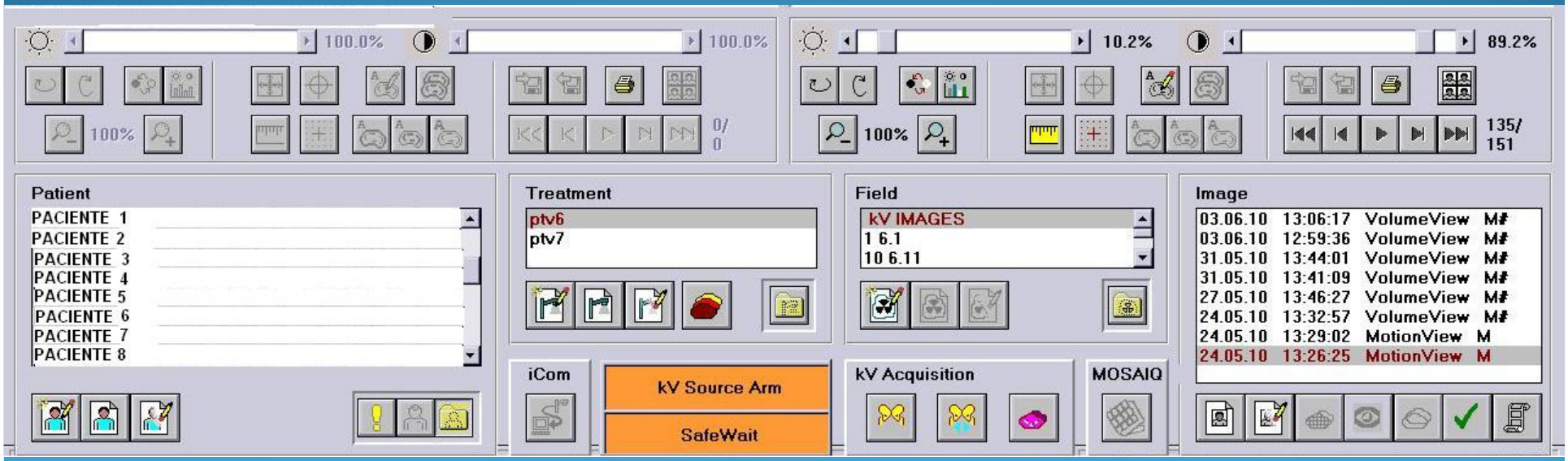



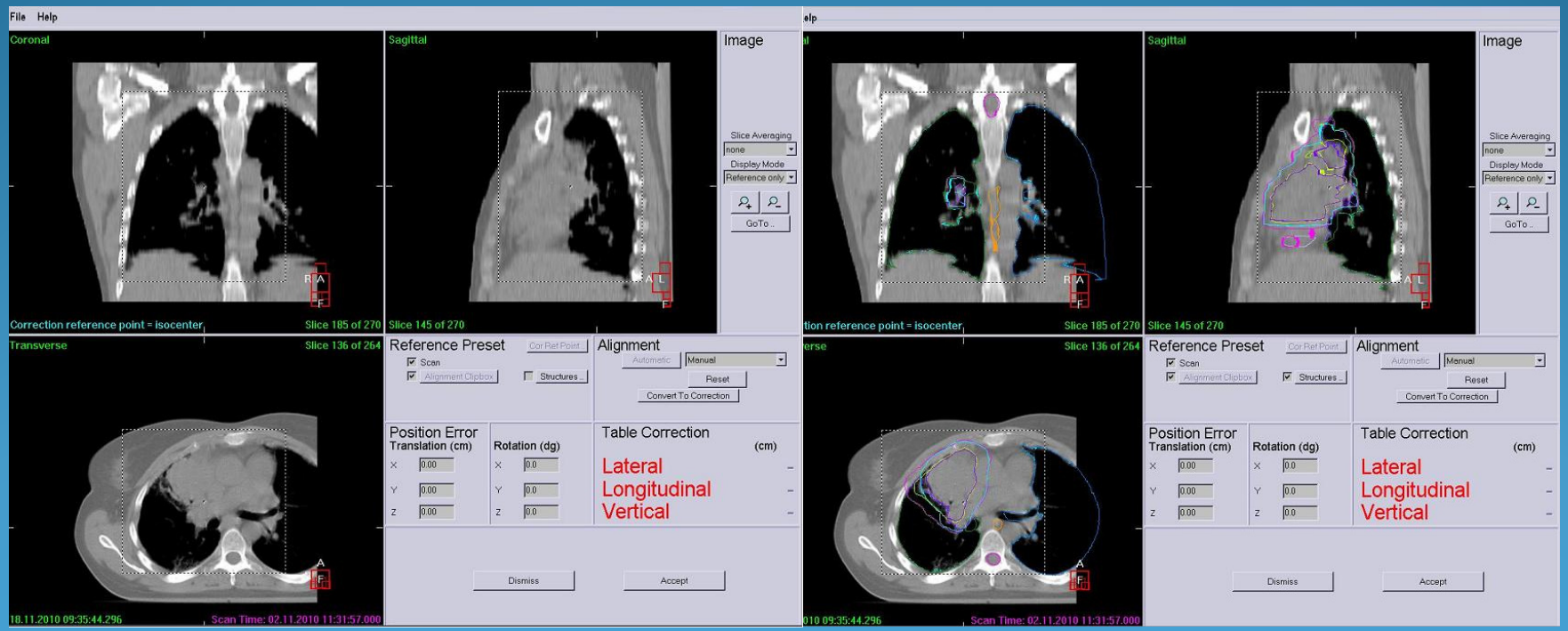
# XVI
# Manejo del programa

- Para un paciente dado se crean uno o varios tratamientos. Dentro de cada tratamiento, uno o varios campos y, para cada campo, una o varias imágenes.



# XVI
# Manejo del programa

- Las imágenes con los contornos y la coordenada del isocentro se envían desde el planificador. En XVI se importan y se acota la zona en 3D en la que se quiere hacer reconstrucción



# XVI
# Manejo del programa

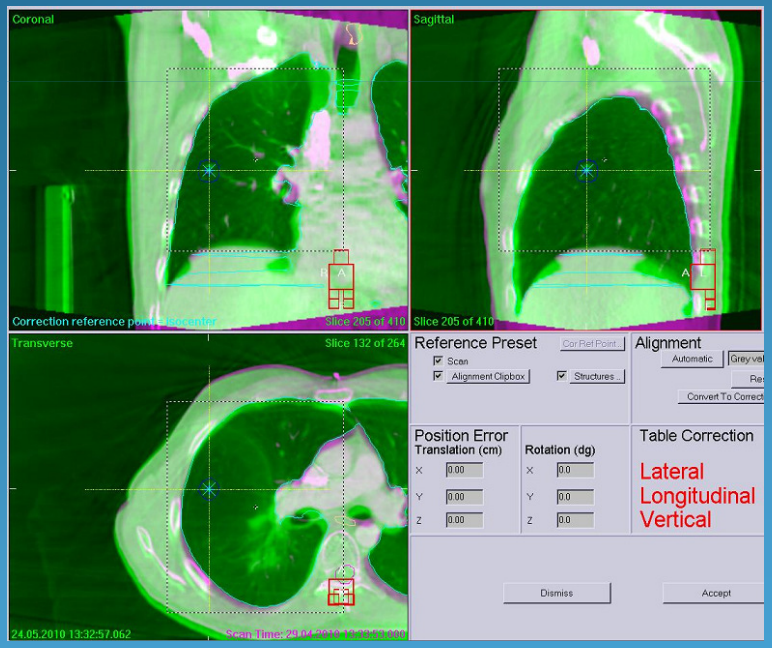
- Una vez colocado el paciente en la posición de tratamiento y ajustadas las coordenadas del isocentro se obtiene una adquisición 3D (Volume View). Para ello se elige el preset adecuado y se pisa el pedal de RX  a la vez que se hace girar el brazo del acelerador

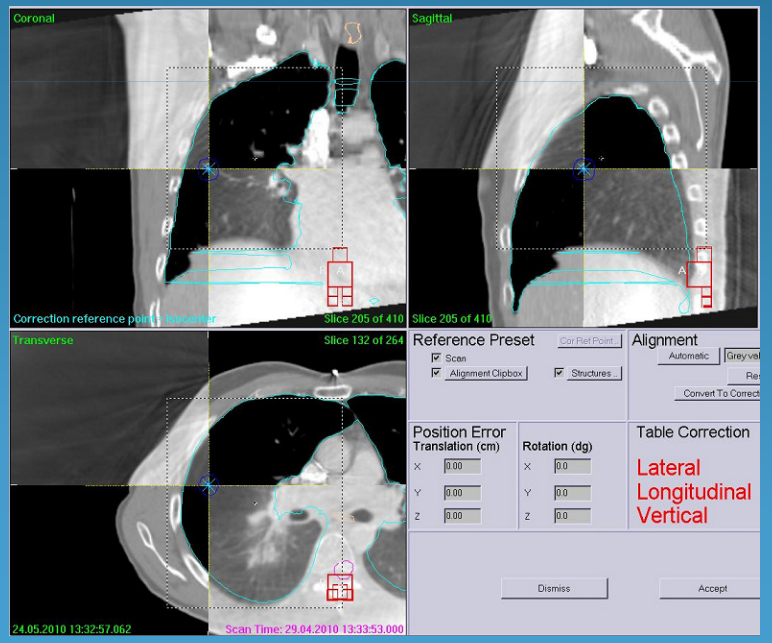
# XVI
# Manejo del programa

- XVI superpone la reconstrucción con el CT de simulación y los alinea automáticamente, bien casando valores de grises o hueso con hueso. También se puede hacer manualmente. El usuario puede ver los dos conjuntos de imágenes en verde y morado o ambas por zonas o cada una por su lado, siempre con los contornos de PTV y OAR delineados en su momento

# XVI
# Manejo del programa

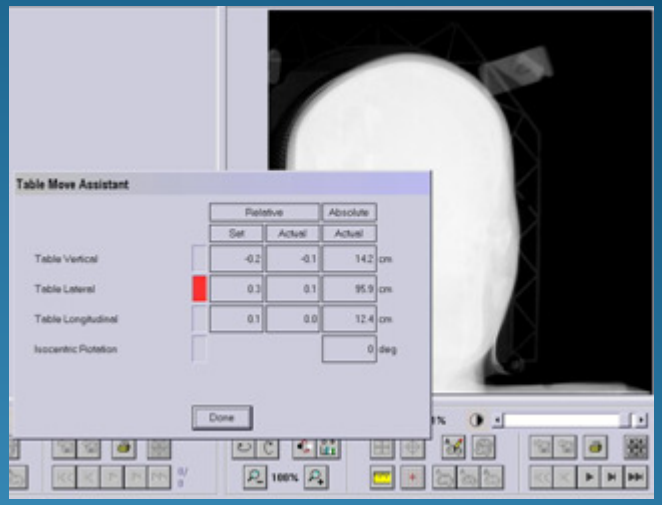
## Ejemplo sin alinear

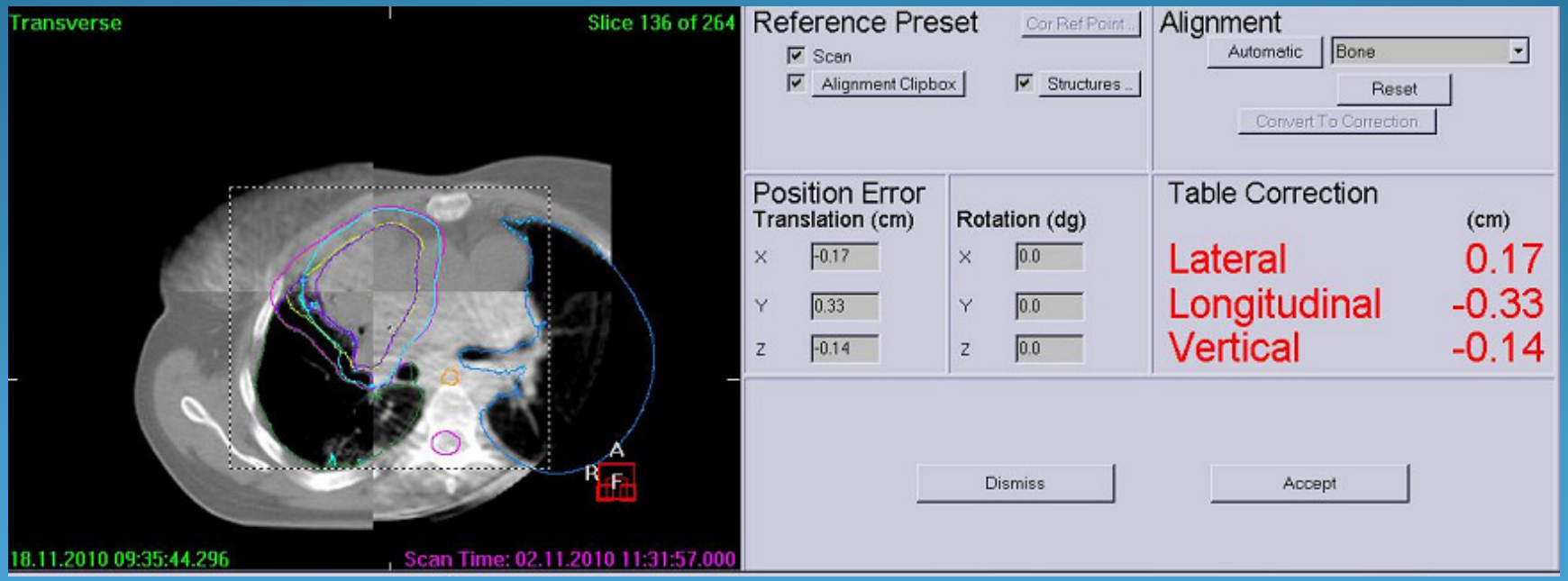


# XVI
# Manejo del programa

- Cuando la alineación es aceptable, se anotan los desplazamientos de mesa requeridos y se corrigen automáticamente desde el control. Si los desplazamientos han sido mayores de 5 mm se repite el registro.



# Pros y contras de los sistemas de imagen

- Las imágenes en 2D:
- PROS:

Detectan errores de posicionamiento importantes

- CONTRAS:

Mala calidad de imagen

Sólo visualizan estructuras óseas o fiduciales,

No adecuadas para detectar rotaciones

- Las imágenes en 3D:
- PROS

Calidad de imagen,

Identifican los tejidos blandos

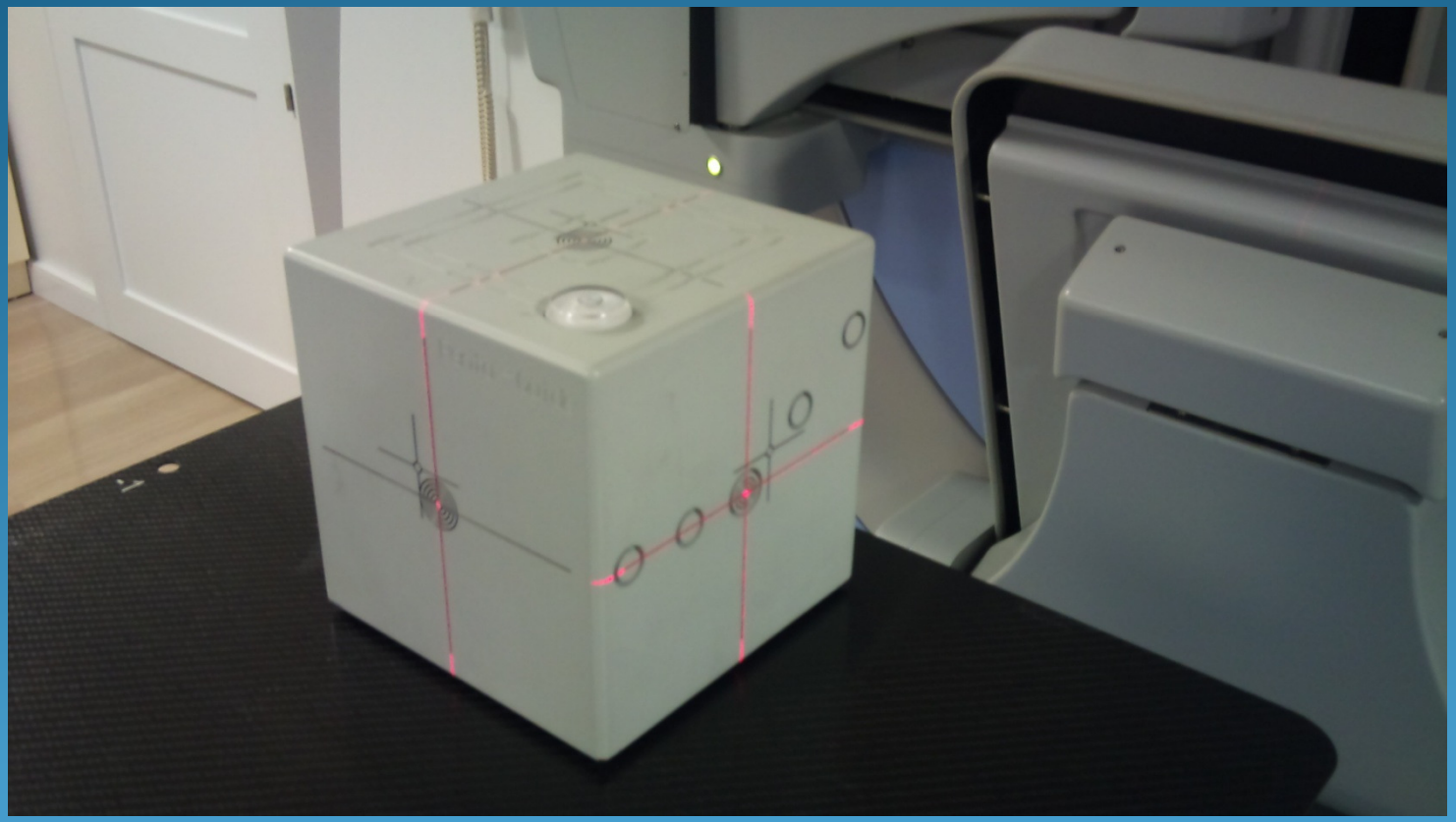
- CONTRAS

Incapaces de detectar movimientos intrafracción

Aumentan el tiempo de tratamiento

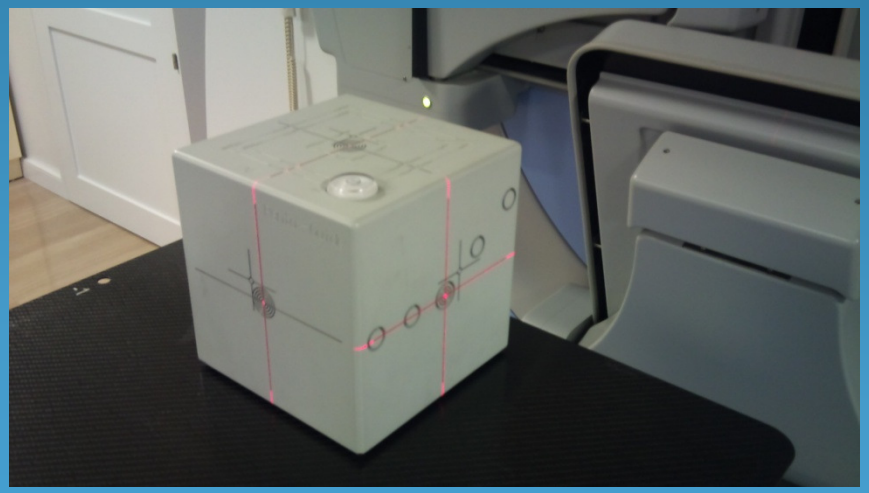
# Control de calidad

- Maniquí Quasar Penta-Guide



# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

- Está diseñado para el control de calidad de los sitemas de imagen, incluyendo las pruebas de registro y alineación de los sistemas de kV y MV y la alineación del isocentro para CBCT



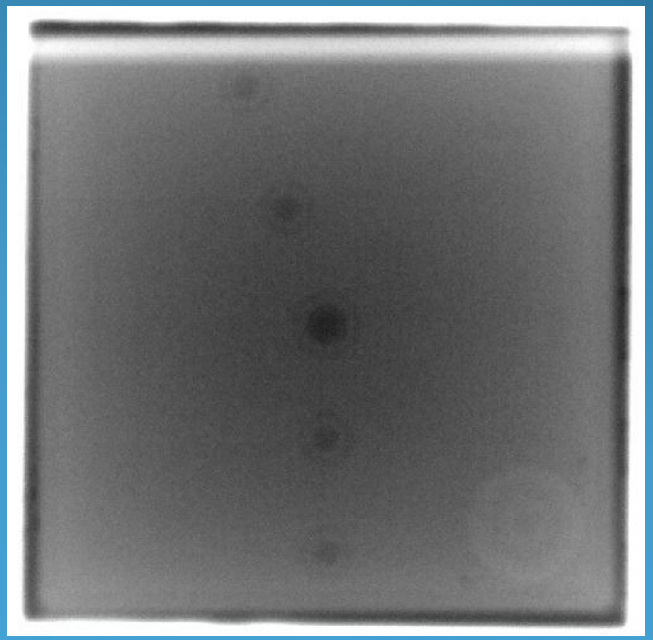
# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

- Cada cara del cubo lleva el nombre de la posición correspondiente a un paciente en decúbito supino

# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

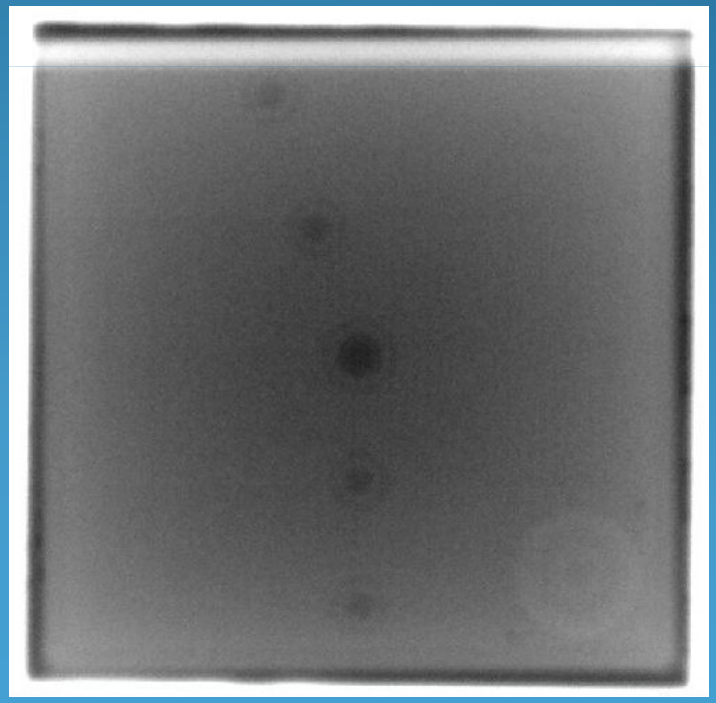
- Dentro del cubo hay 5 esferas huecas. Para cada esfera hay sendos anillos en las caras posterior e izquierda del cubo, dispuestos de tal modo que en las imágenes AP y R-Lat debe aparecer la imagen de la esfera rodeada por el anillo

La esfera hueca da suficiente contraste en kV y MV a la vez que evita artefactos en la reconstrucción 3D



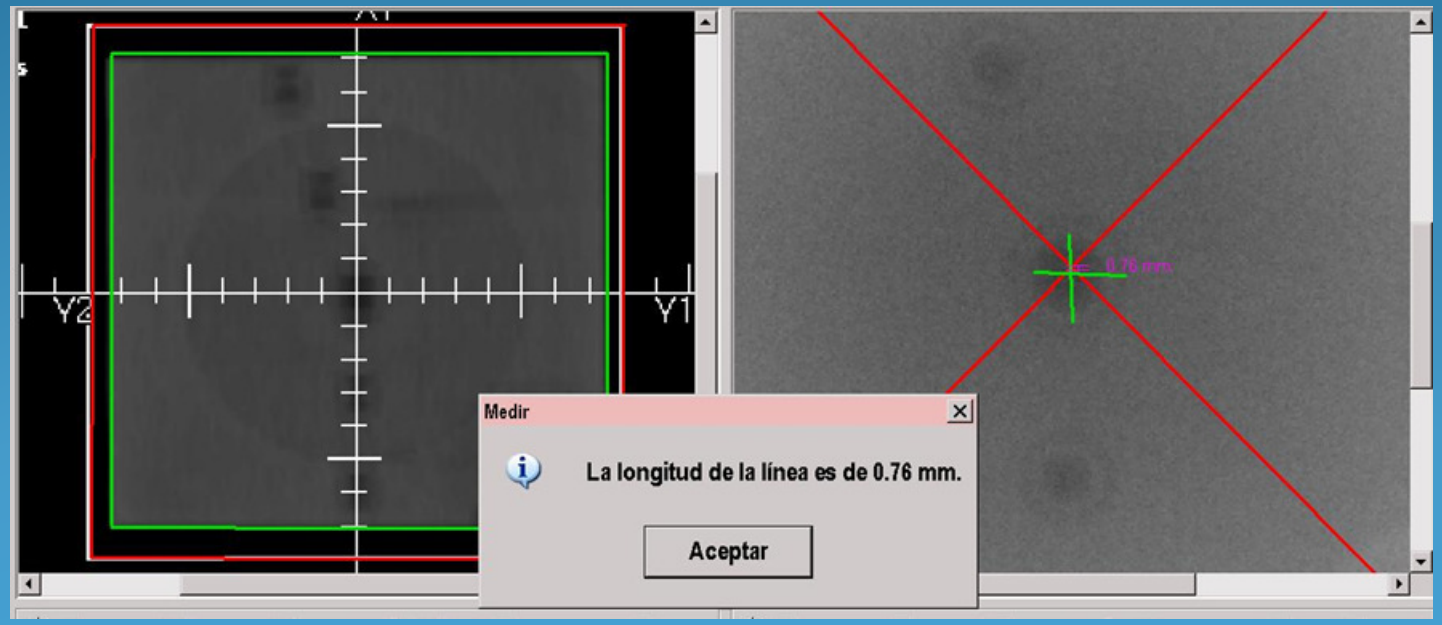
# Control de calidad
## Maniquí Quasar Penta-Guide

- La esfera central mide 1.2 cm de diámetro y las demás, repartidas por el cubo, miden 0.8 cm
- Los anillos se alinean con las esferas siempre que la DFI sea de 100 cm



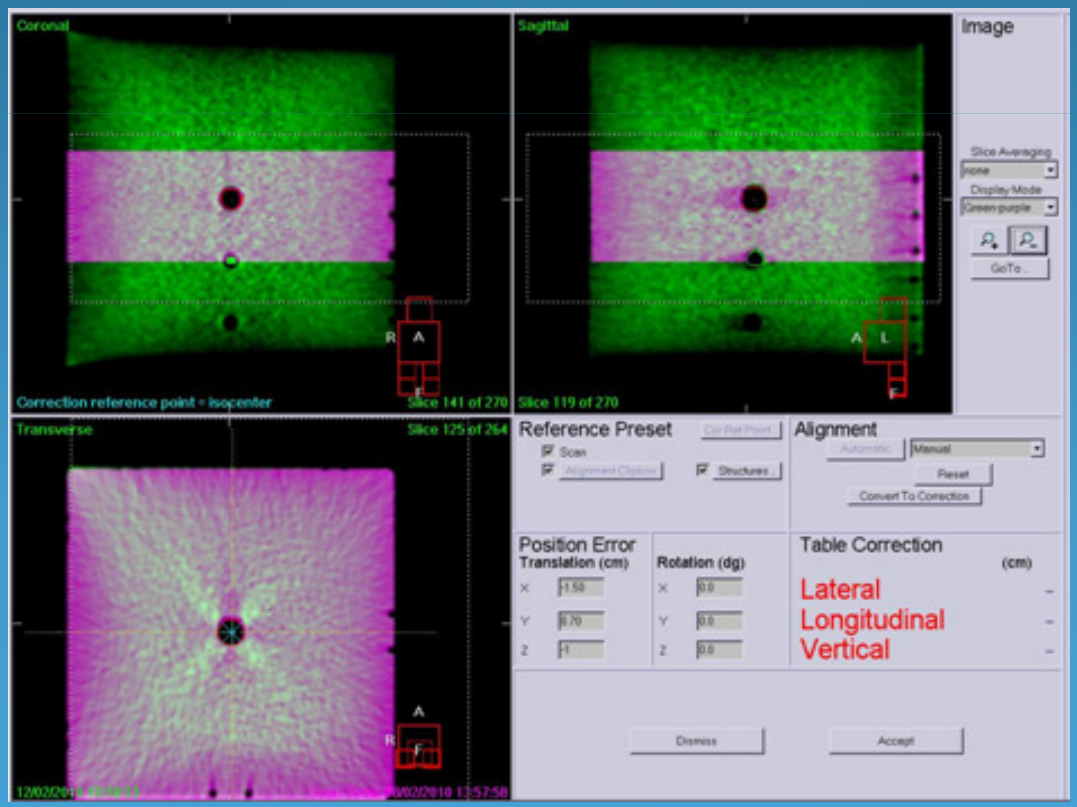
# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

- La esfera central del cubo debe coincidir con el isocentro de la máquina. Las desviaciones se pueden medir en cada una de las placas AP t R-Lat adquiridas



# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

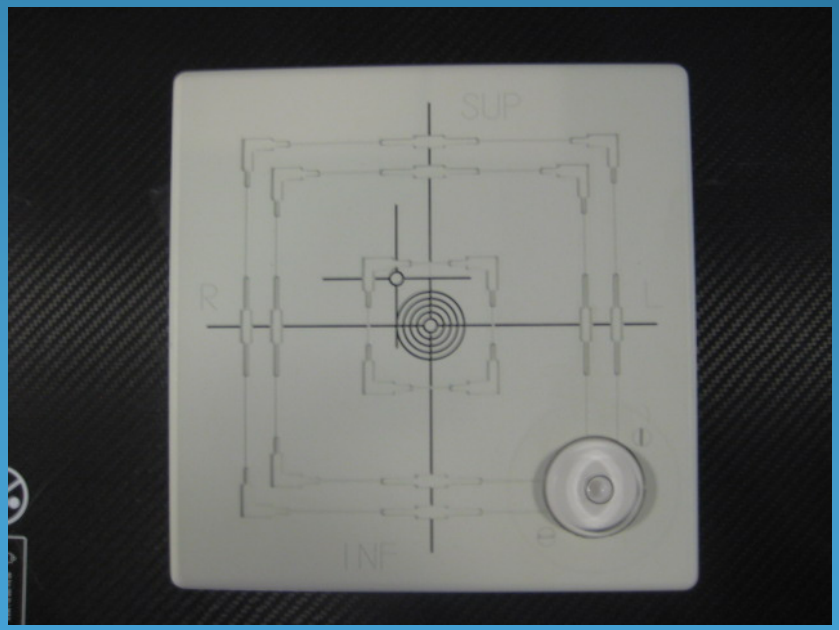
- El registro de las imágenes de CBCT de las esferas con las imágenes del CT del cubo enviado desde el planificador se usa para medir los desplazamientos del isocentro del sistema CBCT respecto al isocentro de planificación



# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

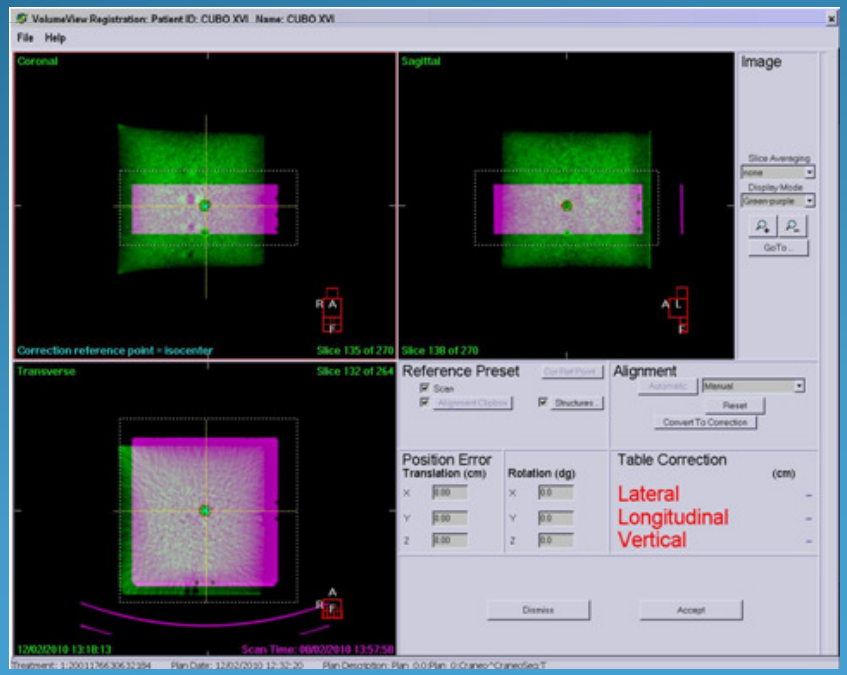
- Las hendiduras muestran, a escala 92/100, la proyección luminosa de los campos de 4x4 $cm^2$, 10x10 $cm^2$ y 12x12 $cm^2$. Presentan barras de tolerancia de 1 mm y 2 mm

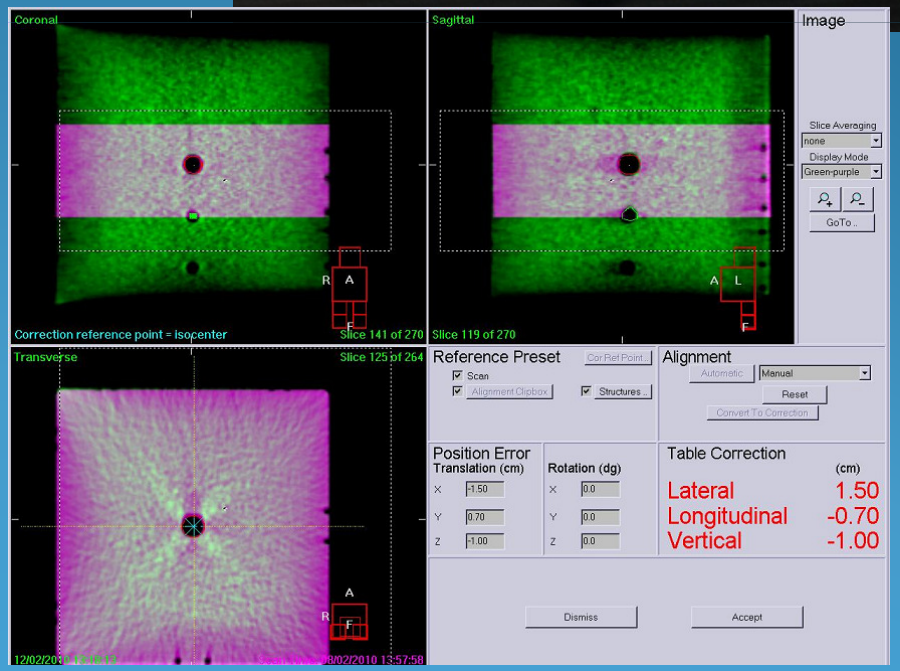
Las circunferencias concéntricas en los ejes miden de diámetro 2, 4, 6, 8 y 10 mm (no escalados) y sirven para ver la alineación respecto a los láseres



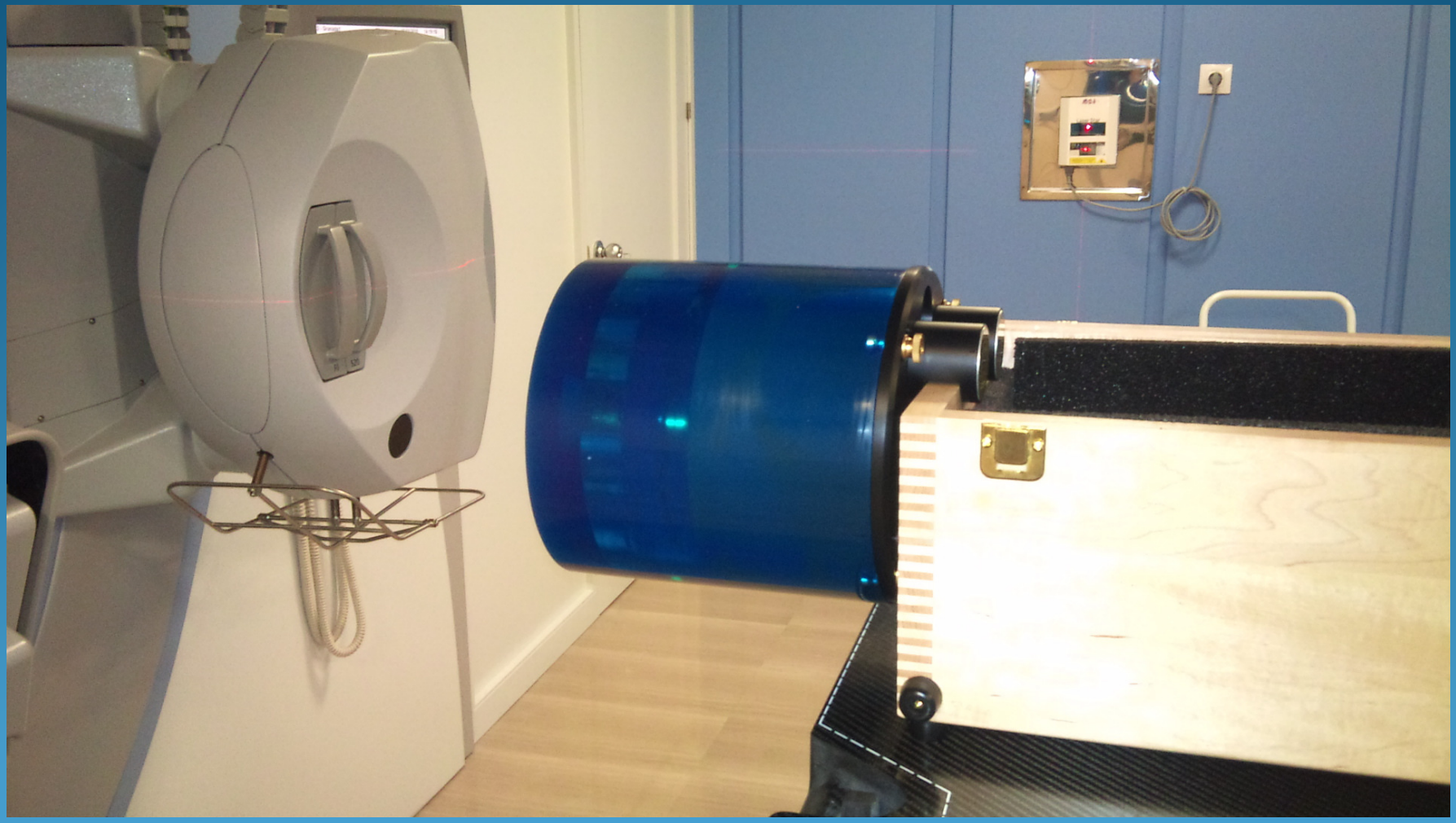
# Control de calidad
# Maniquí Quasar Penta-Guide

- Crucetas excéntricas: están dibujadas a una distancia conocida (-1.0, 1.5, -0.7) del isocentro y sirven para la comprobación del desplazamiento correcto de la mesa



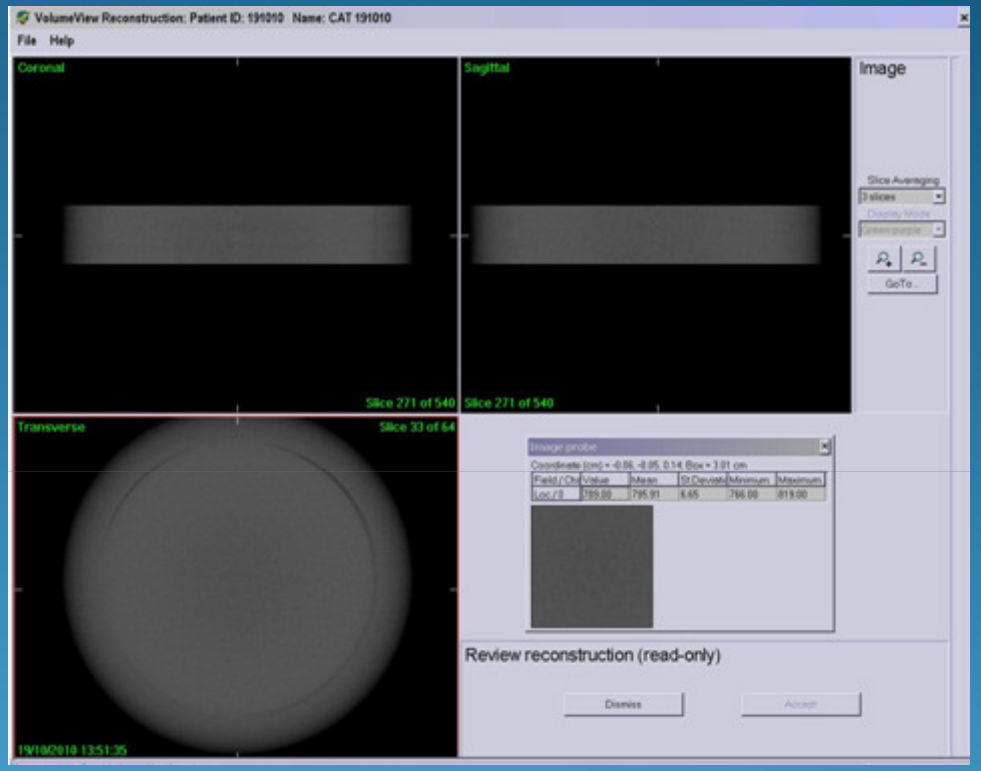



# Control de calidad
# Maniquí Catphan



# Control de calidad Maniquí Catphan

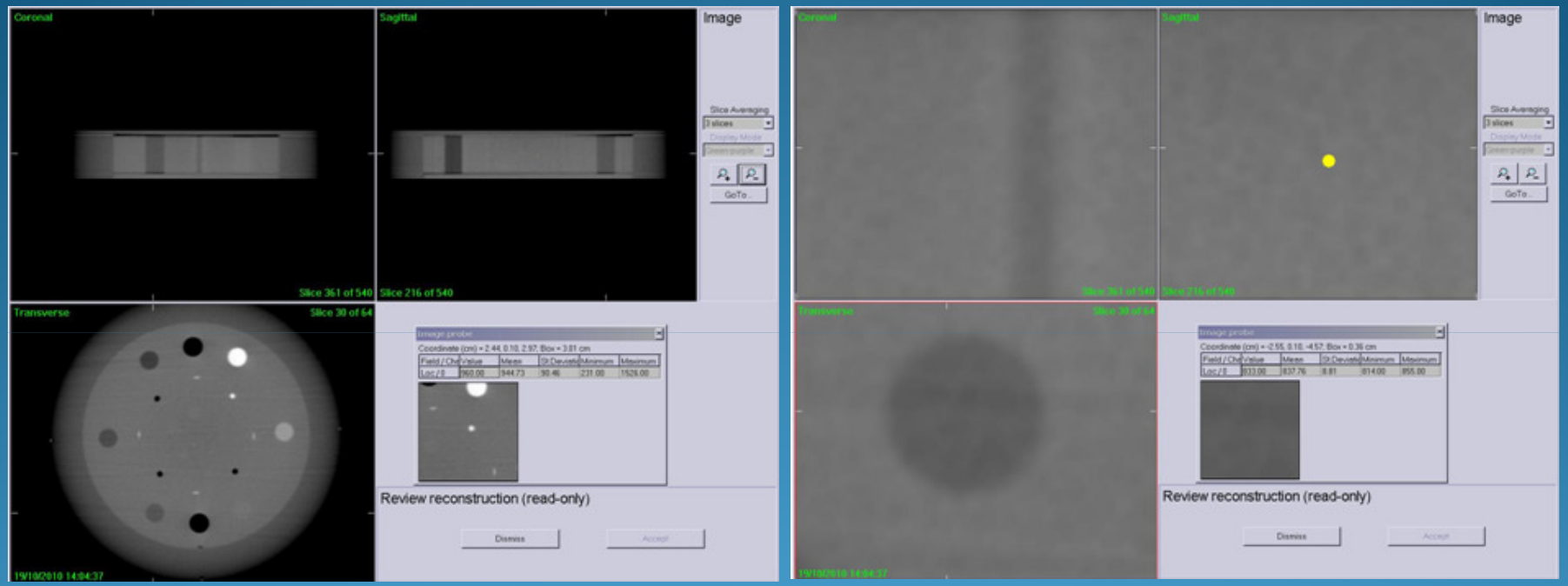
- Uniformidad.
  Tolerancia ‹ 1.5%




| sección | Mean pixel value | Máxima diferencia porcentual |
|---|---|---|
| centro | 800.85 | (mean(max)-mean(min))/mean(max)x100 = 0.6% |
| Zona 1 | 805.51 | |
| Zona 2 | 804.54 | |
| Zona 3 | 804.25 | |

# Control de calidad
# Maniquí Catphan

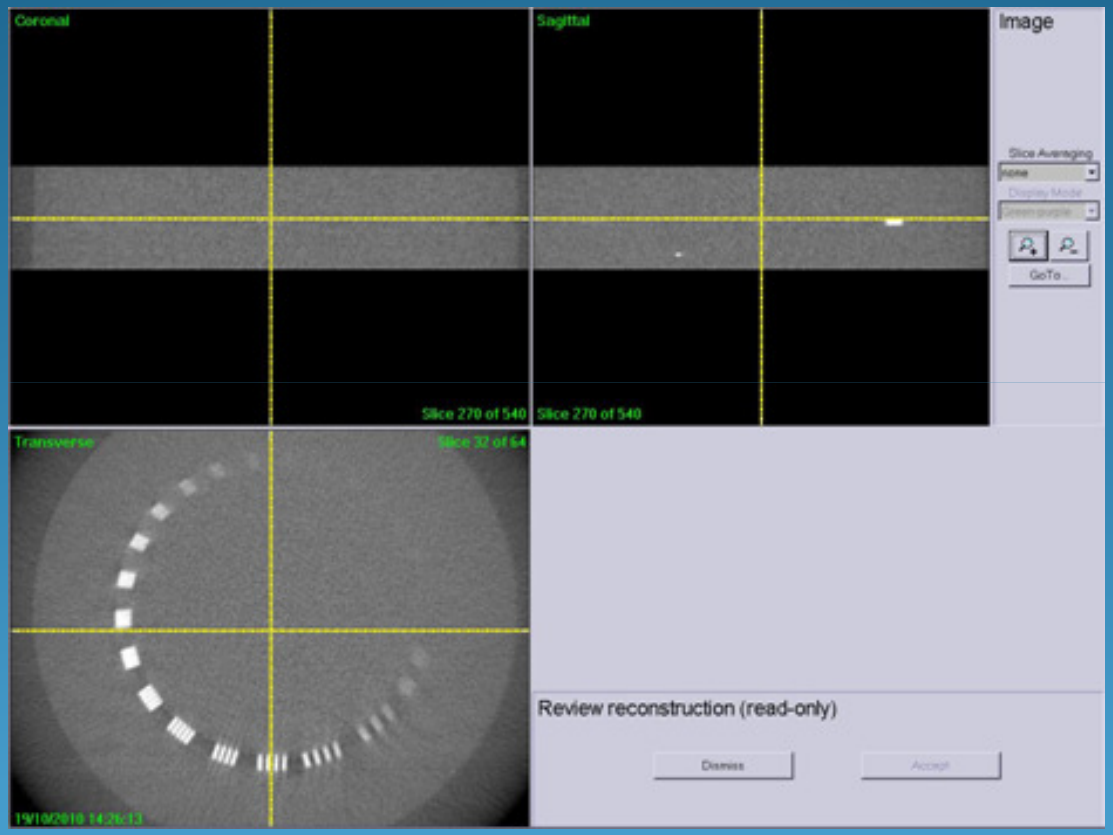
- Visibilidad 3D de bajo contraste. Tolerancia ‹ 1.5%




| Material | Mean pixel value (mean) | Desviación estándar SD | H.U. (CT # est) |
|---|---|---|---|
| Poliestireno | 838.61 | 9.00 | -35 |
| LDPE | 801.06 | 8.23 | -100 |
| Valor de Visibilidad a bajo contraste | $\frac{(CT_{pol}-CT_{LDPE})/10}{\left\{\frac{(Mean_{pol}-Mean_{LDPE})}{(SD_{pol}+SD_{LPDE})/2}\right\}} = 1.49$ | | |

# Control de calidad
# Maniquí Catphan

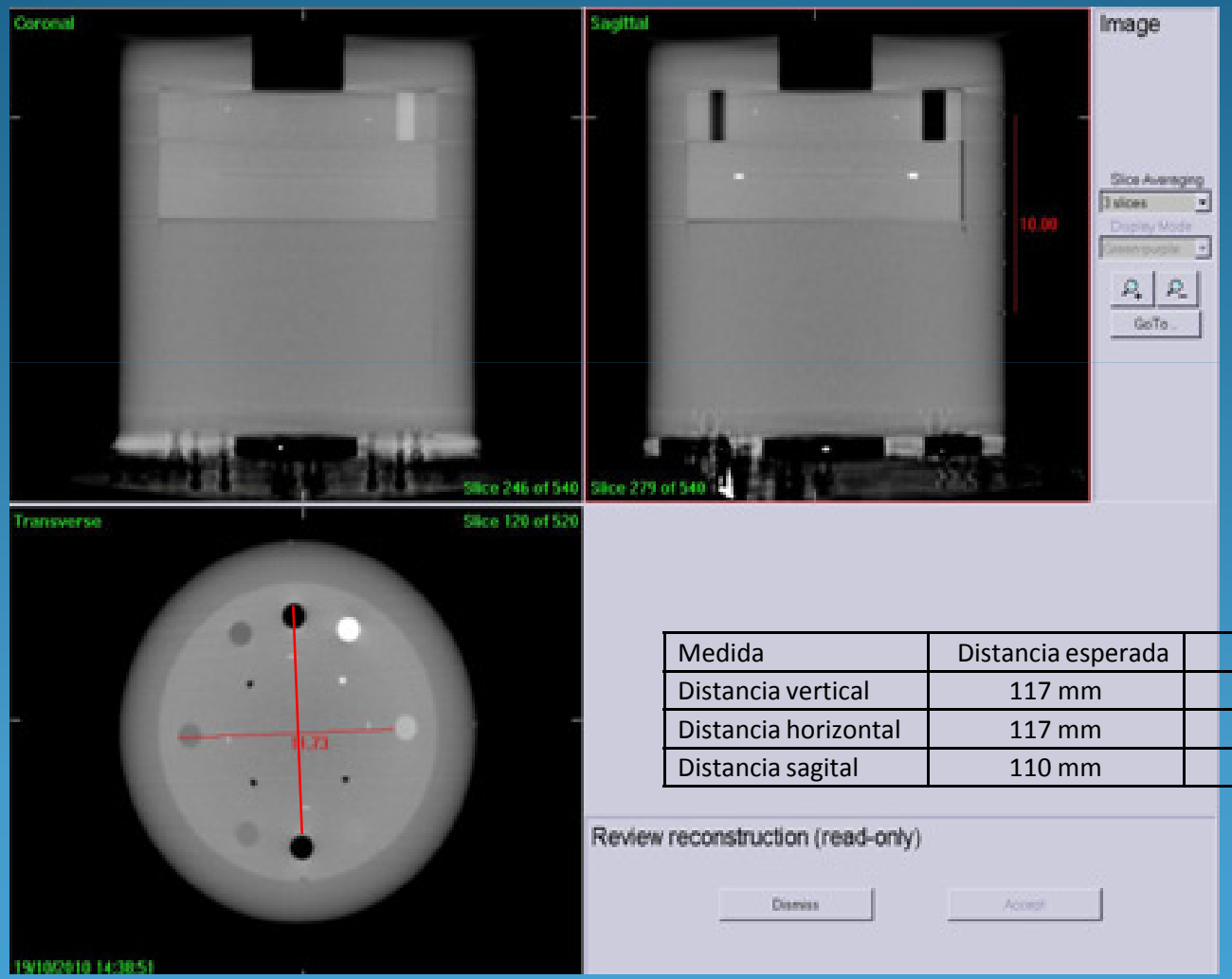
- Resolución espacial 3D. Tolerancia = 10 pl/cm




| | resultados |
|---|---|
| Corte nº (sup) | 30 |
| Corte nº (inf) | 38 |
| Nº de pares de líneas visibles | 11 |

# Control de calidad
# Maniquí Catphan

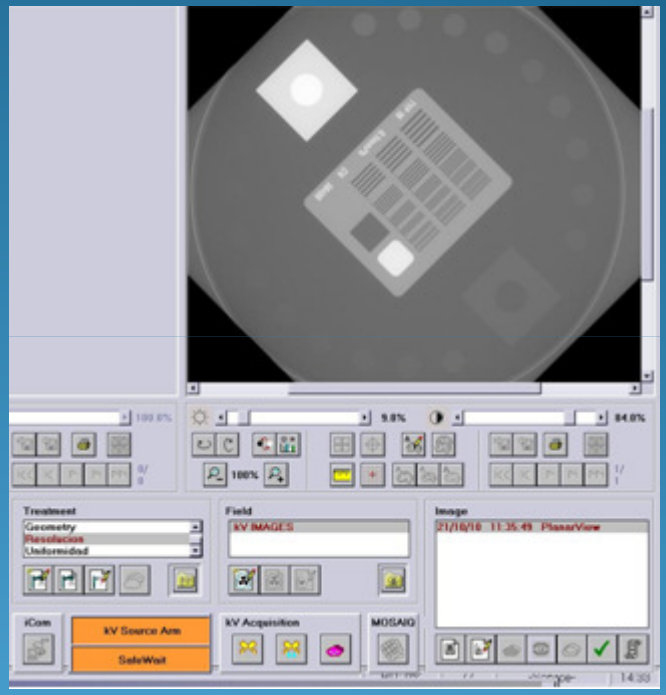
- Escalas vertical, horizontal y sagital. Tolerancia = 1.04 mm (4 pixs)




| Medida | Distancia esperada | Distancia medida |
|---|---|---|
| Distancia vertical | 117 mm | 117.7 mm |
| Distancia horizontal | 117 mm | 117.3 mm |
| Distancia sagital | 110 mm | 100 mm |

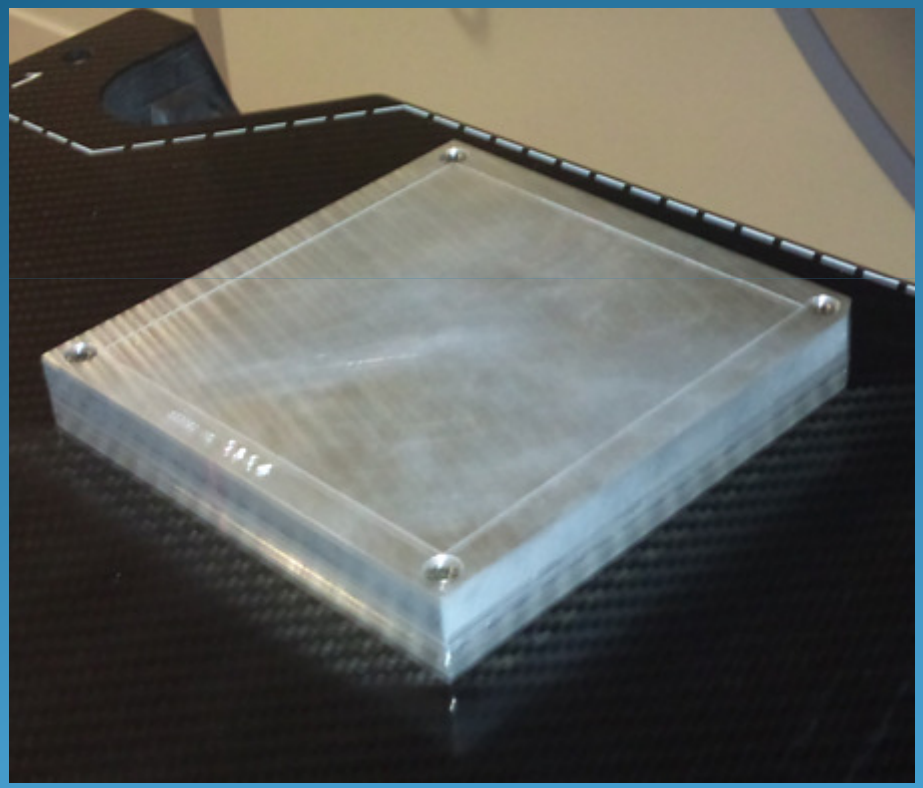
# Control de calidad
# Maniquí TOR 18FG

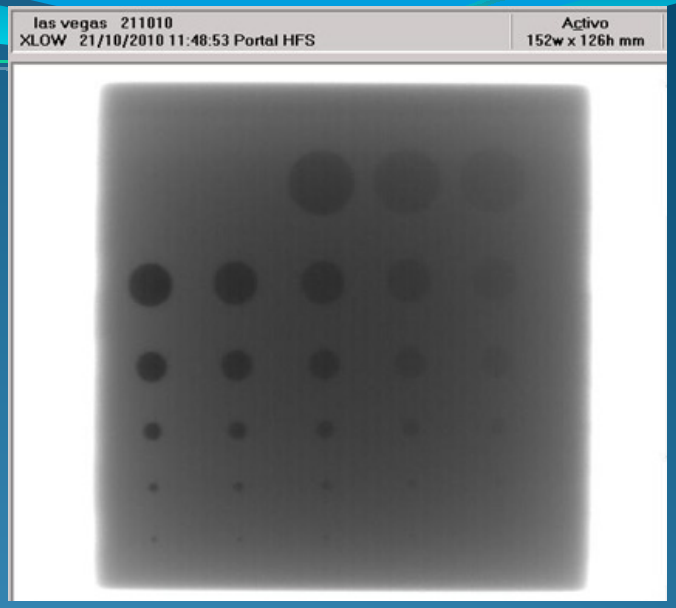
- Visibilidad a bajo contraste y resolución espacial 2D

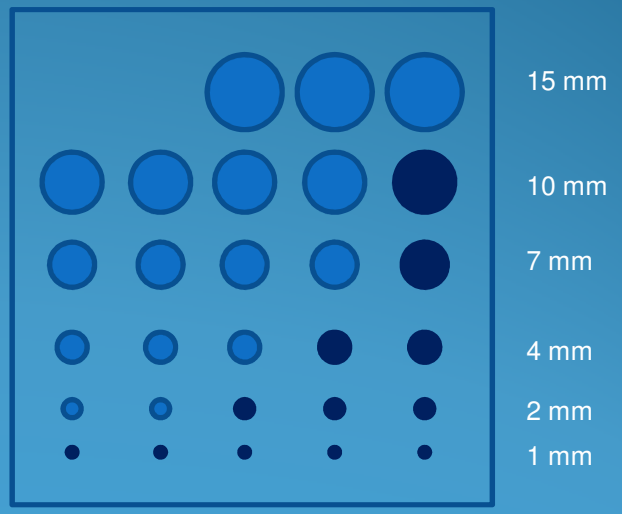


| | resultados | especificaciones |
|---|---|---|
| nº de discos visibles | 15 | > 12 |
| nº de grupos de frecuencia visibles | 13 | > 10 |

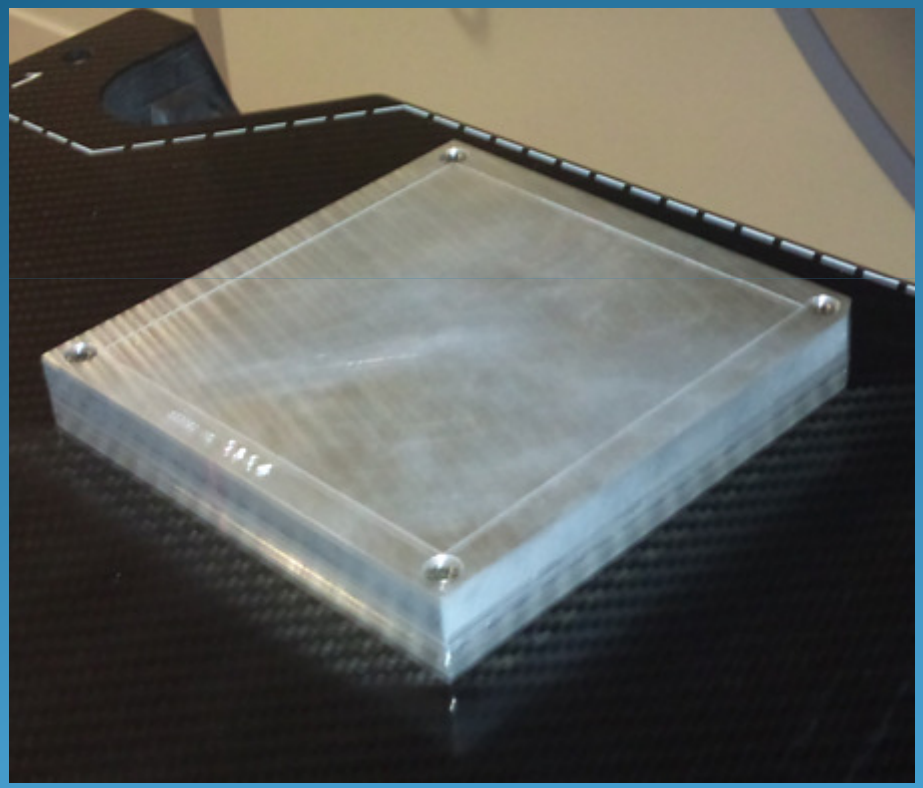
# Control de calidad
# Maniquí Las Vegas

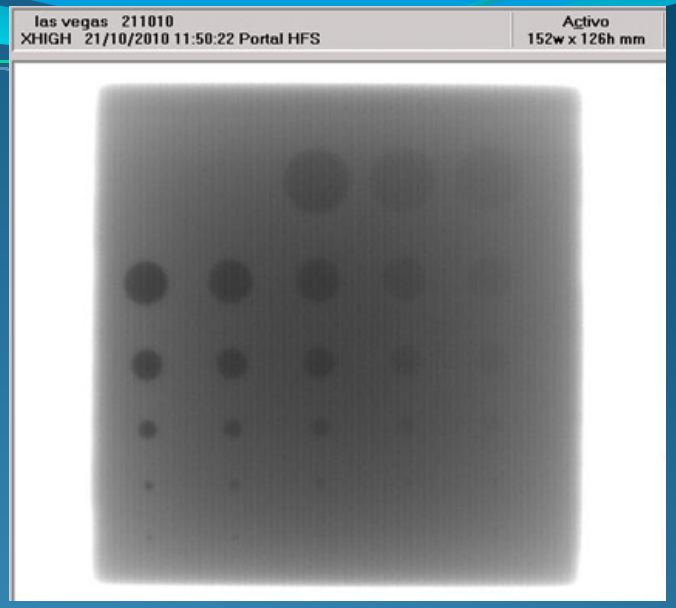


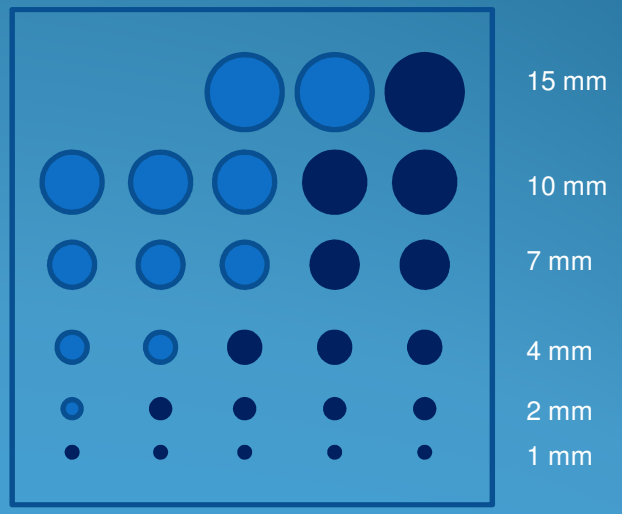


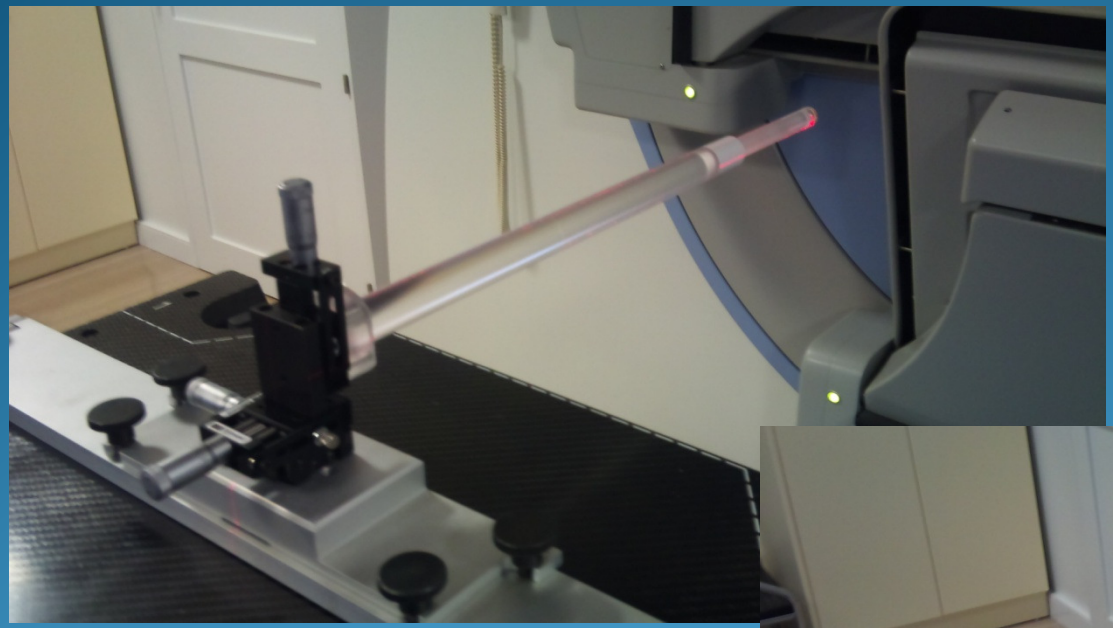
# Control de calidad
# Maniquí Las Vegas

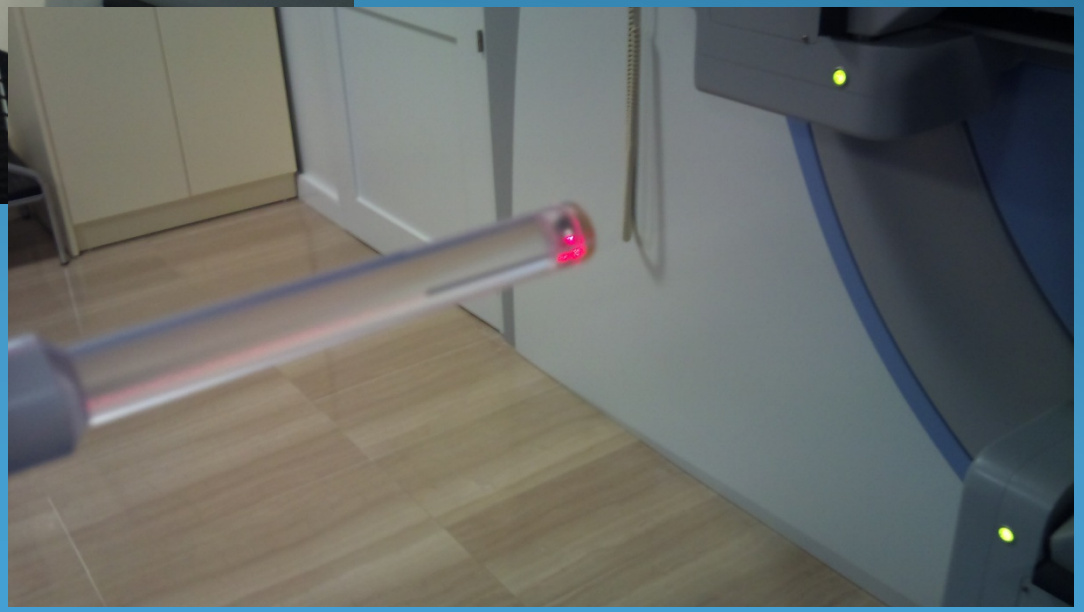




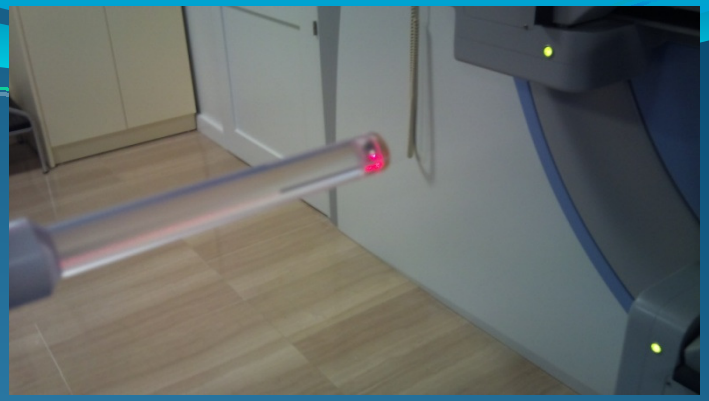



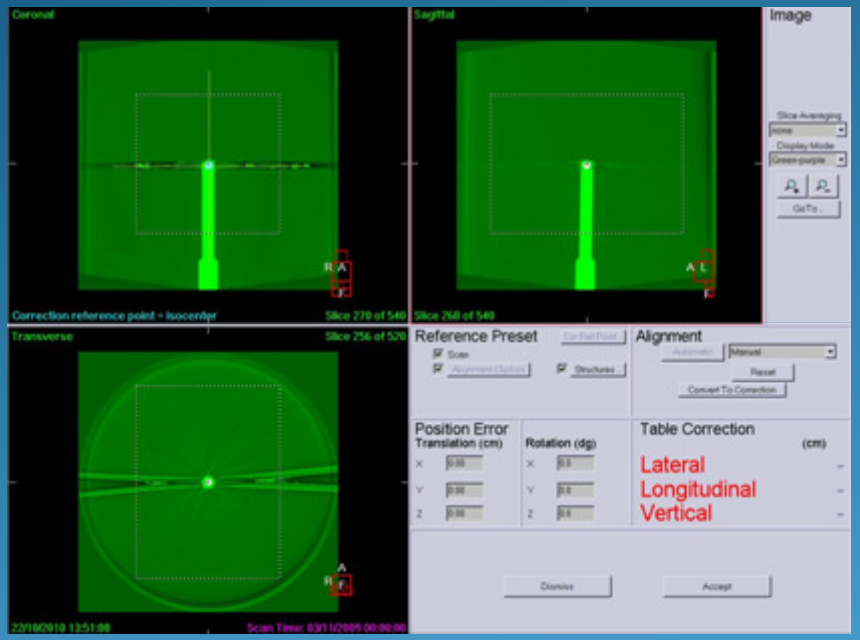
# Control de calidad
# Maniquí BallBearing (bolita)

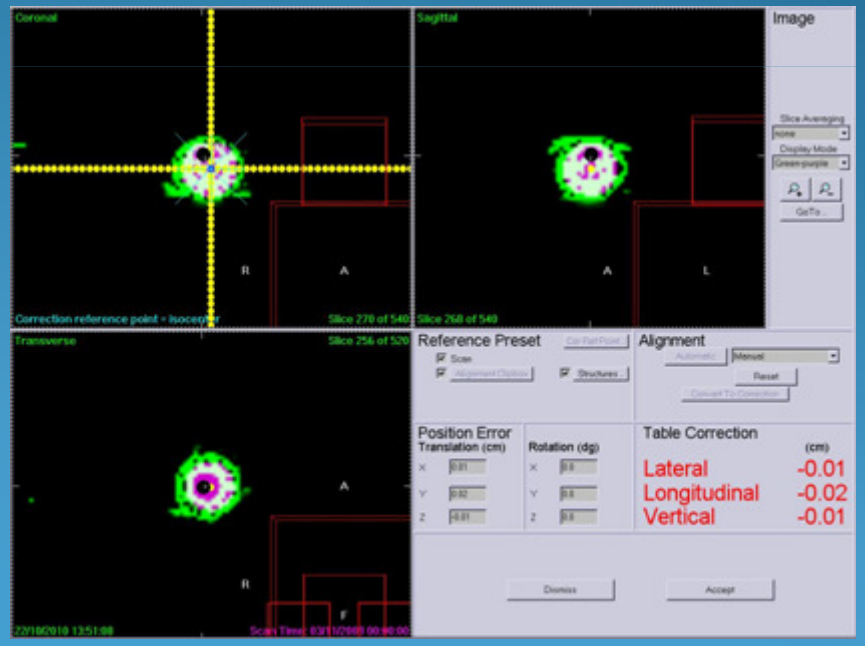




# Control de calidad
# Maniquí BallBearing (bolita)

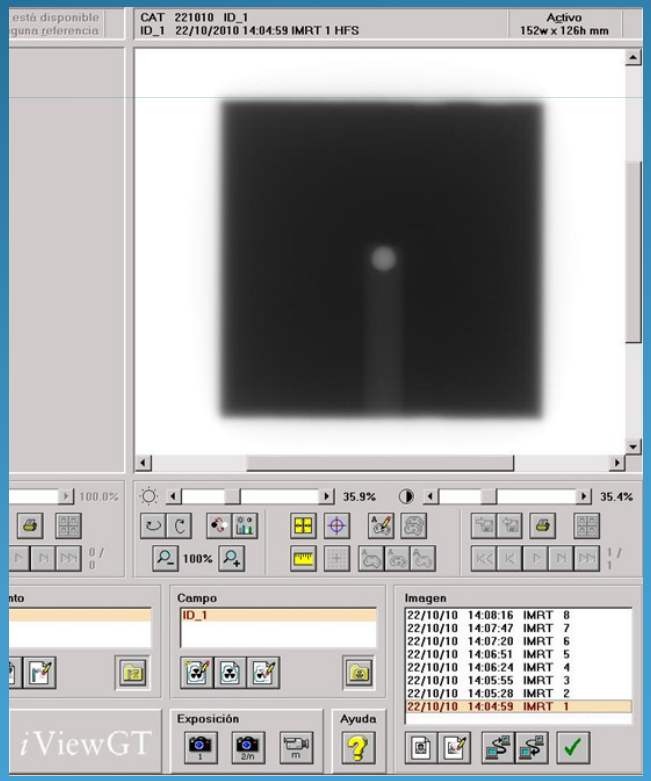


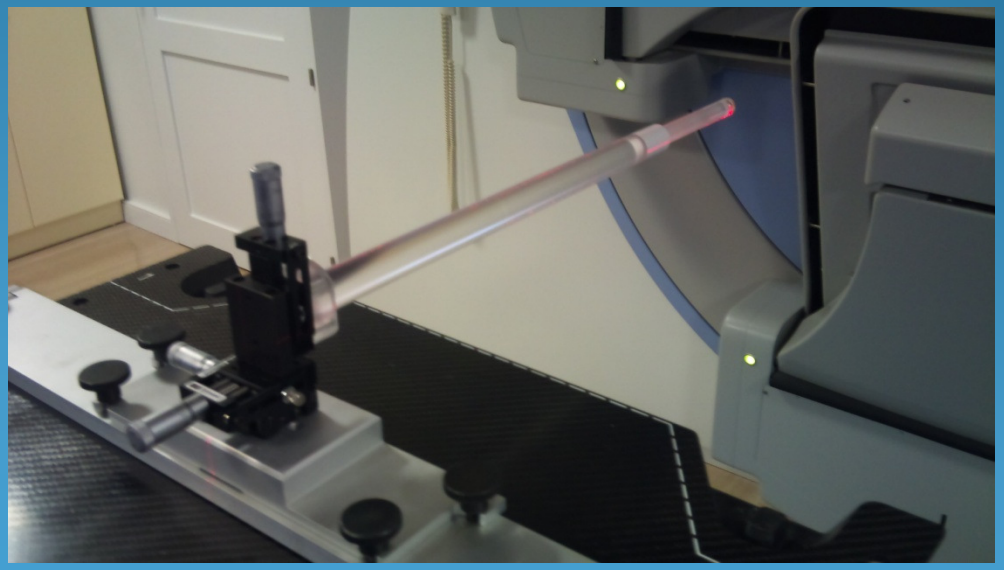


# Control de calidad
# Maniquí BallBearing (bolita)

- Diferencia entre los registros de kV y MV
- Consiste en la adquisición con MV de 8 placas en modo IMRT con 8 segmentos
- Se envían a XVI y se comparan automáticamente

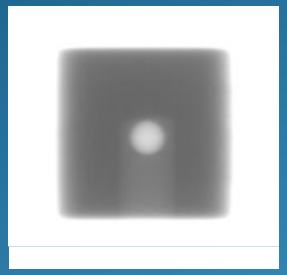


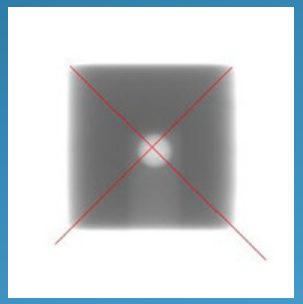



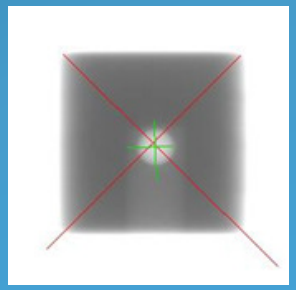
# Control de calidad
# Maniquí BallBearing (bolita)

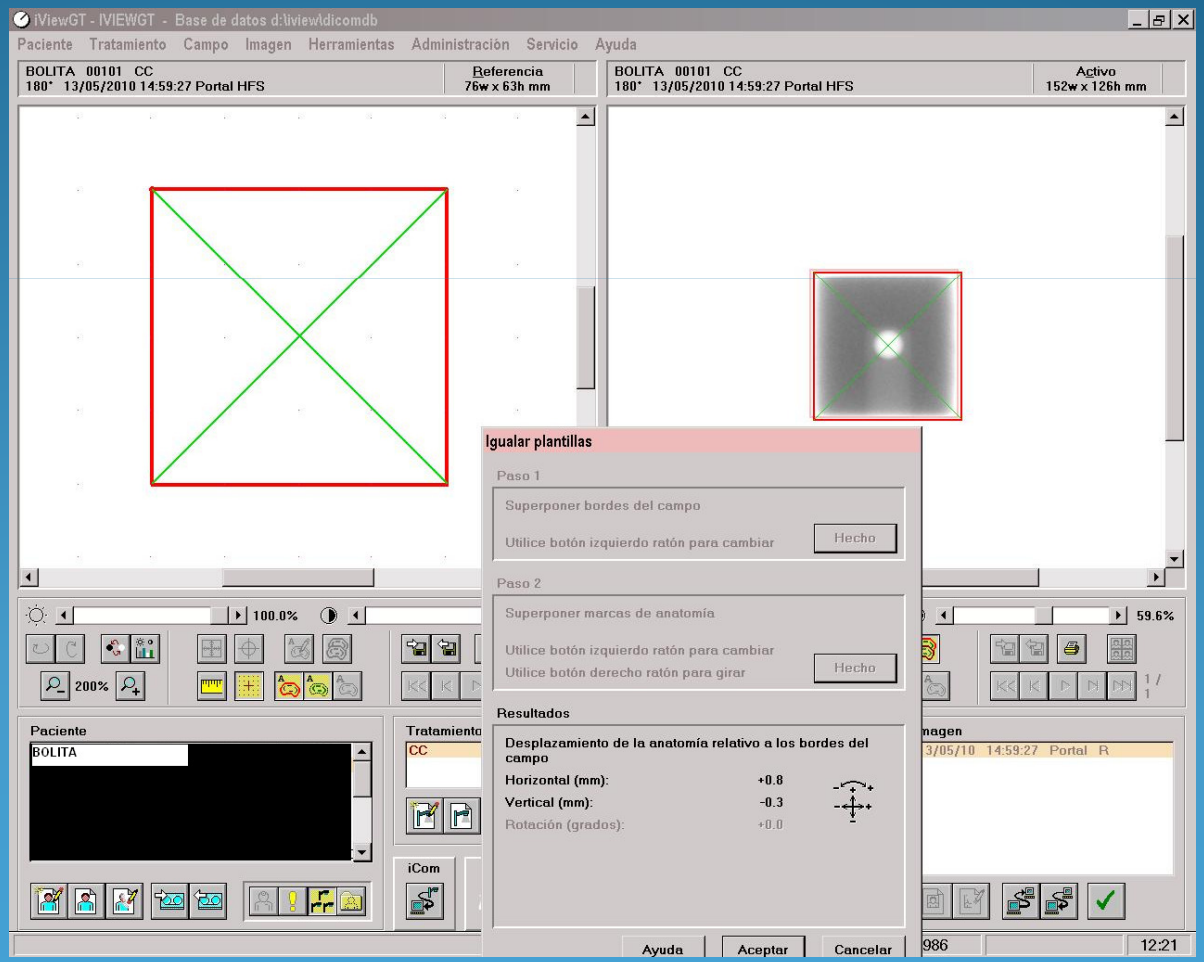
- Precisión geométrica 2D para MV

  Tolerancia ‹ 1 mm









# Características del sistema de IGRT de Elekta

## Aplicación clínica, control de calidad, ventajas e inconvenientes

Gregorio J. Arregui Castillo
Especialista en Radiofísica Hospitalaria
ONCOSUR – Granada. Grupo CROASA.