

Protocolos de control de calibración de los tomógrafos

Edgardo Garrigó

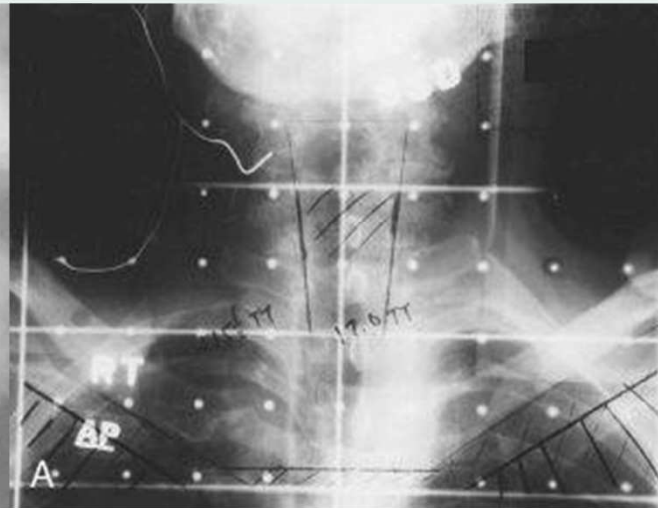
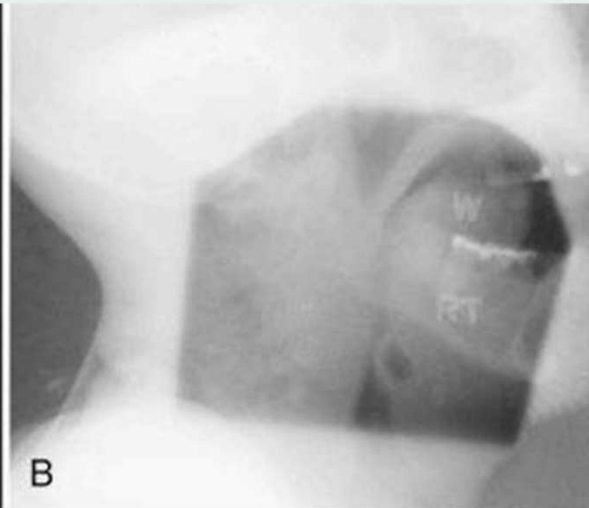
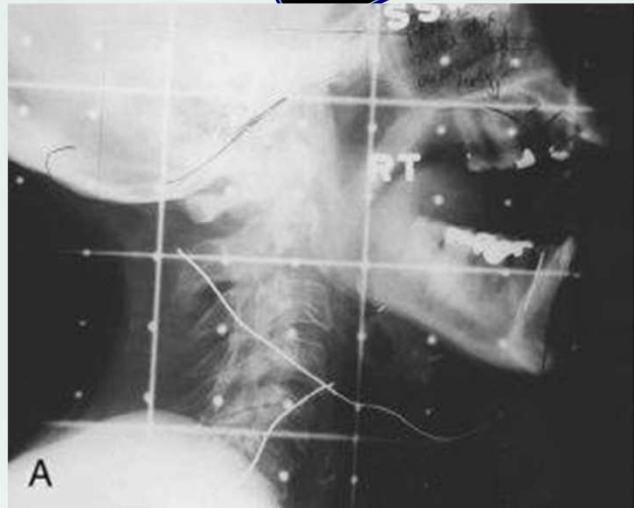
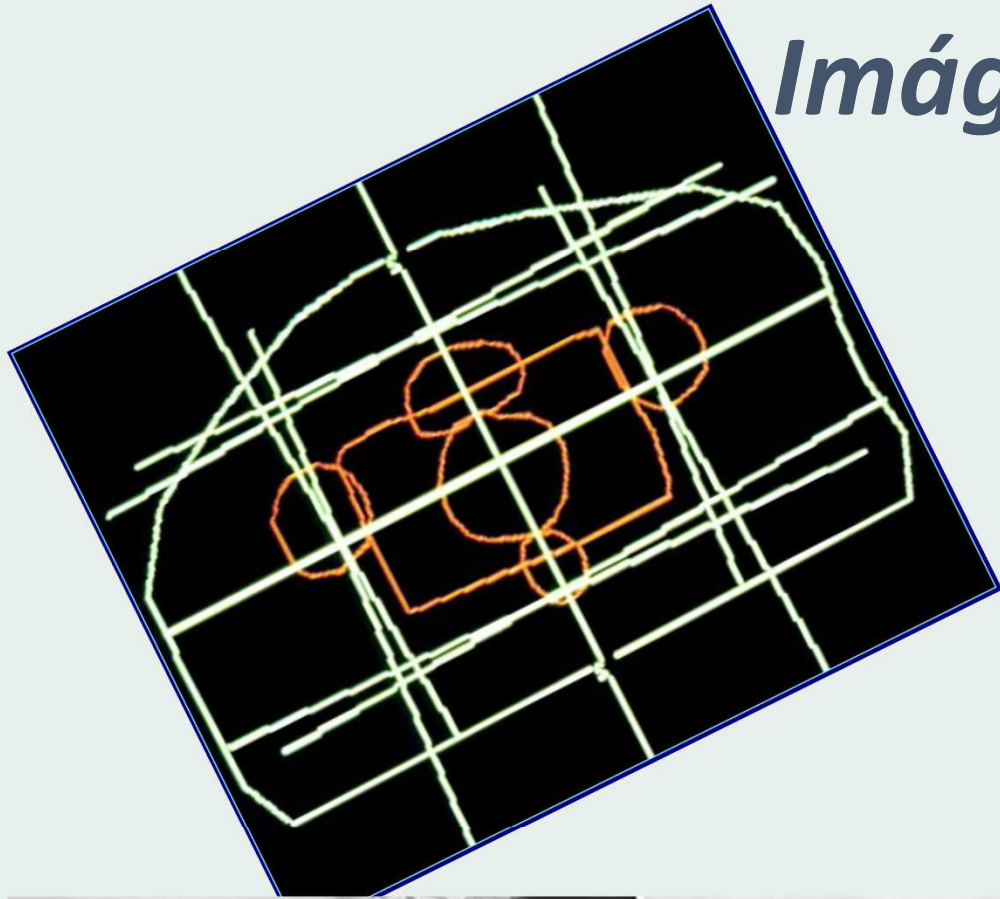
Instituto de Radioterapia – Fundación Marie Curie, Córdoba

egarrigo@radioncologia-zunino.org

PROGRAMA DE EDUCACION CONTINUA
FUNDACION MARIE CURIE 2016-2017

**Curso de Actualización en
Protección Radiológica**

Imágenes hasta '80



Braquiterapia



EBRT



Diagnóstico

Seguimiento



IAEA HUMAN HEALTH SERIES

No. 19

Quality Assurance
Programme for Computed
Tomography: Diagnostic
and Therapy Applications

Quality assurance for computed-tomography simulators and the computed-tomography-simulation process: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 66

JOURNAL OF APPLIED CLINICAL MEDICAL PHYSICS, VOLUME 14, NUMBER 5, 2013

AAPM Medical Physics Practice Guideline 1.a: CT Protocol Management and Review Practice Guideline

(Pub IAEA1557)

Particularidades TAC en Radioterapia

- Calidad de la imagen es crucial (GTV – CTV – OAR)
- Tabla Plana y alineada - SAG
- Precisión Mecánica
- Laseres externos
- Correcta calibración de num CT
- Alineación del Gantry
- Axial vs Helicoidal
- Orientación de la imagen
- Gran diámetro de Gantry – FOV extendido

Particularidades TAC en Radioterapia

Diámetro de Gantry

Lasers externos

Tabla Plana

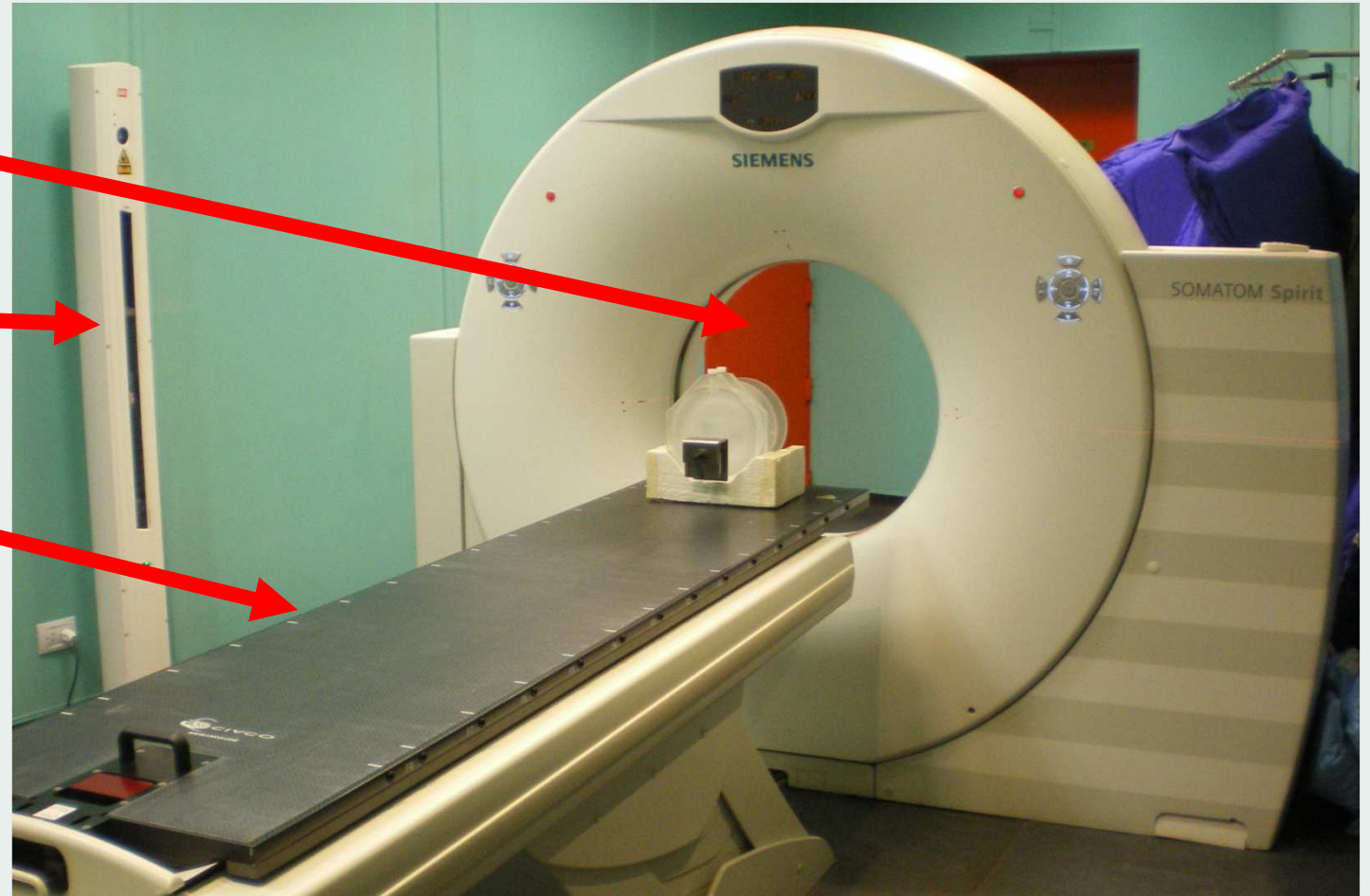


TABLE 9. RADIOGRAPHER’S QC TESTS (DIAGNOSTIC RADIOLOGY)

Test number	Test name	Priority ^a	Suggested frequency	Criteria	
				Acceptable	Achievable
8.2	CT alignment lights	E	Monthly	±5 mm	±1 mm
8.3	SPR accuracy	E	Monthly	±2 mm	±1 mm
8.4	CT number ^b , image noise, image uniformity and image artefact	E	Monthly	CT number ±5 HU ^c Noise ±25% BB ^d Uniformity ±10 HU Minimal artefacts	CT number ±4 HU Noise ±10% BB Uniformity ±4 HU Minimal artefacts
8.5	Image display and printing	E	Monthly ^e	See text	

^a E: Essential, basic requirement.

^b At least one value should be checked daily to ensure correct dose calculation values for the treatment planning system.

^c HU: Hounsfield units.

^d %BB: Percentage of baseline value.

^e Circumstances may require more frequent testing for some printers and monitors.

TEST especiales TAC RT

TABLE 10. RADIOGRAPHER’S QC TESTS (ADDITIONAL FOR RADIOTHERAPY APPLICATIONS)

Test number	Test	Priority ^a	Suggested frequency	Criteria	
				Acceptable	Achievable
10.2	External CT positioning lasers	E	Daily ^b	±2 mm	±1 mm
10.3	Table top alignment and positional accuracy	E	Daily	±2 mm	±1 mm
10.4	CT number of multiple materials	E	Monthly	CT number ±5 HU ^c	CT number ±4 HU

^a E: Essential, basic requirement.
^b Daily, or at least on those days prior to using the system for treatment planning purposes.
^c HU: Hounsfield units.

TABLE 11. MEDICAL PHYSICIST’S TESTS (DIAGNOSTIC RADIOLOGY)

Test number	Test name	Priority ^a	Suggested frequency	Criteria	
				Acceptable	Achievable
9.2	Visual inspection and review of programme	E	Acceptance and annually	All items must meet local standards	
9.3	CT alignment lights	E	Annually	±5 mm	±1 mm
9.4	SPR accuracy	E	Annually	±2 mm	±1 mm
9.5	kV and HVL	E	Acceptance and after changes	kV ±5% nominal HVL ≥ specified by radiation protection regulations and within the tolerances specified by the manufacturer	kV ±2% nominal HVL ≥ specified by radiation protection regulations and within the tolerances specified by the manufacturer
9.6	Radiation dose	E	Annually	±20% of manufacturers’ specifications ±20% of baseline	±10% of baseline
9.7	Image noise	E	Commissioning and annually	±25% of baseline	±10% of baseline
9.7	Image uniformity	E	Commissioning and annually	±10 HU ^b for head and body	±4 HU for head and body
9.7	CT number accuracy	E	Commissioning and annually	±5 HU (water) ±10 HU (other material) compared to baseline values	±4 HU

TABLE 11. MEDICAL PHYSICIST’S TESTS (DIAGNOSTIC RADIOLOGY) (cont.)

Test number	Test name	Priority ^a	Suggested frequency	Criteria	
				Acceptable	Achievable
9.8	Image display and printing	E	Commissioning and annually	See text	
9.9	Imaged slice width	E	Annually	+0.5 mm for <1 mm; ±50% for 1 to 2 mm; ±1 mm above 2 mm	
9.10	X ray beam width	D	Acceptance and after changes	Within manufacturers’ specifications	
9.11	High contrast spatial resolution (MTF or modulation)	D	Acceptance and after changes	Within manufacturers’ specifications	

^a E: essential, basic requirement; D: desirable.

^b HU: Hounsfield unit.

TEST especiales TAC RT

TABLE 12. MEDICAL PHYSICIST’S TESTS (RADIOTHERAPY)

Test number	Test	Priority ^a	Suggested frequency	Criteria	
				Acceptable	Achievable
10.6	CT positional lasers	E	Monthly	±2 mm	±1 mm
10.7	Couch top alignment and index accuracy	E	Annually	±2 mm couch positional accuracy	±1 mm
10.8	Gantry tilt	E	Annually	±1° from vertical	
10.9	CT number accuracy	E	Commissioning and annually	±20 HU ^b (all materials) compared with values specified by manufacturer	±4 HU

^a E: essential, basic requirement.

^b HU: Hounsfield unit.

TEST especiales TAC RT

Test	Diagnostico		Terapia	
	Frecuencia	Tolerancia	Frecuencia	Tolerancia
Alineación de láseres	M	5/1 mm	D	2/1 mm
Alineación y precisión de mesa			D	2/1 mm
Num CT solo agua	M	5/4 HU		
Num CT Varias densidades			M	5/4 HU
Inclinación de Gantry			A	±1º

Test: Alineación Laser - Lugar de corte

CT ALIGNMENT LIGHTS

- Objetivo:

Asegurarse que las luces de alineación internas (y externas) estén correctamente alineadas con el plano tomográfico.

- Frecuencia:

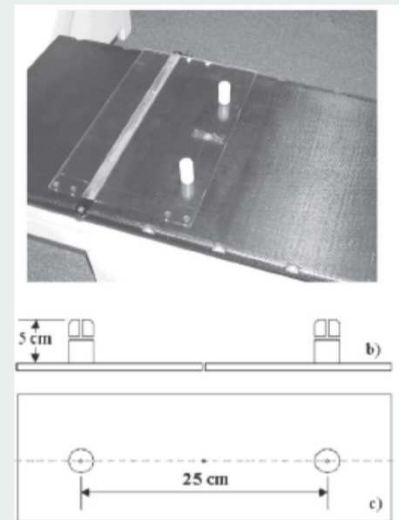
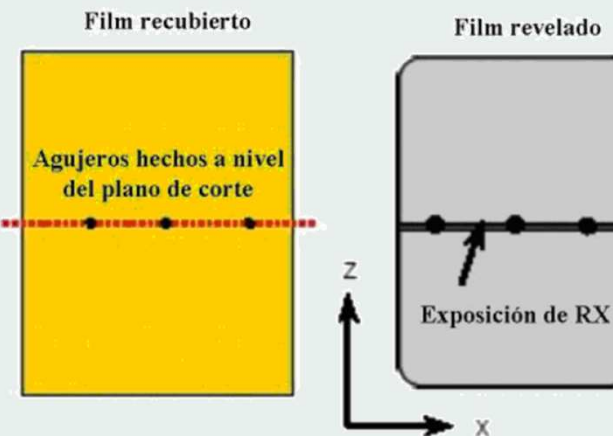
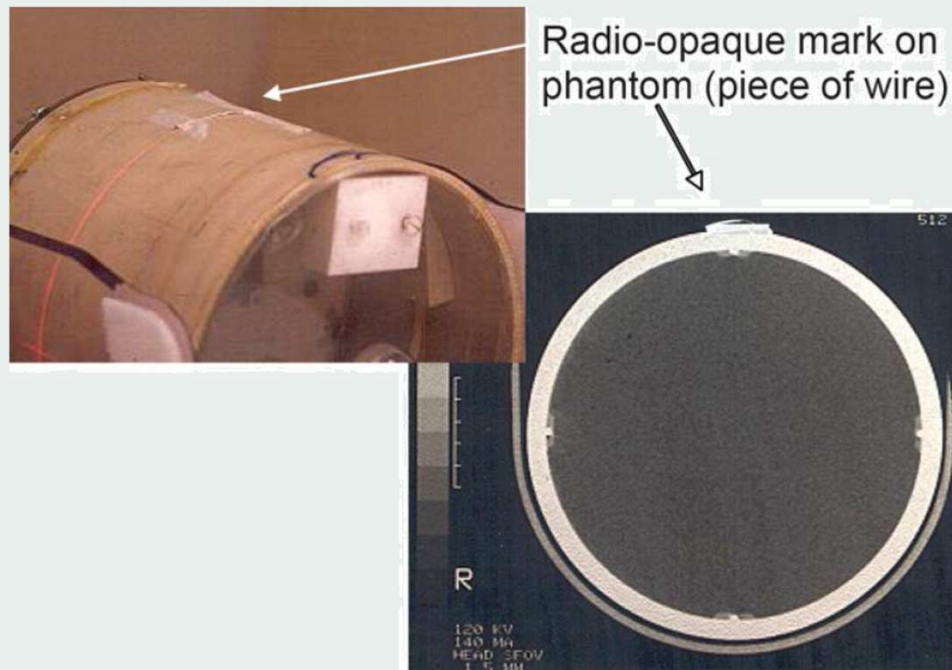
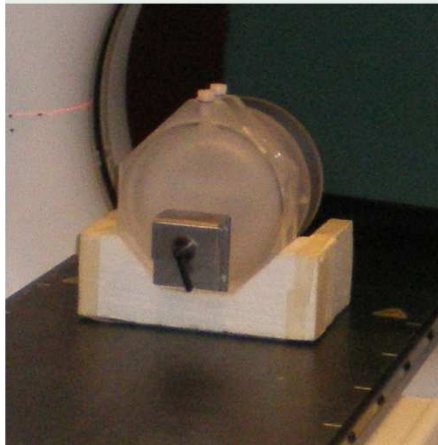
Mensual



Test: Alineación Laser - Lugar de corte

CT ALIGNMENT LIGHTS

- Equipamiento:
Fantoma. Placa RX



Test: Alineación Laser - Lugar de corte

CT ALIGNMENT LIGHTS

- Metodología:

Centrar el fantoma con los láseres externos, desplazar la camilla hasta los láseres internos para corroborar alineación.

Enviar la camilla automáticamente al plano de corte y efectuarlo

- Protocolo de scan:

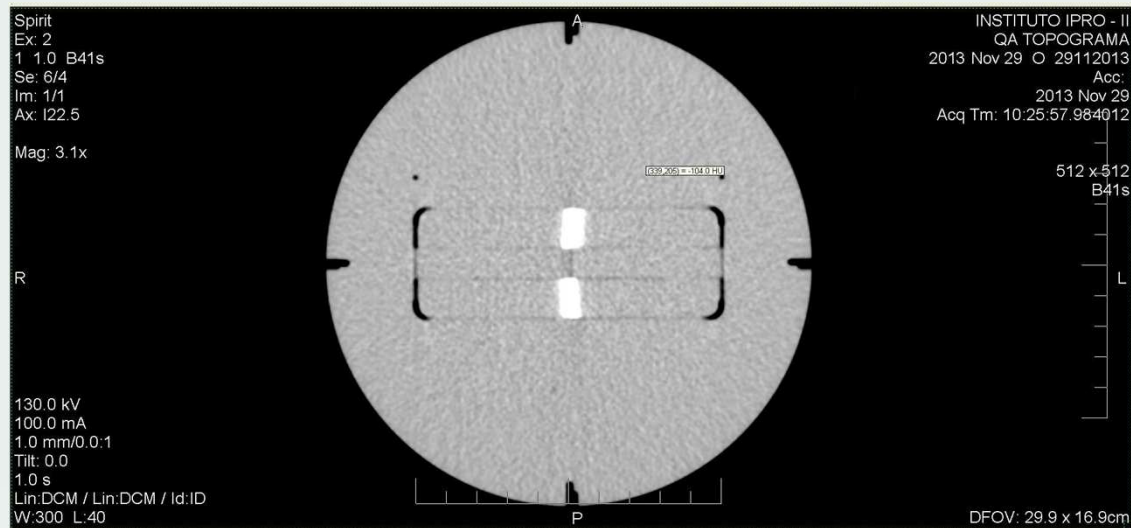
Cortes de 1mm



Test: Alineación Laser - Lugar de corte

CT ALIGNMENT LIGHTS

- Resultado



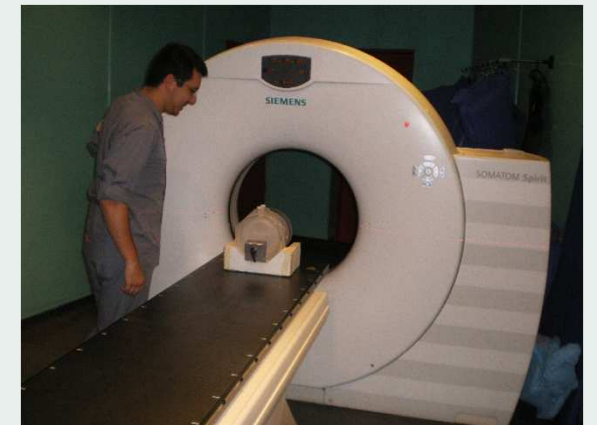
Test: Alineación Laser - Lugar de corte

CT ALIGNMENT LIGHTS

Tolerances:

Test quantity	Acceptable	Achievable
CT alignment lights	± 5 mm	± 1 mm

Acción correctiva de ser necesario



Test: Precisión del Topograma o ScoutView

SPR ACCURACY

- Objetivo:

Asegurarse que la imagen del Topograma indique exactamente la posición del paciente

- Frecuencia:

Mensual

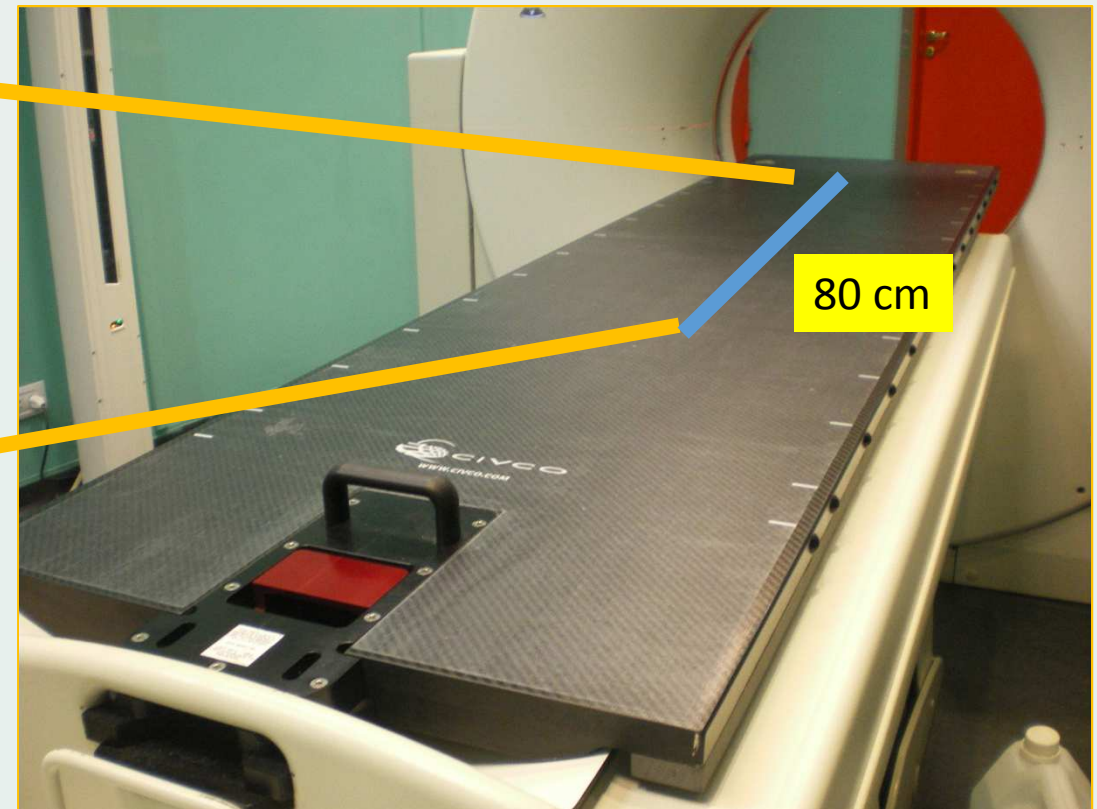
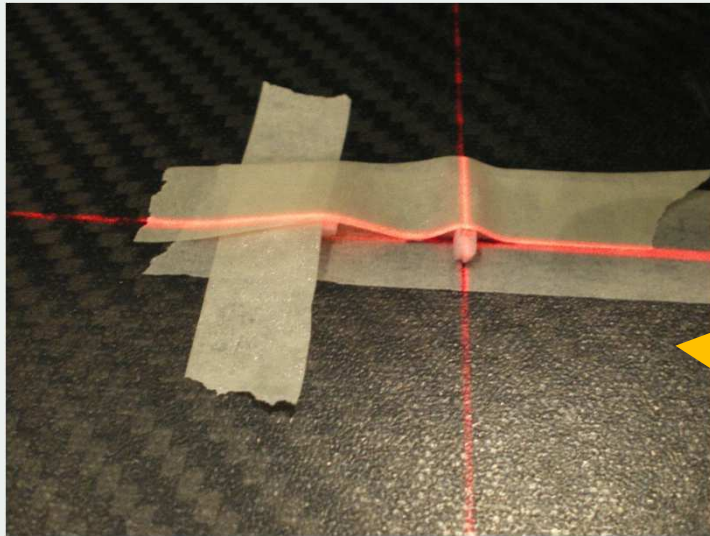
- Protocolo de scan:

Corte de 1mm

Test: Precisión del Topograma o ScoutView

SPR ACCURACY

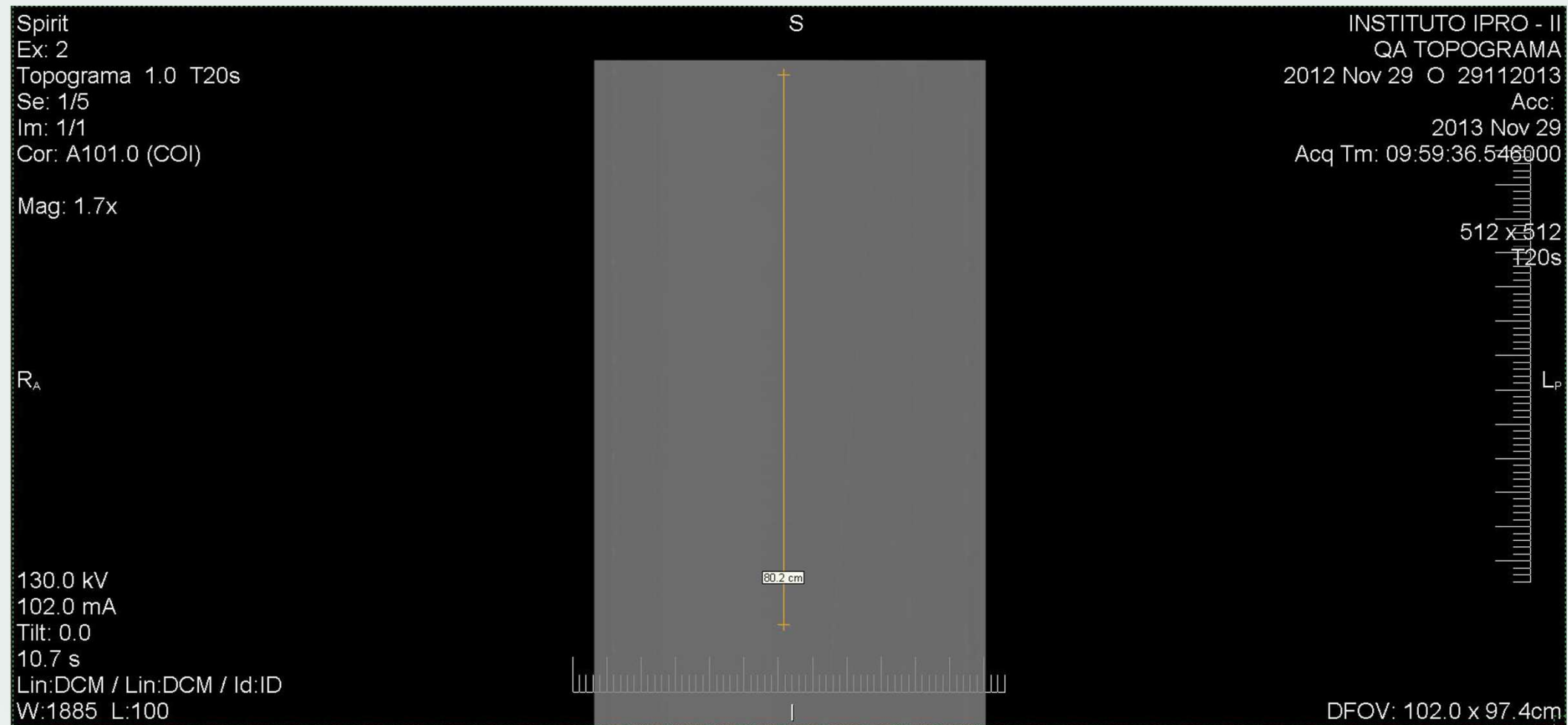
Metodología

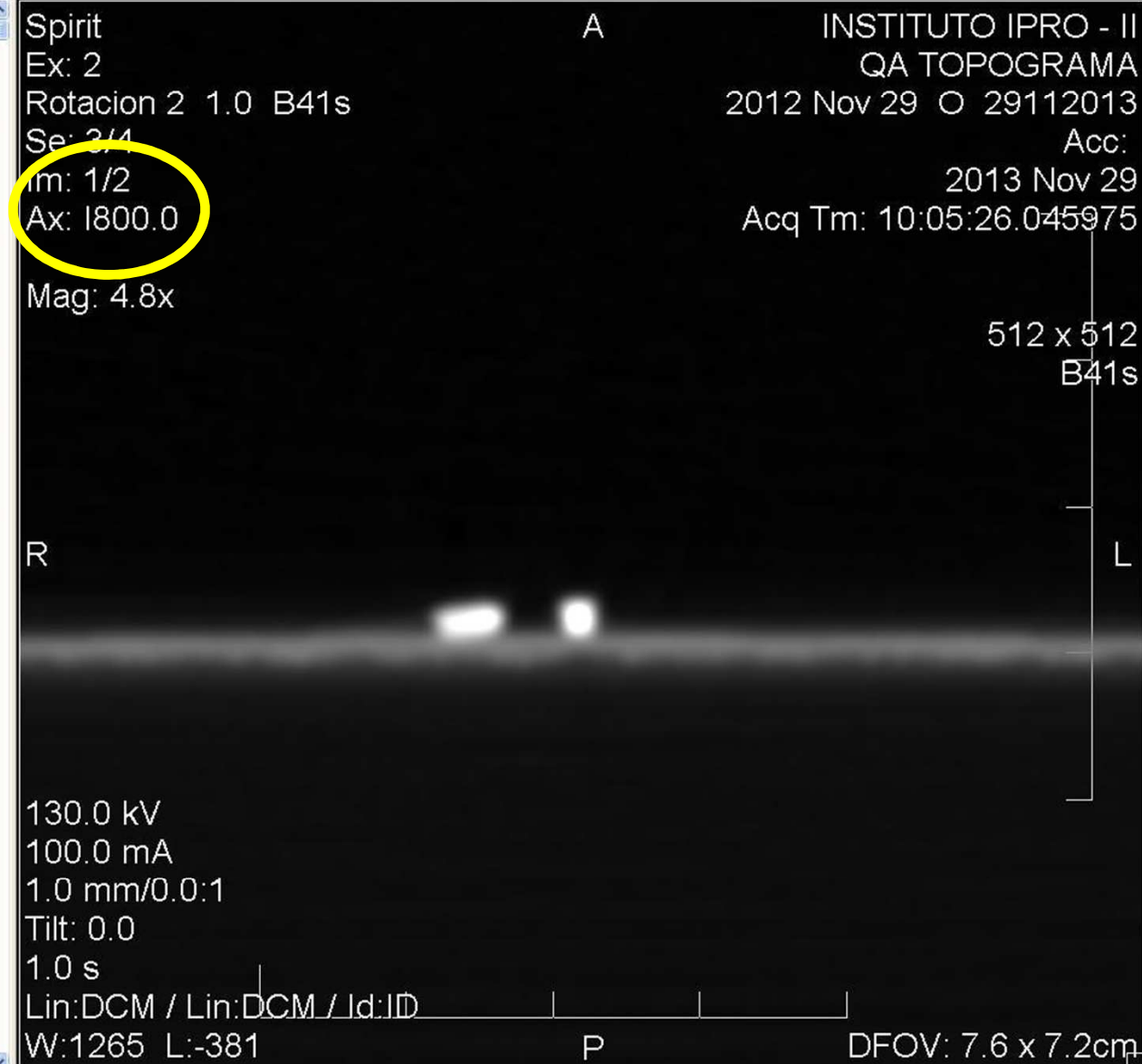
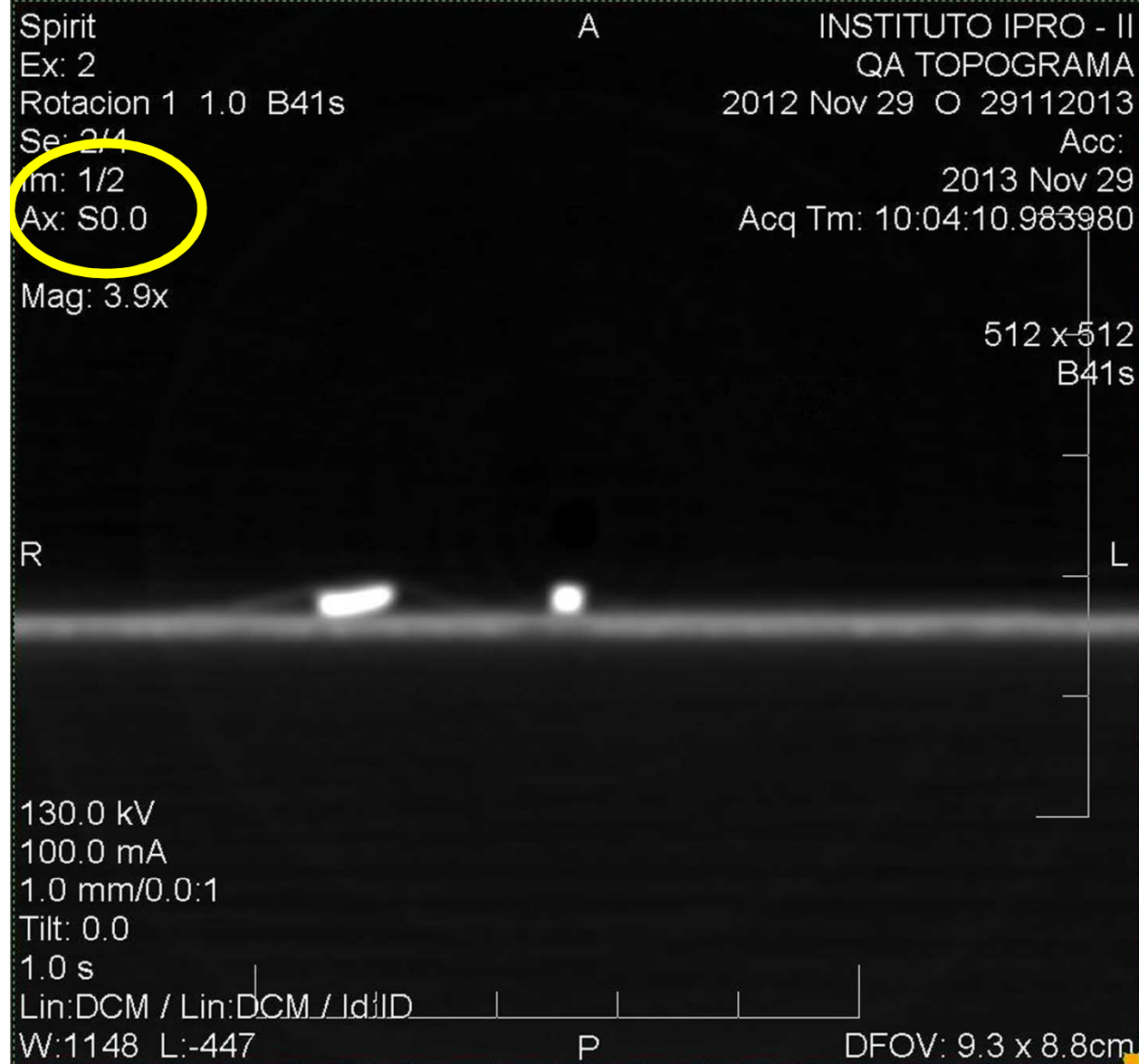


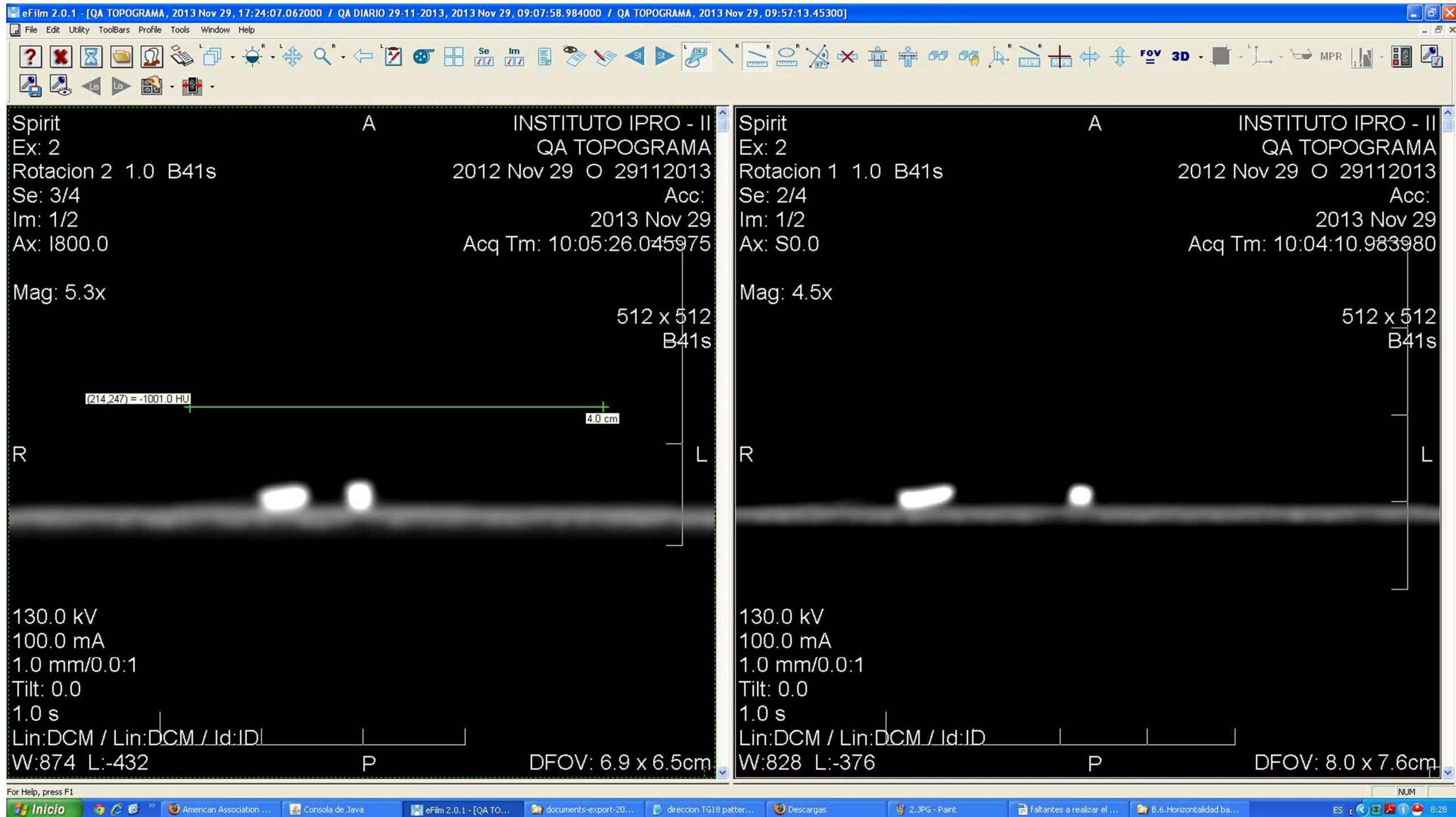
Test: Precisión del Topograma o ScoutView

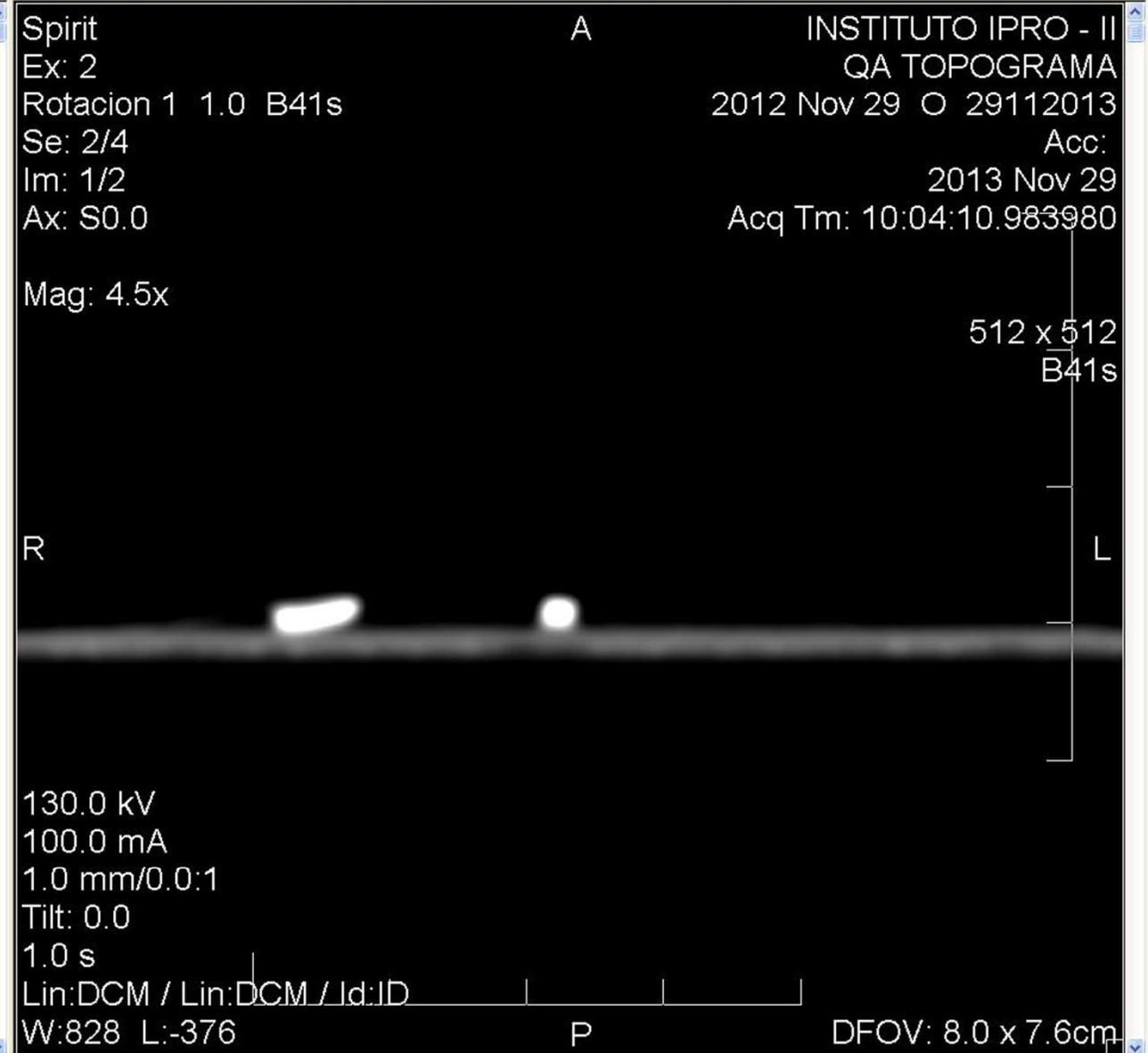
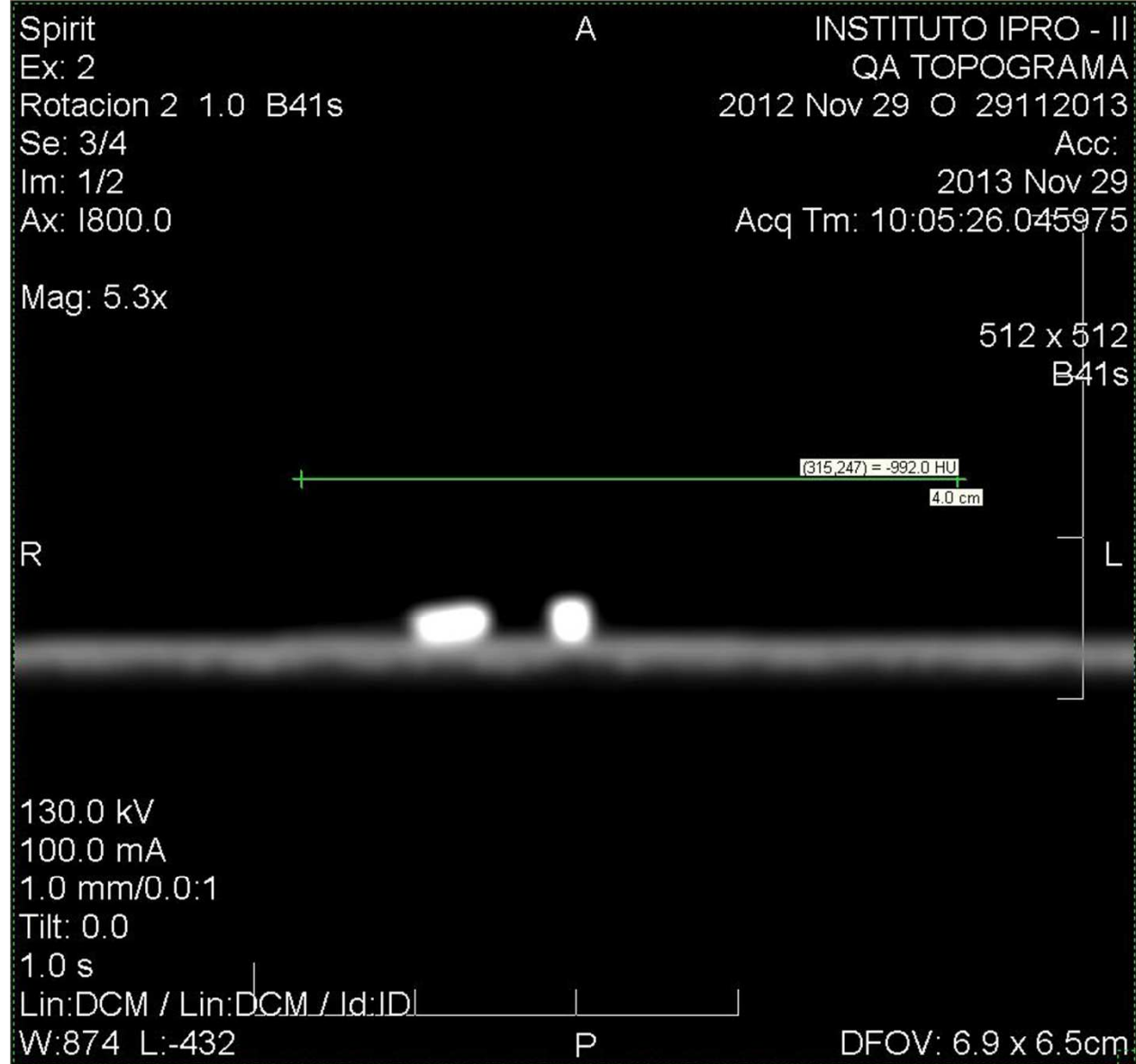
SPR ACCURACY

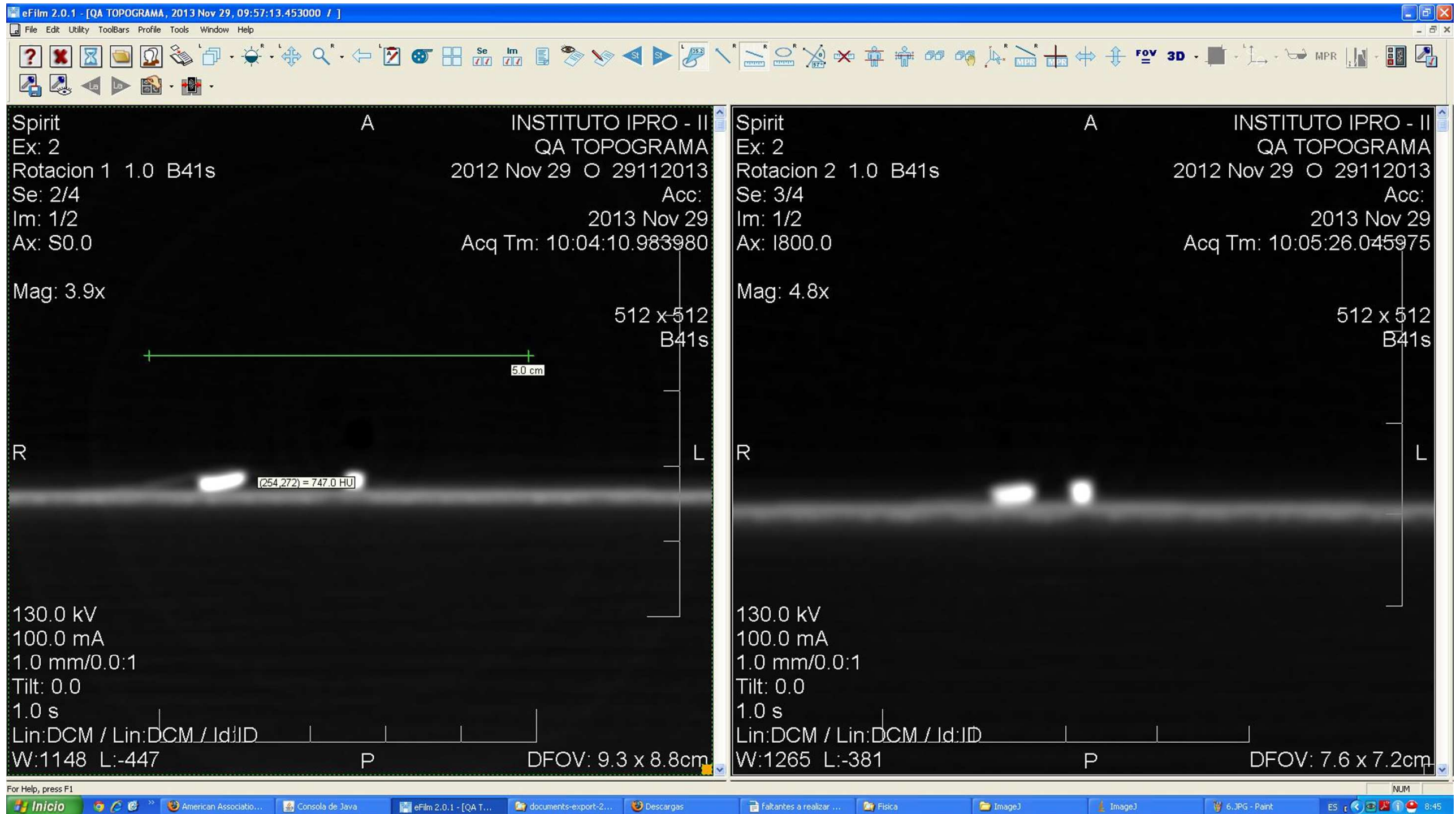
Resultado y Análisis

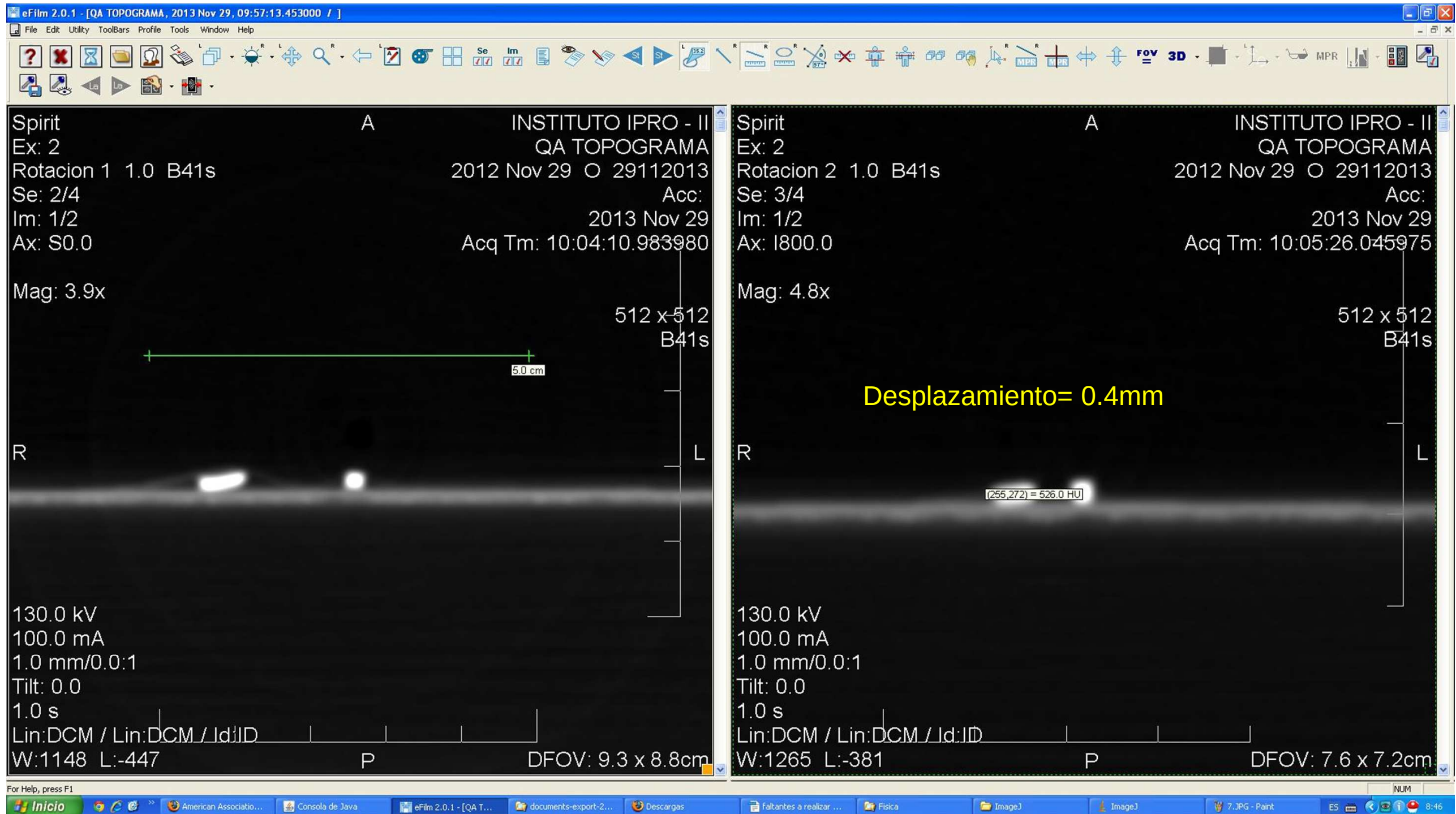












Test: Precisión del Topograma o ScoutView

SPR ACCURACY

Tolerances:

Test quantity	Acceptable	Achievable
SPR accuracy	± 2 mm	± 1 mm

Acción correctiva de ser necesario

Test: Alineación, deflexión, y precisión posicional de la camilla

COUCH TOP ALIGNMENT, DEFLECTION AND POSITIONAL ACCURACY

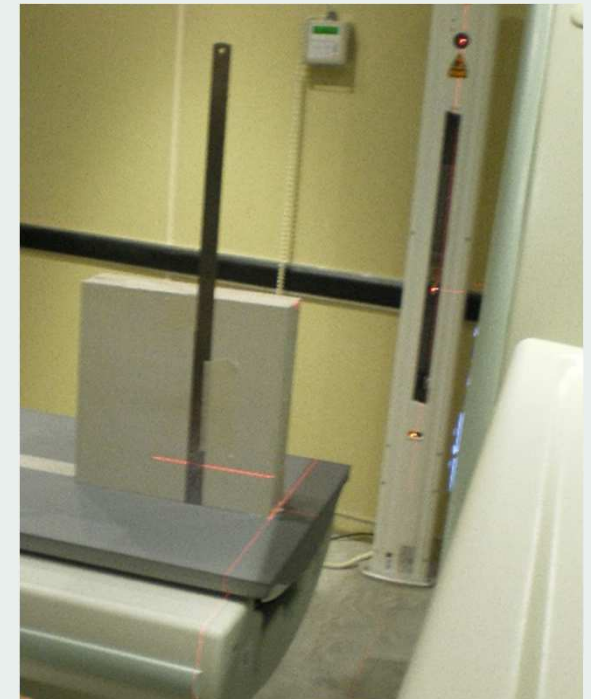


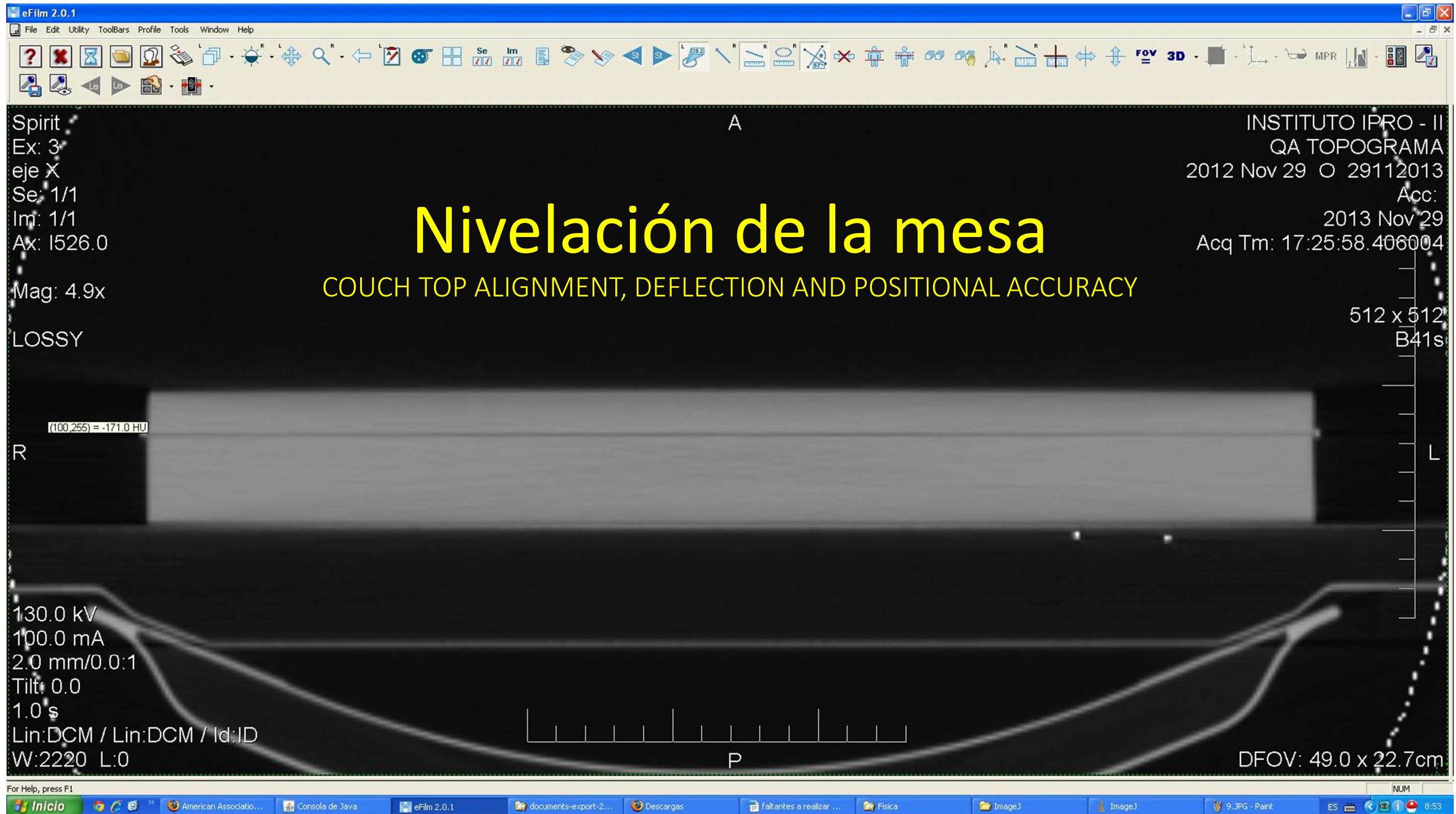
Test: Alineación, deflexión, y precisión posicional de la camilla

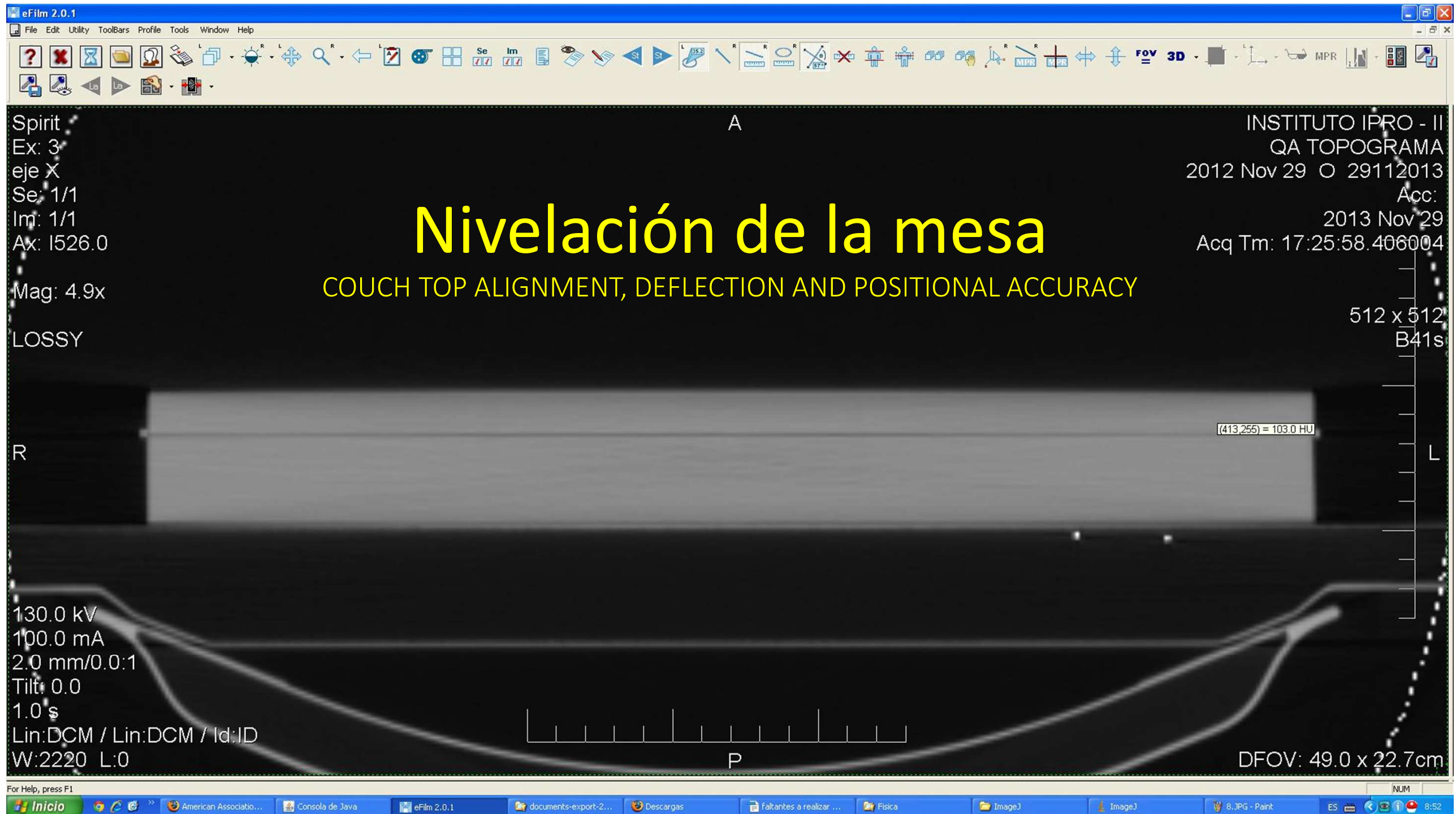
COUCH TOP ALIGNMENT, DEFLECTION AND POSITIONAL ACCURACY

- Metodología:

Medir con una regla metálica, utilizando los láseres como referencia un cierto delta de los desplazamientos tanto vertical como longitudinal







Test: Alineación, deflexión, y precisión posicional de la camilla

COUCH TOP ALIGNMENT, DEFLECTION AND POSITIONAL ACCURACY

Test quantity	Acceptable	Achievable
Couch top alignment	± 2 mm	± 1 mm
Vertical positional accuracy	± 2 mm	± 1 mm

Test quantity	Acceptable	Achievable
Couch level and orthogonality	Visual assessment	
Digital indicator accuracy	± 1 mm	
Couch positional accuracy	± 2 mm	± 1 mm

Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

- **Objetivo:**

Para garantizar:

(a) La exactitud del número CT;

(b) Los niveles de ruido de las imágenes CT esten dentro de las tolerancias con respecto a sus valores de referencia;

(c) La uniformidad del número CT y ruido de la imagen en todo el campo de visión (FOV);

(d) Mínimos artefactos en la imagen.

- **Frecuencia: Mensual**

Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

- Equipamiento:
Fantoma de Agua
- Protocolo de scan:
Que sea representativo del utilizado en la clínica



Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

- Metodología:
 - Centrar el Fantoma
 - Seleccionar el protocolo
 - Realizar el corte
 - Repetir para otros protocolos

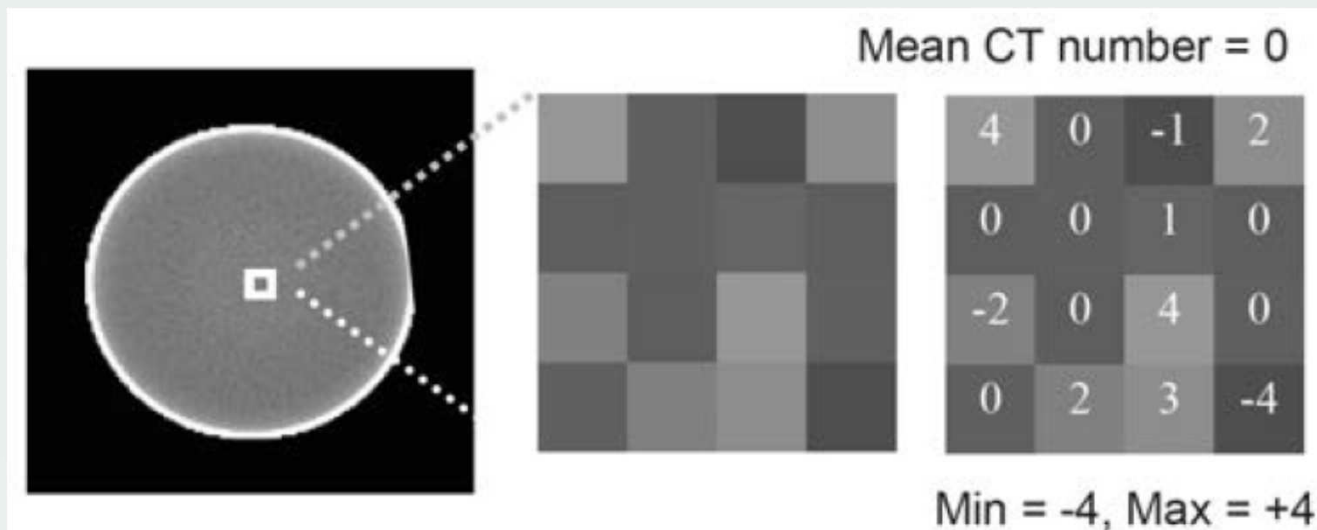


Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

- Análisis:

$$H_s = K \frac{\mu_s(E) - \mu_w(E)}{\mu_w(E)}$$

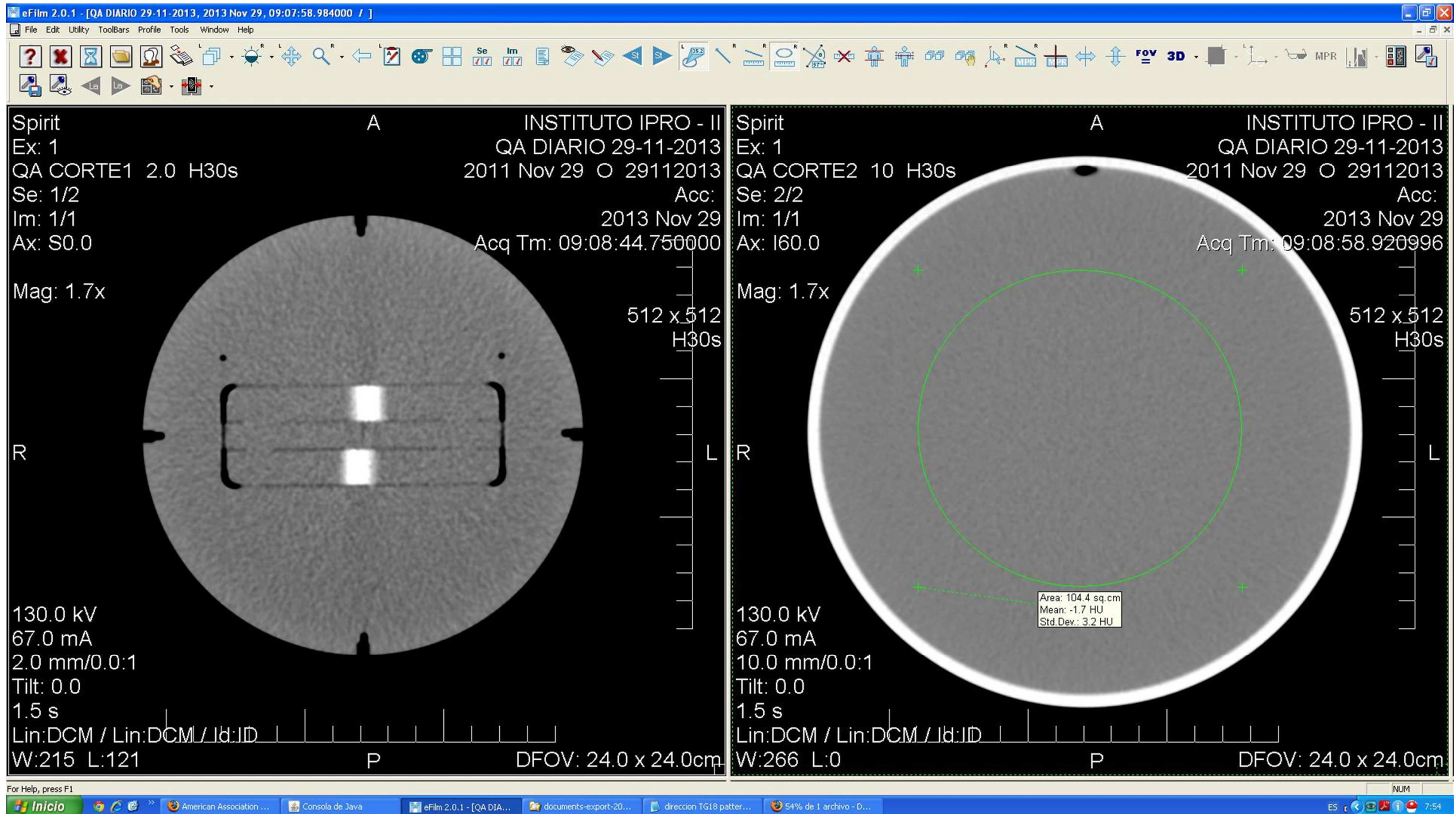


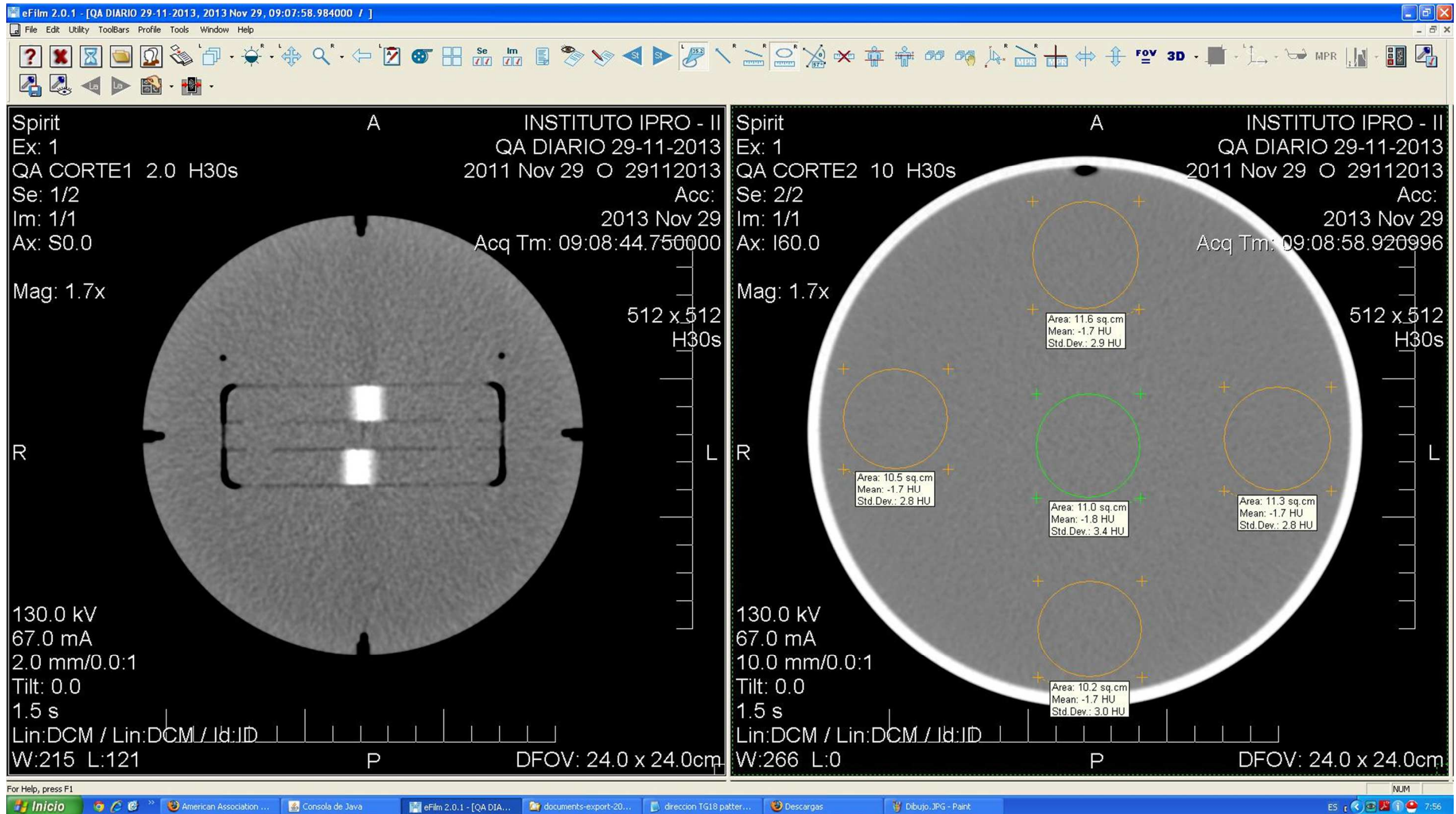
RUIDO: SD en ROI

Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

- Resultados:





Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

Test quantity	Acceptable	Achievable
CT number	± 5 from baseline value ^a	± 4
Image noise	$\pm 25\%$ of the baseline value ^a	$\pm 10\%$ of the baseline
Uniformity	± 10	± 4
Artefacts	No artefacts that have the potential to compromise diagnostic confidence	No visible artefacts

^a The value as specified by the physicist at commissioning.

Test: Precisión num. CT, ruido, uniformidad y artefactos de la imagen

CT NUMBER ACCURACY, IMAGE NOISE, UNIFORMITY AND IMAGE ARTEFACTS

Acción Correctiva:

El aumento de ruido en la imagen puede ser consecuencia de varios factores:

- Selección inapropiadamente baja de kV o mAs, o ambos;
- Mal funcionamiento del hardware y / o software del escáner;
- Artefactos dentro de la ROI utilizada para la medición de la desviación estándar.

Si los valores medidos están fuera de la tolerancia o las imágenes exhiben artefactos (o ambos), se debe realizar una calibración y repetir las mediciones

Test: Visualización e impresión de la Imagen

IMAGE DISPLAY AND PRINTING

La correcta puesta a punto de los monitores y dispositivos de impresión de película es esencial para lograr un buen resultado de diagnóstico.

- Objetivo:

Para confirmar que las imágenes que se muestran están reproduciendo con precisión toda la información de la escala de grises de la imagen y que la imágenes impresas son una fiel reproducción de la imagen

Test: Visualización e impresión de la Imagen

IMAGE DISPLAY AND PRINTING

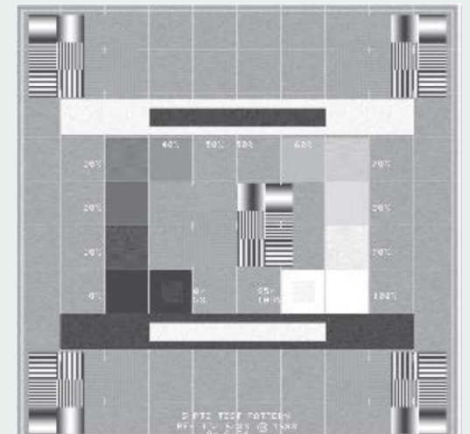
La correcta puesta a punto de los monitores y dispositivos de impresión de película es esencial para lograr un buen resultado de diagnóstico.

- Objetivo:

Para confirmar que las imágenes que se muestran están reproduciendo con precisión toda la información de la escala de grises de la imagen y que la imágenes impresas son una fiel reproducción de la imagen en pantalla.

- Frecuencia:

Semanal o luego de alguna intervención



Test: Visualización e impresión de la Imagen

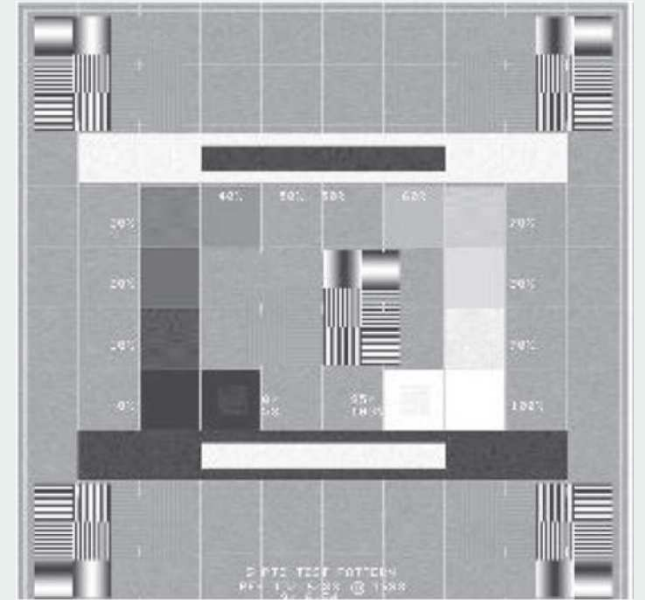
IMAGE DISPLAY AND PRINTING

- Equipamiento:

Patron SMPTE o AAPM TG-18-QC

- Metodología:

Observar el patrón con el nivel de grises acorde, luz de sala normal e imprimirlo



Welcome to the webpage of the AAPM TG18.
Last update: January 10, 2006



American Association of Physicists in Medicine (AAPM)
Task Group 18

Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems

[Purpose](#)

[Contact Information](#)



[Download the TG18 report \(final version\)](#)

[Download the executive summary of the TG18 report published in Medical Physics](#)

[Download the Test Patterns \(DICOM and Tiff formats\)](#)

[Links](#)

PURPOSE

The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group 18 is a national task force consisting of medical imaging experts and organizational affiliates dealing with

Welcome to the webpage of the AAPM TG18.
Last update: January 10, 2006



American Association of Physicists in Medicine (AAPM)
Task Group 18

Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems

[Purpose](#)

[Contact Information](#)

[Download the TG18 report \(final version\)](#)

[Download the executive summary of the TG18 report published in Medical Physics](#)

[Download the Test Patterns \(DICOM and Tiff formats\)](#)

[Links](#)



DICOM Format

[1k multi-purpose patterns](#) (222 kB) including
[1k TG18-QC pattern](#) (90 kB)

[2k multi-purpose patterns](#) (698 kB)
[2k TG18-QC pattern](#) (296 kB)

[1k luminance patterns](#) (278 kB)

[1k resolution patterns](#) (262 kB)

[2k resolution patterns](#) (711 kB)

[1k noise patterns](#) (69 kB)

[1k glare patterns](#) (191 kB)

[2k anatomical patterns](#) (18 MB) including
[2k chest pattern](#) (5.4 MB)
[2k knee pattern](#) (4.0 MB)
[2k mammography patterns No. 1 and No. 2](#) (8.6 MB)

PURPOSE

The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group 18 is a national task force consisting of medical imaging experts and organizational affiliates dealing with

Test: Visualización e impresión de la Imagen

IMAGE DISPLAY AND PRINTING



American Association of Physicists in Medicine

Ex: 2K-MULTI

AAPM Test Patterns

TG18-QC 2002 Jul 04 O TG18-2002

Se: 1/3

Acc: 20022002

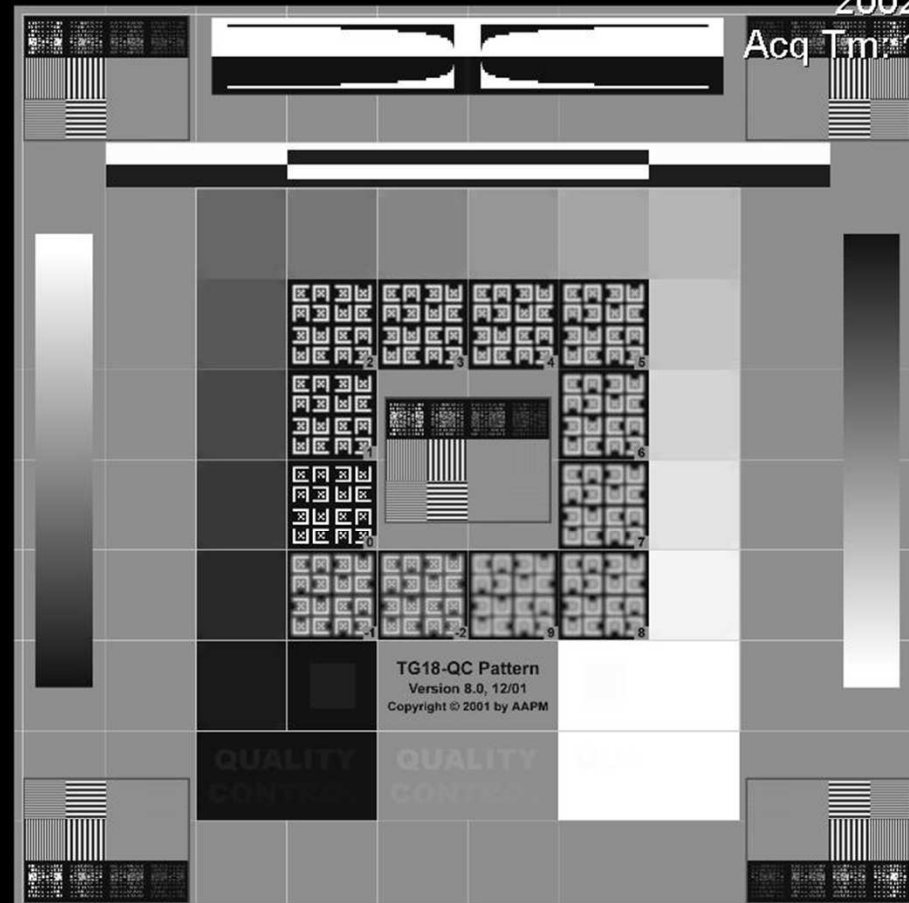
Im: 1/1

2002 Nov 17

Acq Tm: 18:55:52

Mag: 0.3x

Lat: NA



Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID

W:4218 L:1802

American Association of Physicists in Medicine

Ex: 2K-MULTI

AAPM Test Patterns

TG18-BR 2002 Jul 04 O TG18-2002

Se: 2/3

Acc: 20022002

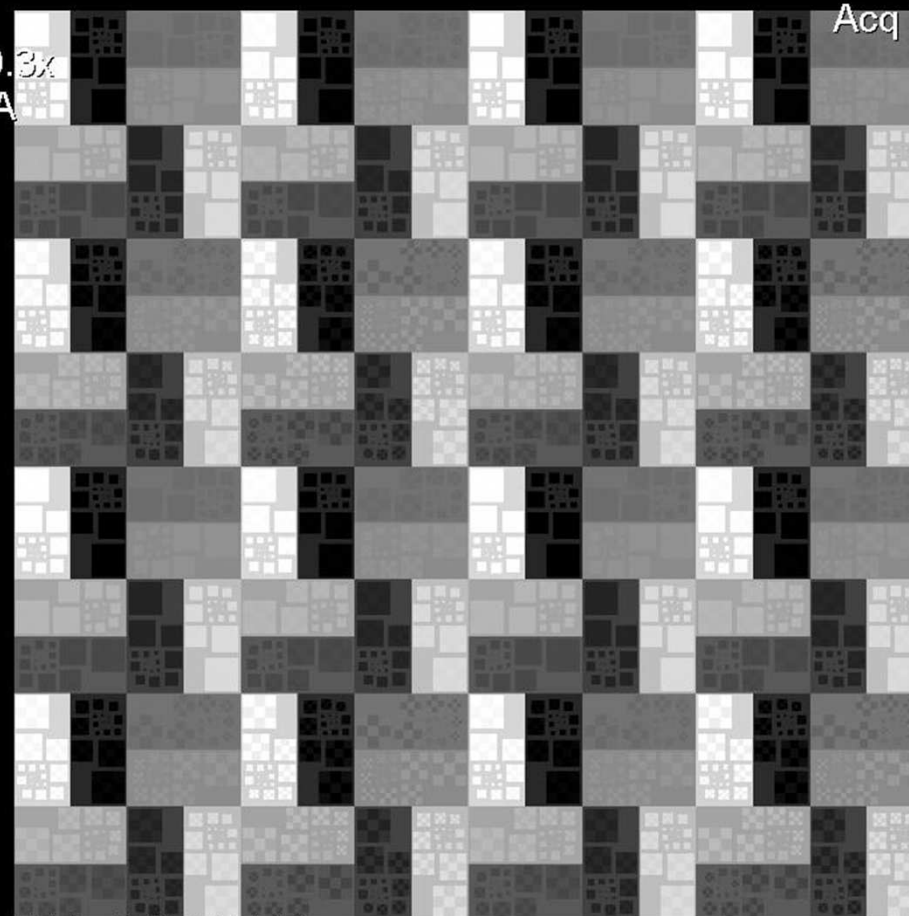
Im: 1/1

2002 Nov 17

Acq Tm: 18:55:52

Mag: 0.3x

Lat: NA



Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID

W:4096 L:2048



American Association of Physicists in Medicine

Ex: 2K-ANATM AAPM Test Patterns

TG18-CH 2002 Jul 04 O TG18-2002

Se: 1/3

Im: 1/1

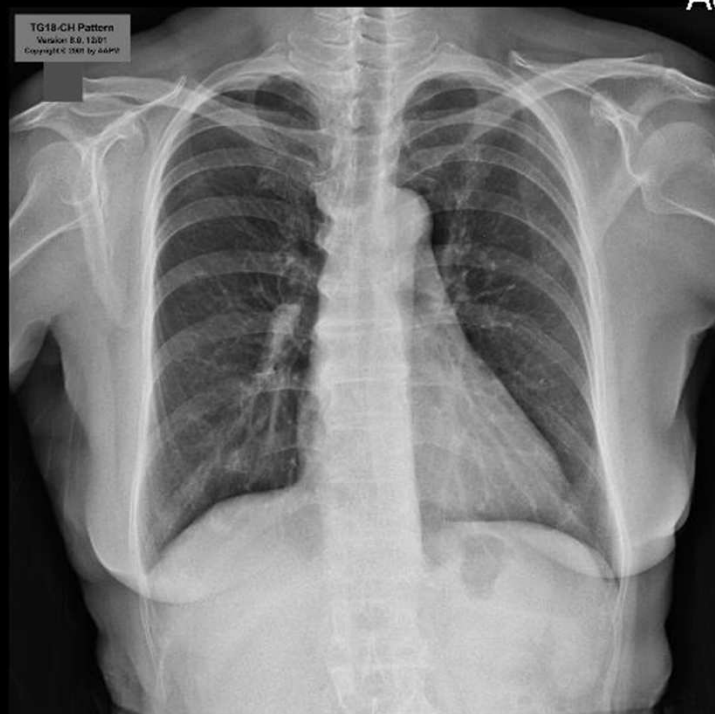
Acc: 20022002

2002 Nov 17

Acq Tm: 19:26:13

Mag: 0.3x

Lat: NA



Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID

W:4249 L:2088

American Association of Physicists in Medicine

Ex: 2K-ANATM AAPM Test Patterns

TG18-KN 2002 Jul 04 O TG18-2002

Se: 2/3

Im: 1/1

Acc: 20022002

2002 Nov 17

Acq Tm: 19:26:13

Mag: 0.3x

Lat: NA



Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID

W:4367 L:1920

Test: Visualización e impresión de la Imagen

IMAGE DISPLAY AND PRINTING

Test quantity	Acceptable	Achievable
Visibility of step wedge patches, and of the 5% and 95% inset patches	The brightness or density differences between adjacent steps of the step wedge should be visible. Both the 5% and 95% inset patches must be visible.	

Test: Inclinação del Gantry

GANTRY TILT

La inclinación del Gantry no es deseable en Radioterapia, ya que las imágenes que no son axiales podrían conducir a grandes incertezas en el proceso de simulación. En general los TPS no reconocen las imágenes así adquiridas. Si el CT es compartido con diagnóstico, el Gantry **debe** ser retornado a la posición vertical previo al escaneo para RT y el indicador del gantry debe indicar correctamente la posición vertical

- Objetivo:

El indicador del ángulo de gantry, con el mismo en posición vertical debe indicar $0^\circ \pm 1^\circ$

- Frecuencia:

Anual

Test: Inclinação del Gantry

GANTRY TILT

- Metodología:

Con Gantry a 0° marcar los lasers internos verticales sobre una superficie plana. Girar el gantry hacia uno y otro lado y retornar siempre a 0°, verificar que la indicación sea la correcta

Test quantity	Acceptable	Achievable
Gantry alignment in vertical position	$\pm 1^\circ$ from vertical	$\pm 1^\circ$ from vertical

Test:Calibración Densidad electrónica - num CT

ELECTRON DENSITY CALIBRATION

Una determinación inexacta de densidad electrónica puede llevar a cálculos de dosis de radioterapia erróneas y en última instancia a un mal tratamiento al paciente

- Objetivo:

Establecer la relación densidad electrónica –num CT para el escaner y para los protocolos de adquisición a ser utilizados en radioterapia

- Frecuencia:

Anual y verificar en cada modificación del CT

Test:Calibración Densidad electrónica - num CT

ELECTRON DENSITY CALIBRATION

- Equipamiento:

Fantoma con múltiples insertos con densidades calibradas

- Protocolo de scan:

Los utilizados comúnmente en simulación virtual. Dependencia del KV



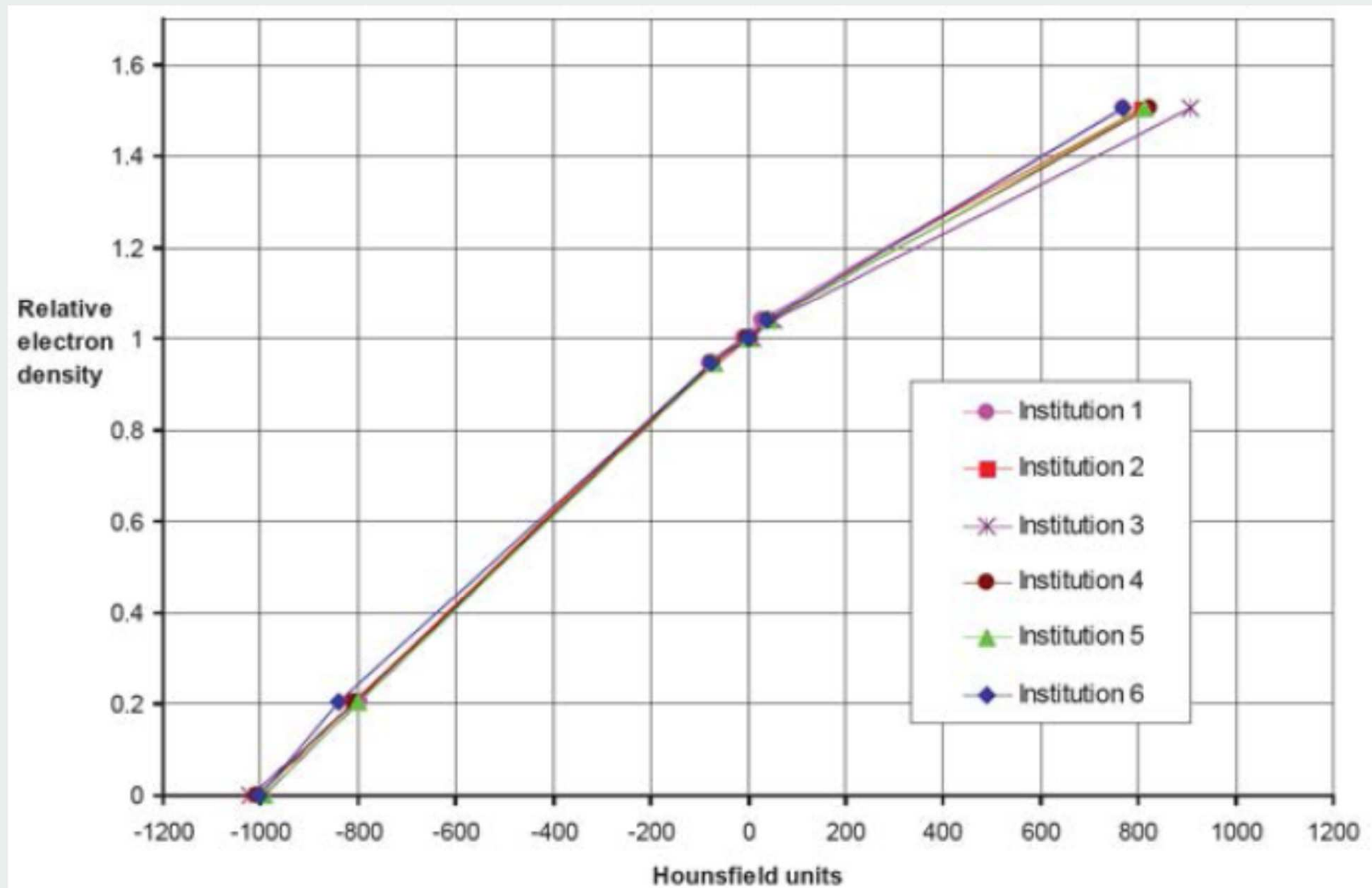
Test:Calibración Densidad electrónica - num CT

ELECTRON DENSITY CALIBRATION

Rod Materials	80 kVp	100 kVp	120 kVp	140 kVp
LN-300 Lung	-683.0	-692.4	-684.9	-689.3
LN-450 Lung	-565.1	-574.51	-568.2	-571.6
AP6 Adipose	-104.7	-98.2	-90.0	-86.2
BR-12 Breast	-46.3	-46.5	-44.1	-42.6
CT Solid Water	6.2	-0.5	-0.8	-2.7
BRN-SR2 Brain	14.6	20.3	25.6	29.6
LV1 Liver	87.1	82.5	79.2	78.9
IB Inner Bone	283.6	230.3	196.4	176.5
B200 Bone Mineral	308.8	255.0	218.7	198.4
CB2 - 30% CaCO ₃	575.1	494.3	438.4	407.6
CB2 - 50% CaCO ₃	1057.6	900.9	790.0	727.6
SB3 Cortical Bone	1602.0	1360.6	1188.6	1092.0

Test:Calibración Densidad electrónica - num CT

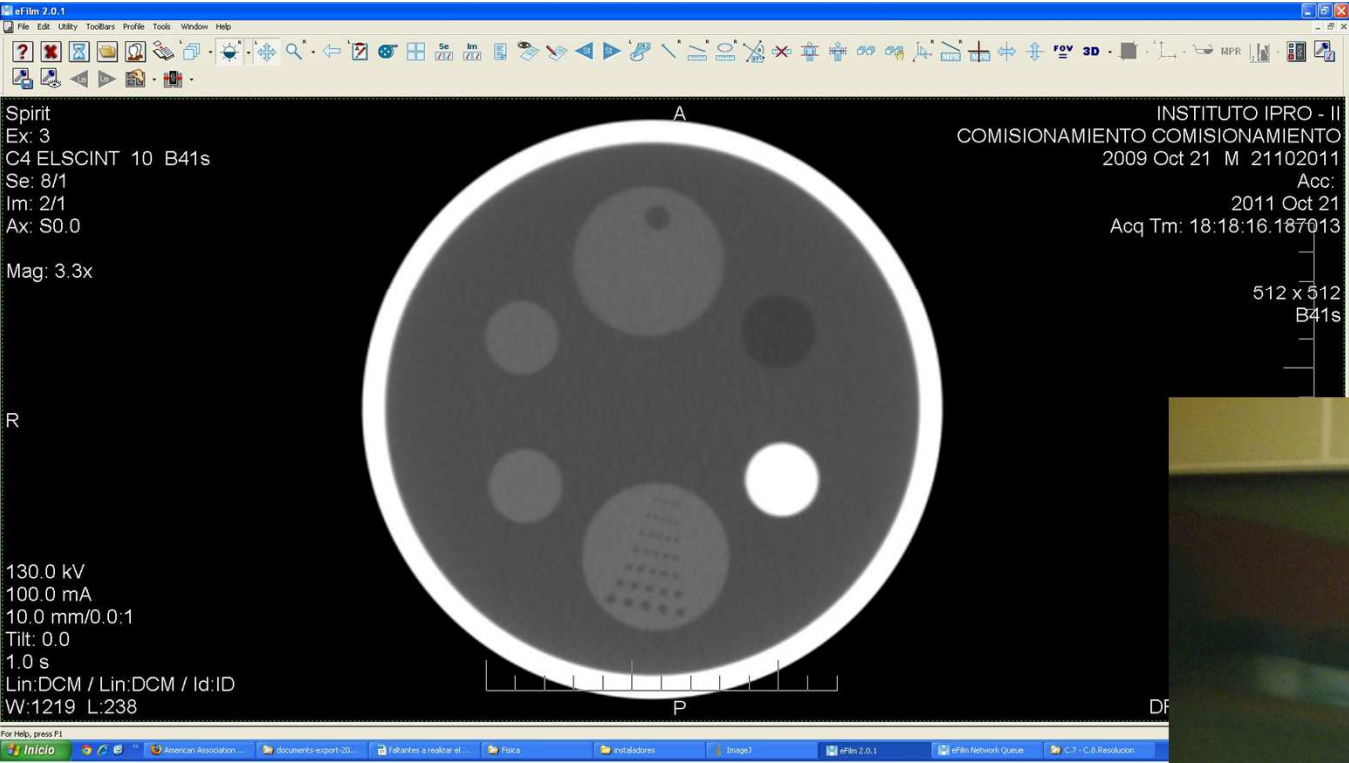
ELECTRON DENSITY CALIBRATION





Numero CT	DER
-1000	0.001
-792	0.207
-71	0.949
-0.08	1
42	1.042
781	1.506
3500	3.2

Conversión número CT / Densidad electrónica relativa



Test:Calibración Densidad electrónica - num CT

ELECTRON DENSITY CALIBRATION

Test quantity	Acceptable	Achievable (IEC)
CT number	± 20	± 4 from baseline value



CONTROL DIARIO
SOMATOM SPIRIT POWER 2

PLANILLA N°
Página 1 de 1

Control Diario Tomógrafo SPIRIT POWER 2

CORTE 1 : 2mm, 130kV, 100mA, 1s, Filtro H30(medio)

CORTE 2 : desplazado de 60mm, 10mm, 130kV, 100mA, 1s, Filtro H30(medio)

Pruebas										
Sistemas de parada de emergencia										
Luces en puertas										
Luces de irradiación en consola										
CORTE 1 : Alineación de láseres con el plan de corte (0±2mm)										
CORTE 1 : Horizontalidad del soporte plano de la mesa (180±1°)										
CORTE 1 1 vez por semana: Distancia X y Y (100 y 160±2mm)										
CORTE 2 : Constancia del número CT del agua 130 kV, 100mA (-0.4±5UH)										
CORTE 2 : Ruido de la imagen 130 kV, 100mA (3.5±5UH)										
Realizado por (Técnico)										
Revisado por (Físico)										
Observaciones										

Verificado por: R.M. 057-02 Firma: Fecha:



CONTROL MENSUAL
SOMATOM SPIRIT POWER 2
FANTOMA ELSCINT

PLANILLA N°
Página 1 de 1

Control Mensual Tomógrafo

I. PRUEBAS MECÁNICAS Y GEOMÉTRICAS

PRUEBA	MEDICION	TOL.	VALIDACION
1. Correspondencia láseres internos/externos	mm	±2 mm	
2. Alineación y orientación de luces de centrado : Concordancia láseres móviles-plano de corte	mm	±2 mm	
3. Desplazamiento de láseres móviles : ±200 mm	A B X mm mm mm	±2 mm	
4. Indicación del eje X	$Y_{der} =$ $Y_{izo} =$ $ Y_{der} - Y_{izo} =$ $X =$ $\arctg [(Y_{der} - Y_{izo})/X] =$ mm mm mm mm °	±2 mm	
5. Rotación del eje del soporte plano	$X_{marc1} - X_{marc2} =$ mm	±2 mm	

II. PRUEBAS RELATIVAS A LAS IMÁGENES/

EL ESCANEADO DEL FANTOMA ELSCINT SE REALIZA CADA TRES MESES COMO FRECUENCIA RECOMENDADA.

PRUEBA	MEDICION	TOL.	VALIDACION
1. Orientación del paciente	Supino, cabeza primero:		
2. Precisión geométrica dentro de un corte	Discrepancia X= Discrepancia Y= mm mm	±2 mm	
3. Uniformidad del número CT del agua	ROI central= ROI sup= ROI inf= ROI derecho= ROI izquierda= Discr. max con ROI central= HU HU HU HU HU HU	± 5 HU	
4a. Constancia del número CT del agua *	NCT= Discrepancia= HU HU	Ref:2UH ± 10HU	
4b. Constancia del número CT del nylon *	NCT= Discrepancia= HU HU	Ref:110UH ± 10HU	
4c. Constancia del número CT del perspex *	NCT= Discrepancia= HU HU	Ref:138UH ± 10HU	
4d. Constancia del número CT del polietileno *	NCT= Discrepancia= HU HU	Ref:-60UH ± 10HU	
4e. Constancia del número CT del teflón *	NCT= Discrepancia= HU HU	Ref:905UH ± 20HU	

* Referencia Comisionamiento 21/10/2011 130kV, 100mA, 10mm

Realizado por: Firma: Fecha:
Verificado por: Firma: Fecha:
R.M. 062 - 04

RESUMEN

- Características Excluyentes:

Camilla plana, exactitud mecánica, calibración densidad-num CT

- TAC Ideal:

Exclusivo RT, amplia apertura de gantry, laser exteriores

- Controles:

Todos los de diagnostico (tolerancia menor), precisión mecánica de mesa, Calibración de densidades, ángulo de gantry

MUCHAS GRACIAS

