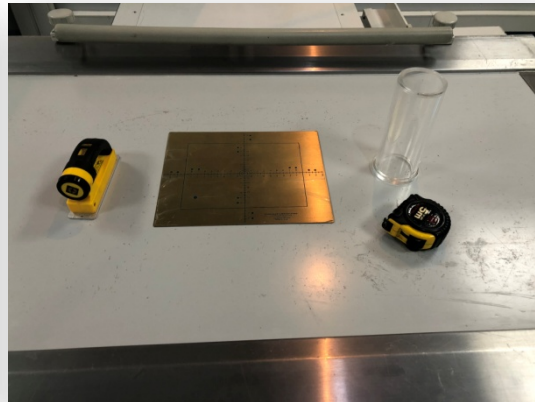


FUNDAMENTOS FÍSICOS Y CONTROL DE CALIDAD EN EQUIPOS IMAGENOLÓGICOS

CONTROL DE CALIDAD EN EQUIPOS FLUOROSCÓPICOS



T.M. Iván Hernández Ocares
Servicio de Imagenología
Hospital Clínico de la U. de Chile

TIPOS DE EQUIPOS FLUOROSCÓPICOS



- ARCO C MÓVIL

- ANGIÓGRAFO



TIPOS DE EQUIPOS FLUOROSCÓPICOS



TELECOMANDADO



EQUIPO DIGESTIVO



TIPOS DE EQUIPOS FLUOROSCÓPICOS

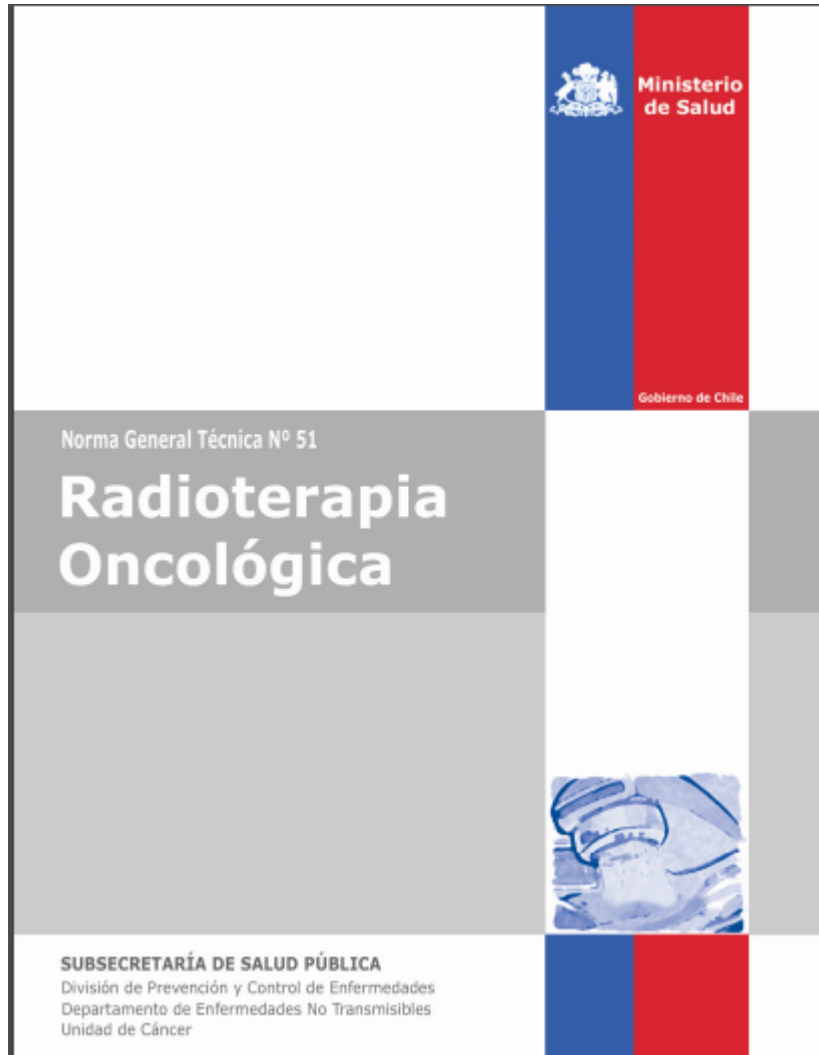


PROGRAMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

- El programa de garantía de calidad de una instalación de diagnóstico por imagen tiene como objetivo asegurar que las imágenes producidas por dicha instalación tengan una calidad suficientemente elevada para permitir obtener la información diagnóstica adecuada, al menor coste posible y con la mínima exposición del paciente a la fuente de radiación.



PROGRAMA DE GARANTÍA DE CALIDAD



Verificar la implementación del programa de garantía de calidad en lo referente a los aspectos físicos



PROGRAMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

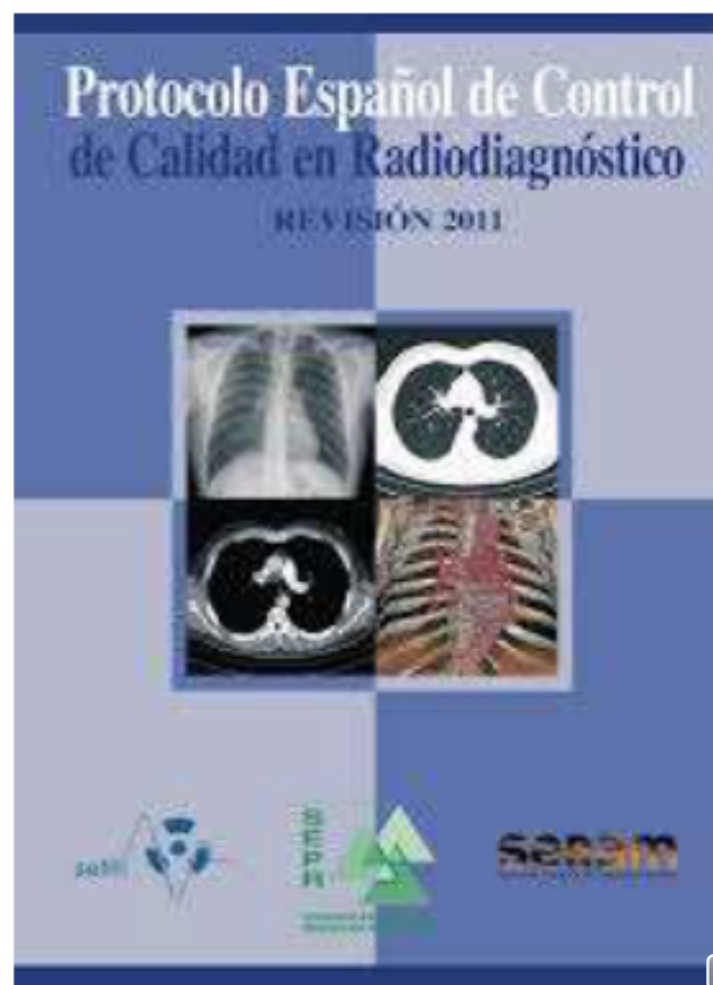
- En cualquiera de los controles de parámetros técnicos que veremos en esta clase, será imprescindible llevar un registro escrito de los controles efectuados, disponer de un manual de procedimientos de los controles a realizar y evaluar la eficacia del propio programa de garantía de calidad



ARCAL XLIX



Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico



RADIATION PROTECTION N° 162

Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment used in Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy



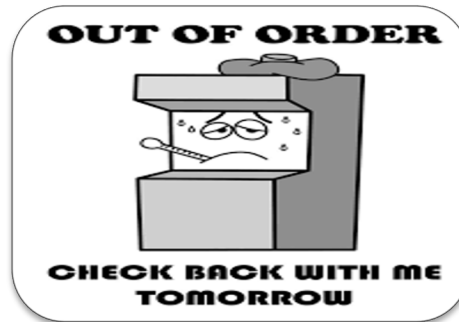


Unacceptable Fluoroscopy Equipment

- Equipment without a device (where practicable) to show the quantity of radiation, Equipment using direct fluoroscopy.
- Equipment without a functioning audible 5 minute timer.
- Equipment without devices to control the dose rate in the absence of special justification.
- Systems intended to include paediatric use, without the option to remove the grid, (for new equipment, specified more than one year after the publication of RP 162).
- Equipment without beam collimation facilities.



Importancia del Control de Calidad



Permite identificar
deterioro del
equipamiento



Permite optimizar dosis
(ALARA)



Seguridad del POE y
Paciente



Cumplimiento
legislativo



TEMARIO

CALIDAD DE
IMAGEN

PARÁMETROS
GEOMÉTRICOS

FLUOROSCOPIA
PULSADA

DOSIS

RENDIMIENTO

CONTROL
AUTOMÁTICO
DE BRILLO



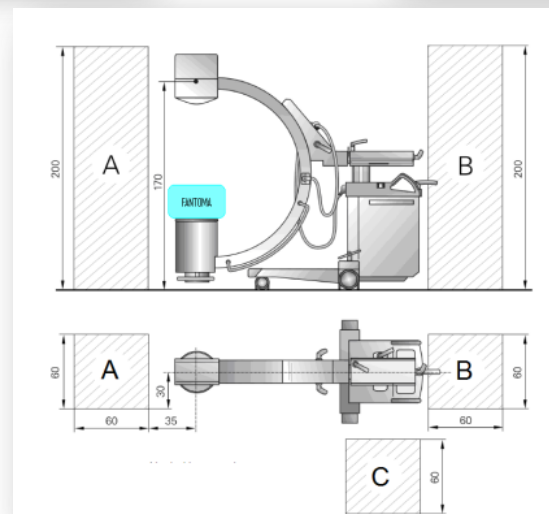
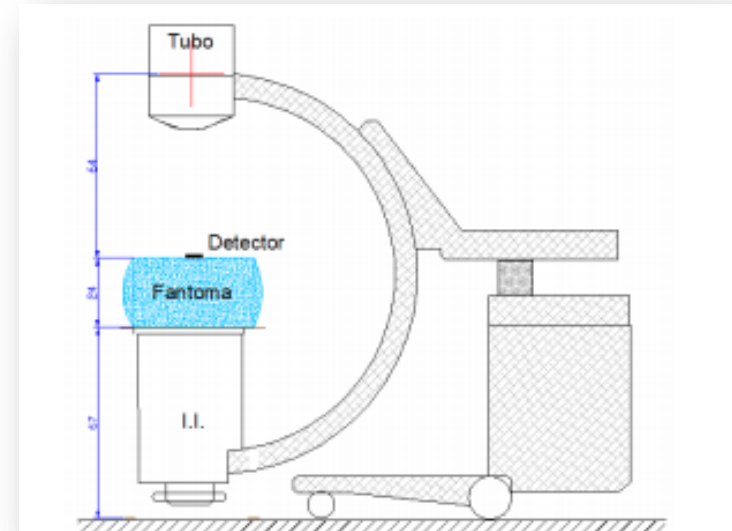
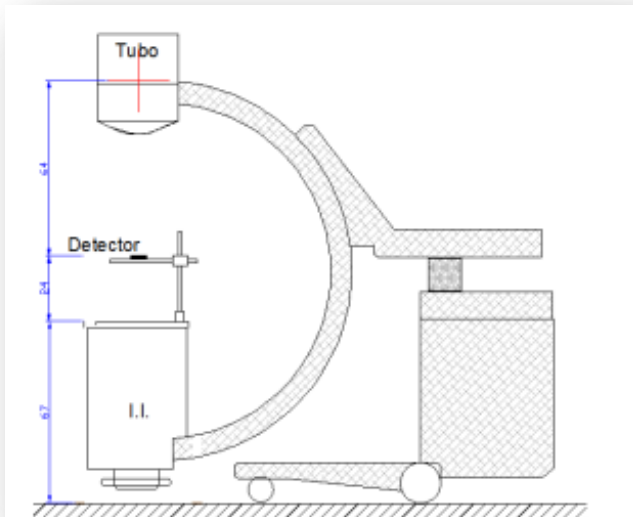
TEMARIO

LEVANTAMIENTO
RADIOMÉTRICO

RADIACION DE
FUGA



TEMARIO



¿Qué Necesitamos?

Disponibilidad del equipo de fluoroscopia

Elementos de protección personal

Cinta métrica

Simulador de Paciente (PMMA, Cobre)

Maniquí de Colimación y Cilindro de Comprobación

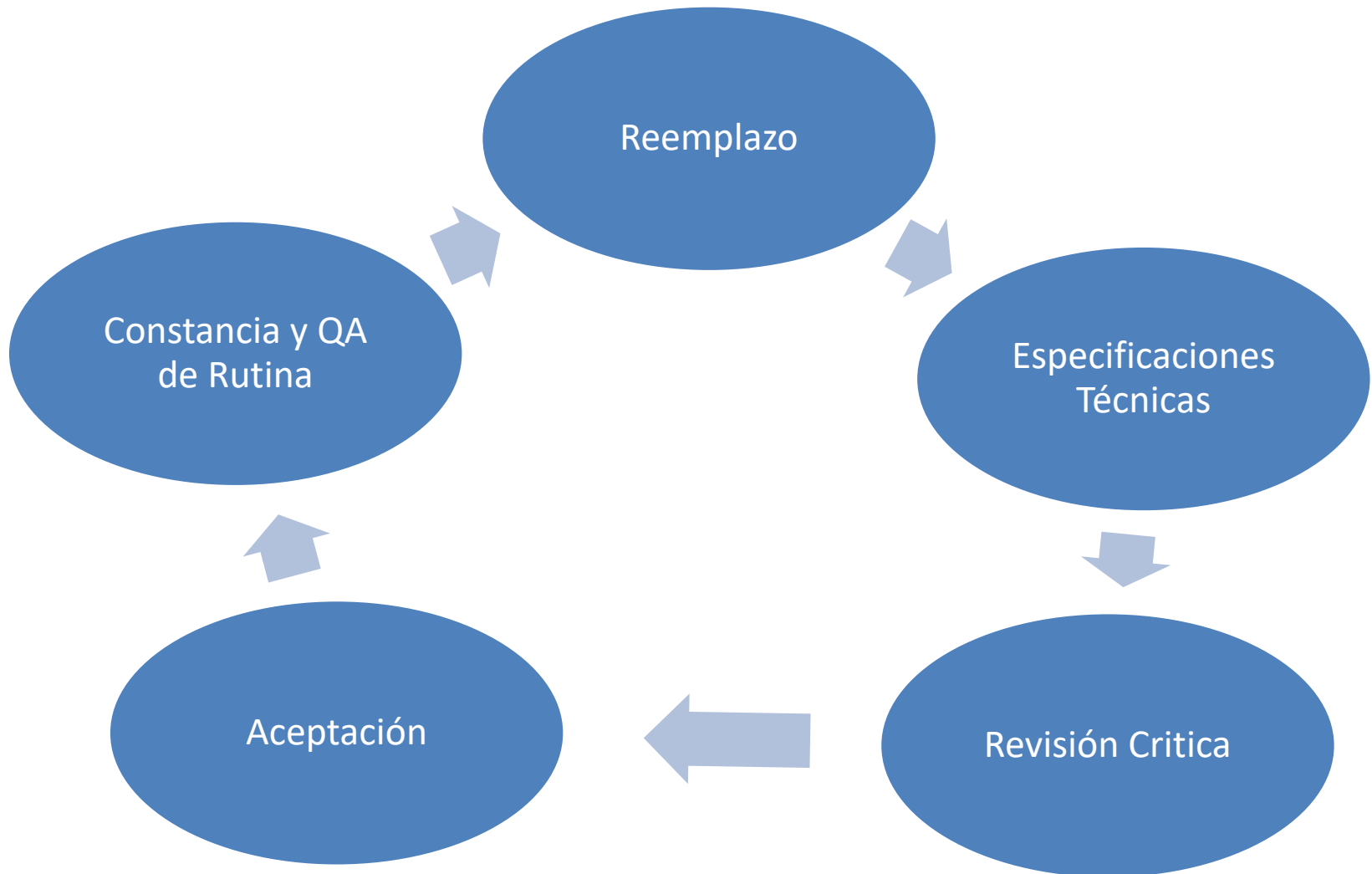
Detector de Radiaciones (Camara de Ionización, Multisensor de estado sólido, Cámara de alto volumen)

Patrón de Barras, Patrón escala de grises

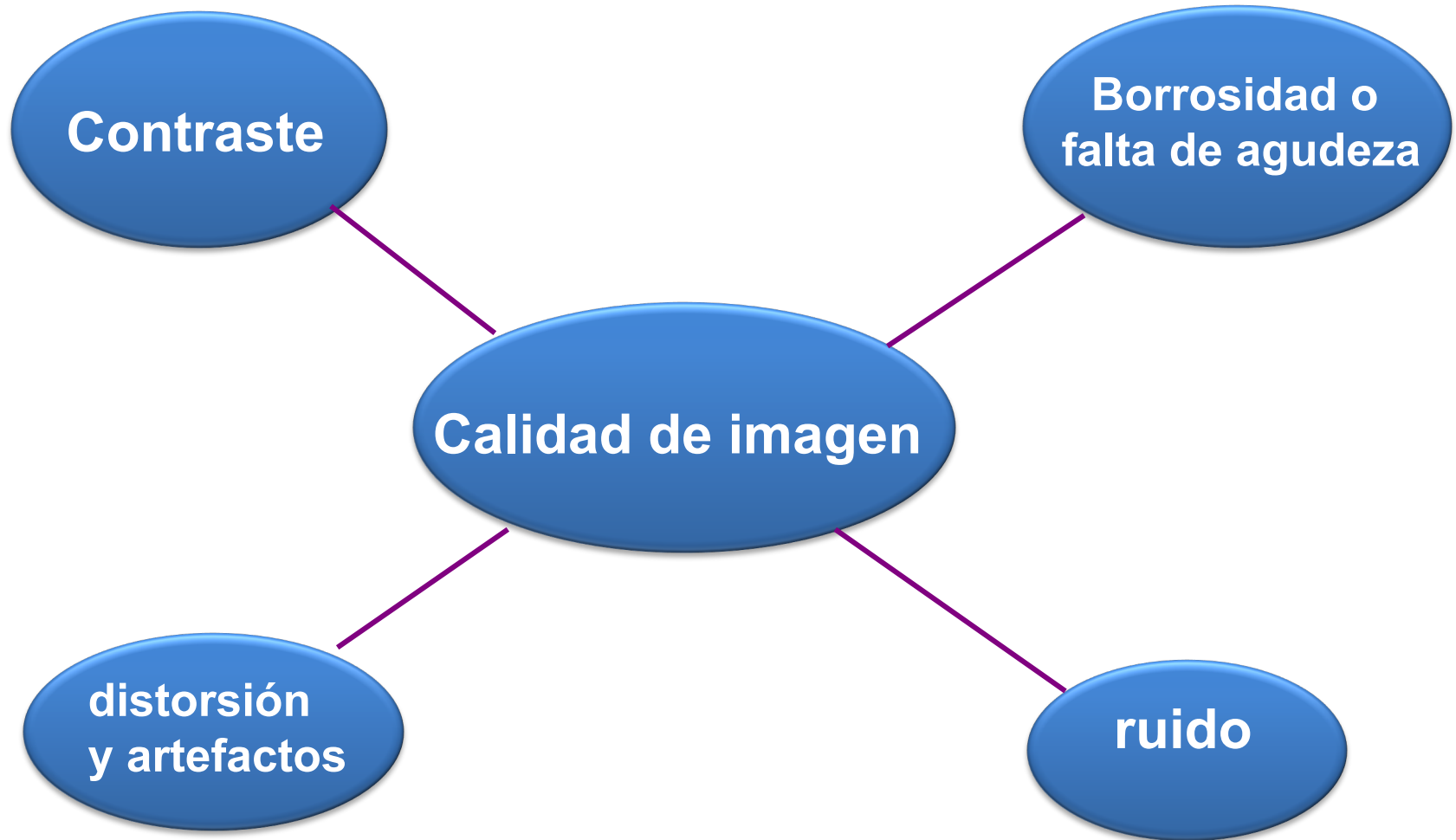
Maniqués específicos para angiografía con sustracción digital.



CONTROL DE CALIDAD



FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE IMAGEN



CONTRASTE DE LA IMAGEN



**Contraste
Bajo**



**Contraste
Medio**



**Contraste
Alto**

El contraste en la imagen se refiere a la diferencia fraccional en densidad óptica del brillo entre dos regiones de una imagen



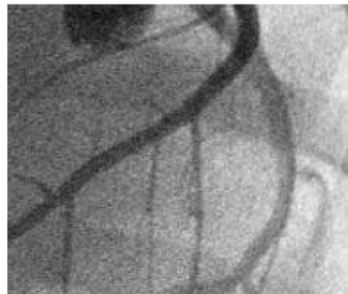
BORROSIDAD O PERDIDA DE NITIDEZ

- Pérdida de detalle en la imagen
- Desenfoque
- Al ver la imagen, el radiólogo podría opinar que esta carece de “**detalle**” o de “**resolución**” (reacción subjetiva del observador al grado de agudeza presente en la imagen)

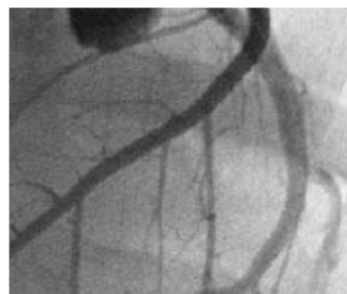


Ruido

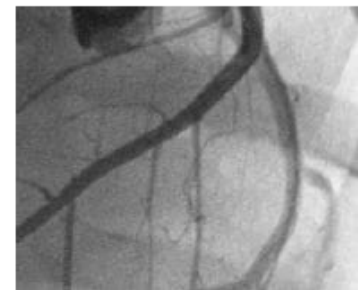
- Se define como la incertidumbre o imprecisión en el registro de una señal
- Imagen mediante rayos X: cuando se registra con bajo número de fotones X tiene un alto grado de incertidumbre, luego más fotones dan menos ruido.
 - ▶ El ruido es notorio cuando se trabaja con dosis insuficientes de rayos x



2 μ R per frame



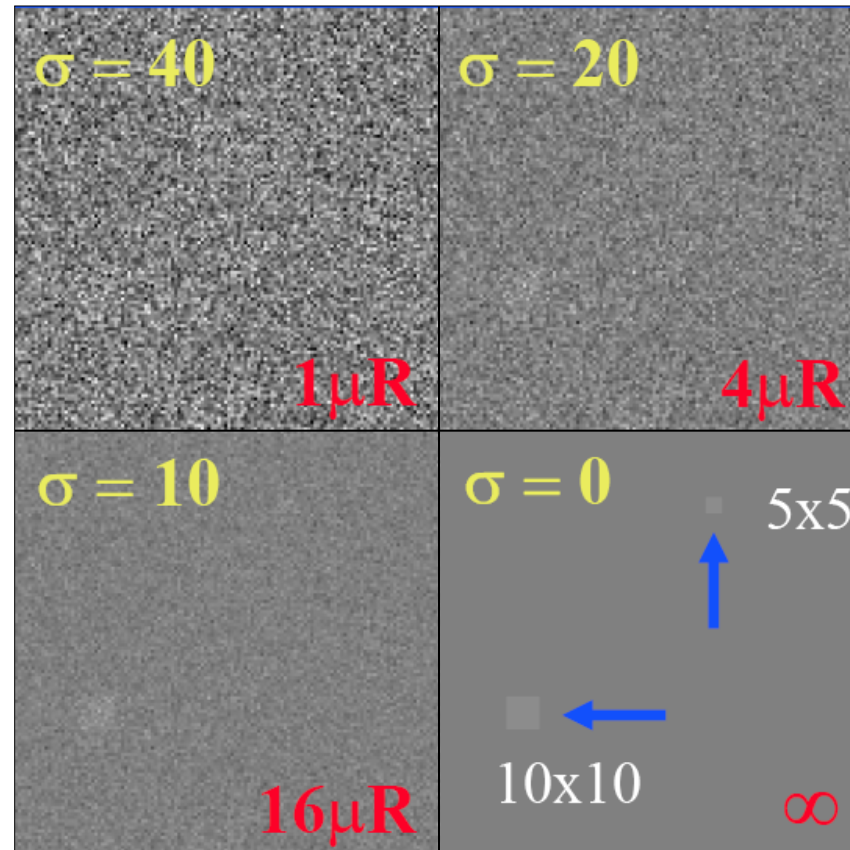
15 μ R per frame



24 μ R per frame

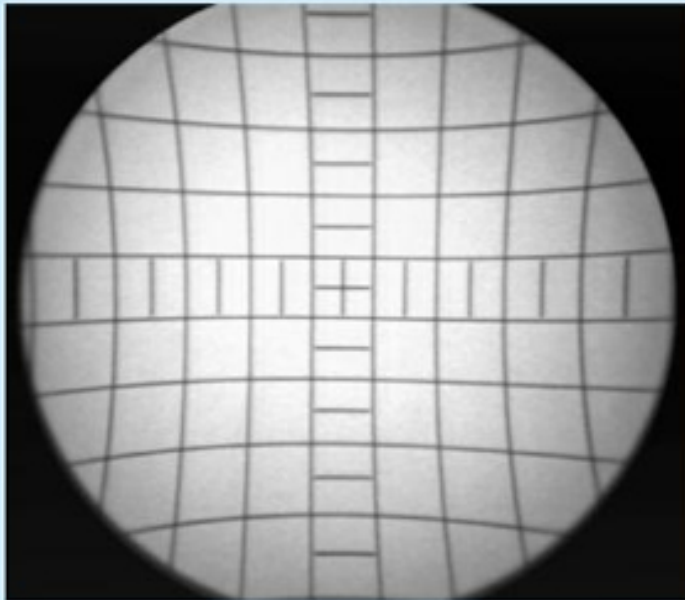


Ruido

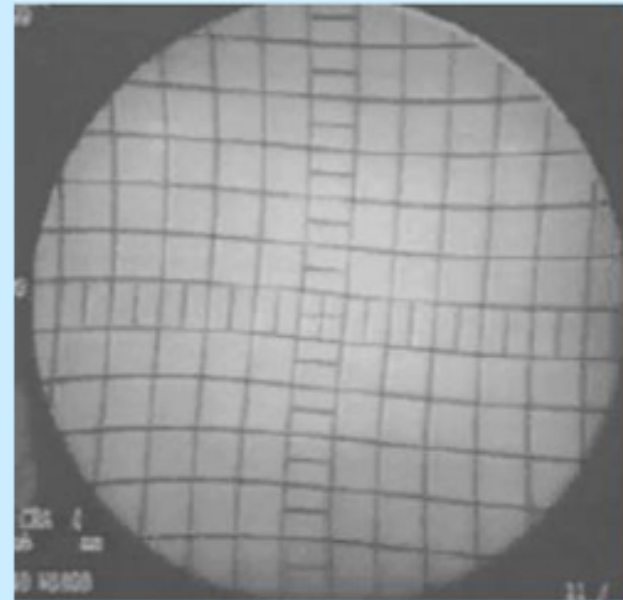


DISTORSIÓN

Image distortion



Pin-cushion



S-distortion

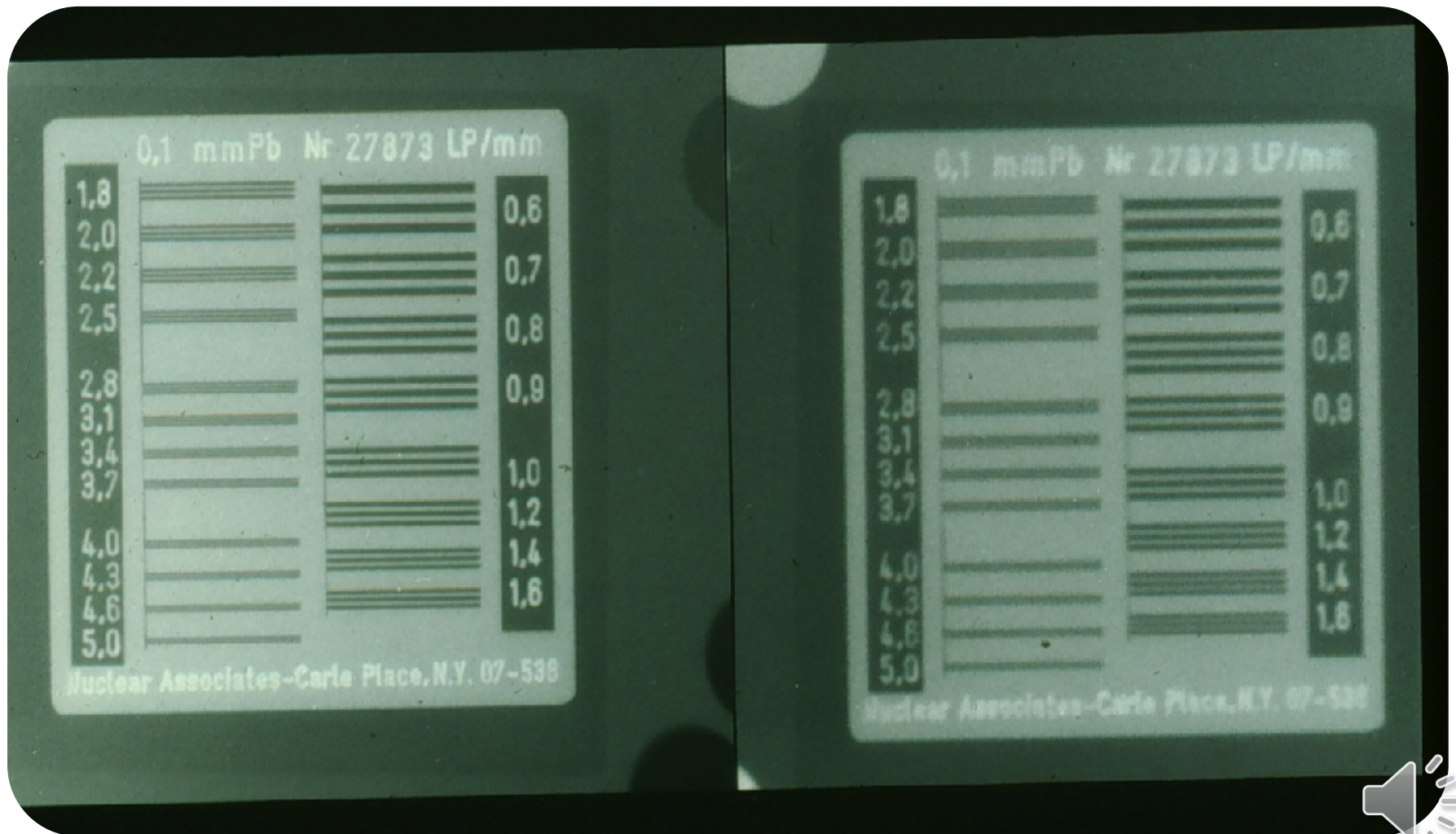


RESOLUCIÓN ESPACIAL

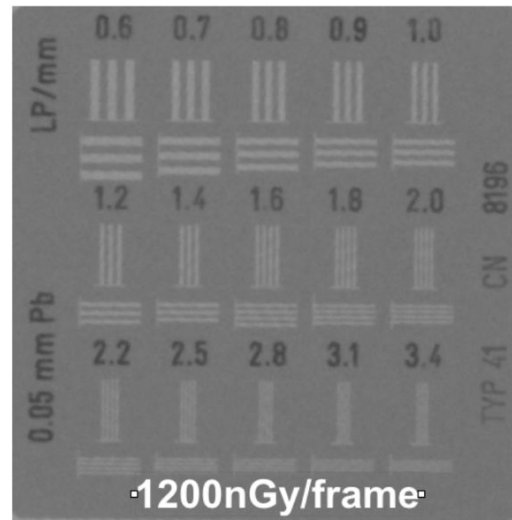
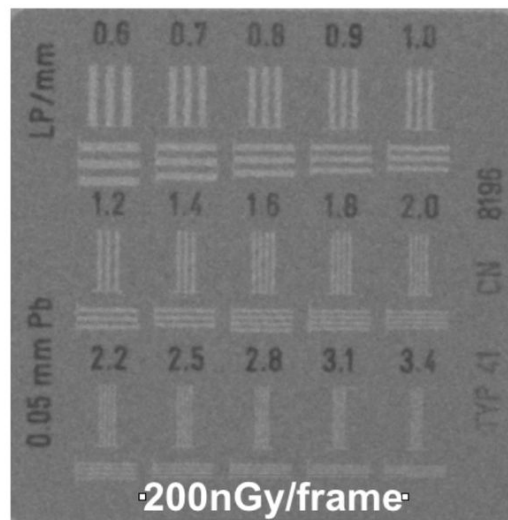
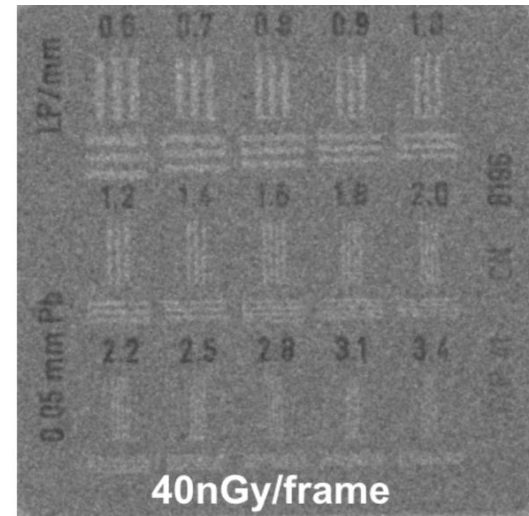
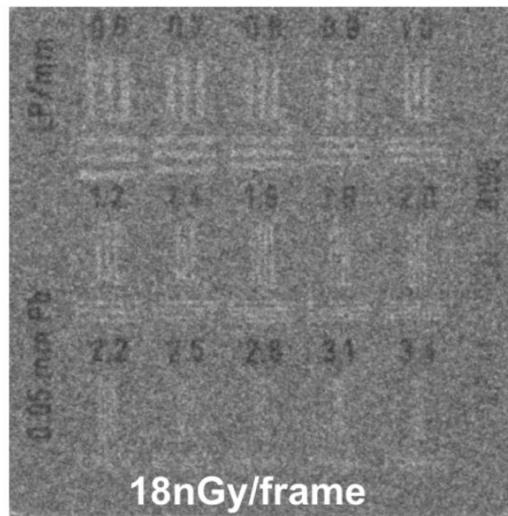
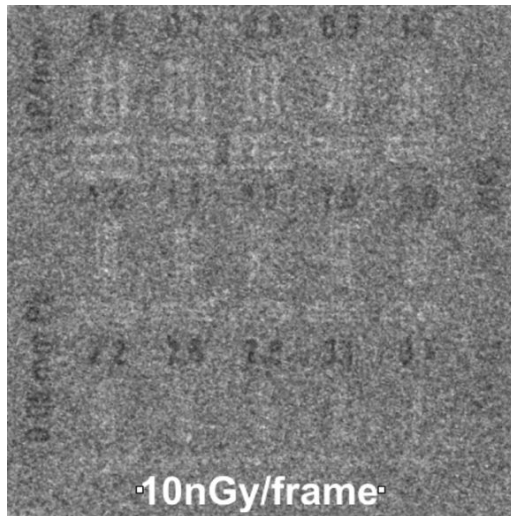
- Objetivo: Determinar la mínima resolución espacial
- Criticidad: Esencial
- Frecuencia: Anual/Inicial, tras cambios
- Indicador: número de pares de líneas por milímetro (pl/mm) visibles.
- Interpretación de Resultados : En intensificadores de imagen: Tamaño de campo de 36 cm $\geq$ 0,9-1 pl/mm; de 30 cm $\geq$ 1,12 pl/mm; de 23 cm $\geq$ 1,2 pl/mm; de 15 cm o inferiores $\geq$ 1,6 pl/mm.
- Para equipos con Angiografía digital estos valores estarán establecidos por el fabricante.



OBJETO DE PRUEBA DE PARES DE LÍNEAS



RESOLUCIÓN ESPACIAL



RESOLUCIÓN ESPACIAL

Tolerancia: para tamaño de campo $36\text{cm} \geq 0.9\text{-lpl/mm}$;
 $30\text{cm} \geq 1.12\text{pl/mm}$; $23\text{cm} \geq 1.2\text{pl/mm}$; 15 o menos $\text{cm} \geq 1.6\text{pl/mm}$.
 $\geq 20\%$ de resolución inicial



RESOLUCIÓN EN BAJO CONTRASTE

La *resolución en bajo contraste* determina el tamaño de detalle que puede ser reproducido visiblemente cuando hay solo una pequeña diferencia en densidad relativa respecto del área circundante

- La resolución en bajo contraste se ve limitada considerablemente por el ruido
- El umbral de percepción en relación al contraste y al tamaño del detalle puede determinarse, por ejemplo, por medio de una curva contraste-detalle

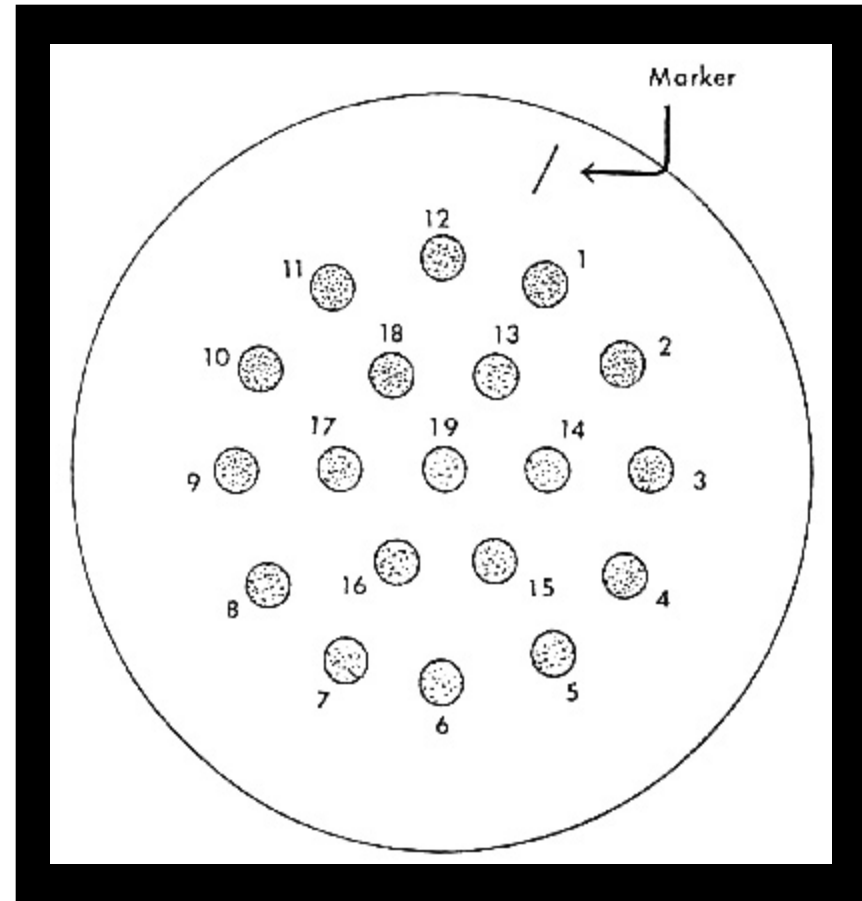


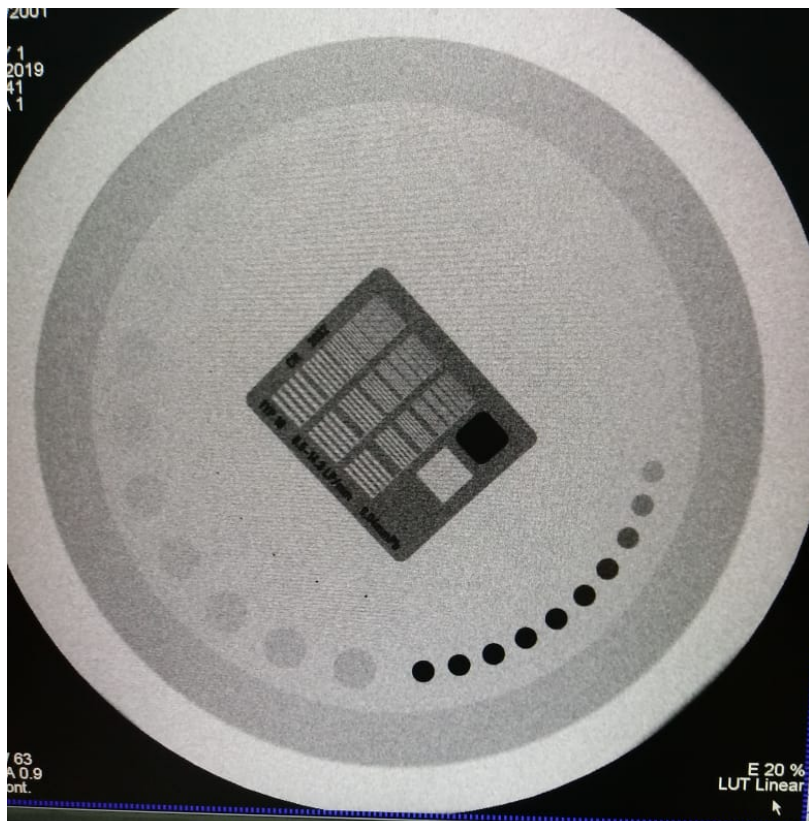
Maniquí de Leeds para fluoroscopia

Ruido y pérdida de contraste

Incorpora

19 discos, cada uno de 11 mm de diámetro, de diferentes contrastes frente a rayos X





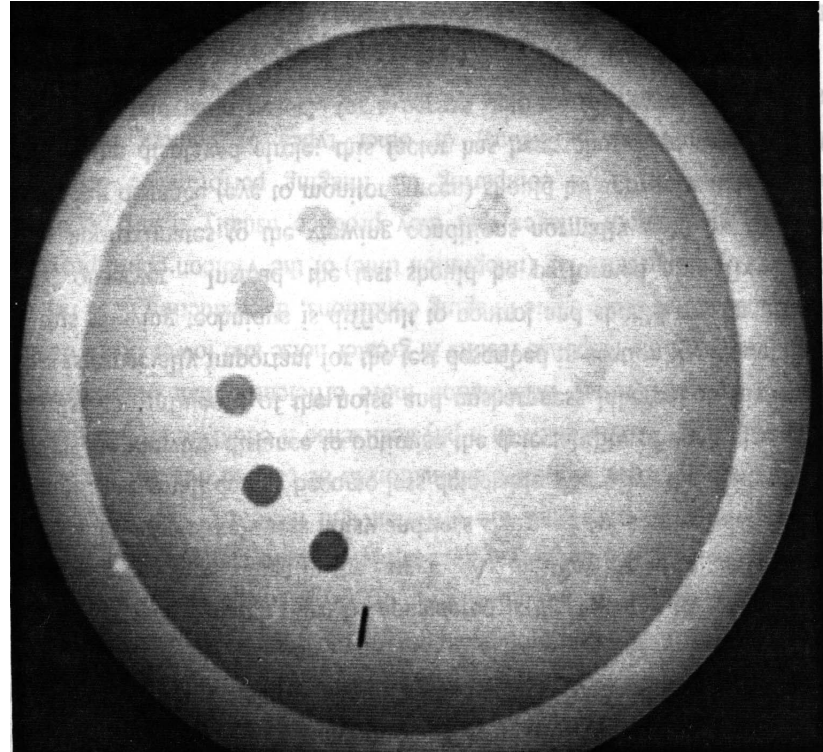
Maniquí de Leeds para fluoroscopia

Ruido y pérdida de contraste

Imagen fluoroscópica
típica del objeto de test

N.B.:

- Observar los círculos del centro
- Contar el número de círculos vistos



Ruido y pérdida de contraste

Interpretación de resultados

El contraste umbral se determina por el detalle que solo puede ser justamente detectado. El contraste umbral de un sistema moderno en ajuste promedio **no debe ser mayor** de los siguientes valores:

Diámetro del campo (cm)	Contraste umbral %
30 – 35	3.3
22 – 25	2.7
15 - 18	2.3



PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

- *Mínima distancia foco-piel*
- Perpendicularidad y centrado del haz de rayos x
- Sistema de colimación y tamaño de la imagen



MÍNIMA DISTANCIA FOCO-PIEL

Objetivo: Determinar la distancia mínima entre la fuente de rayos X y la superficie de la piel del paciente.

Criticidad: Esencial

Frecuencia: Inicial, tras cambios

La mínima distancia se puede determinar situando un objeto de tamaño conocido sobre el colimador y un chasis sobre la mesa. La distancia del foco al colimador se obtendrá por equivalencia de triángulos.

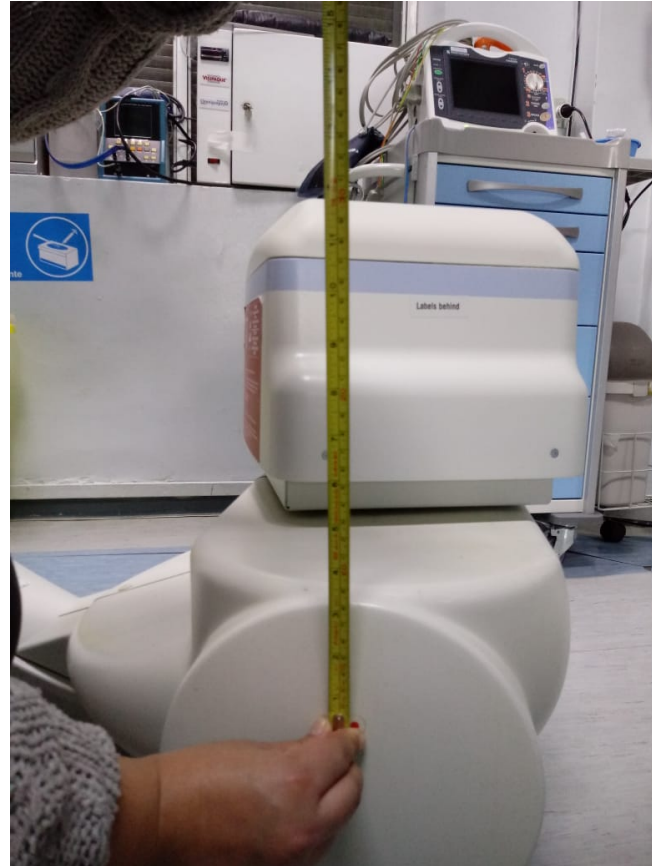
Tolerancia:

- ≥ 10 cm para arcos radioquirúrgicos de extremidades (también denominados mini arcos en C);
- ≥ 20 cm para arcos radioquirúrgicos de propósito general;
- ≥ 30 cm para otros equipos distintos de los arcos radioquirúrgicos.

Valores por sobre estos rangos deberán ser informados al Servicio Técnico



MÍNIMA DISTANCIA FOCO-PIEL



PERPENDICULARIDAD Y CENTRADO DEL HAZ DE RAYOS X

Objetivo: Verificar el centrado del Haz de Rayos X y su perpendicularidad

Criticidad: Complementario

Frecuencia: Anual/Inicial, tras cambios

Instrumentación: Maniquí de colimación, Cilindro de comprobación.

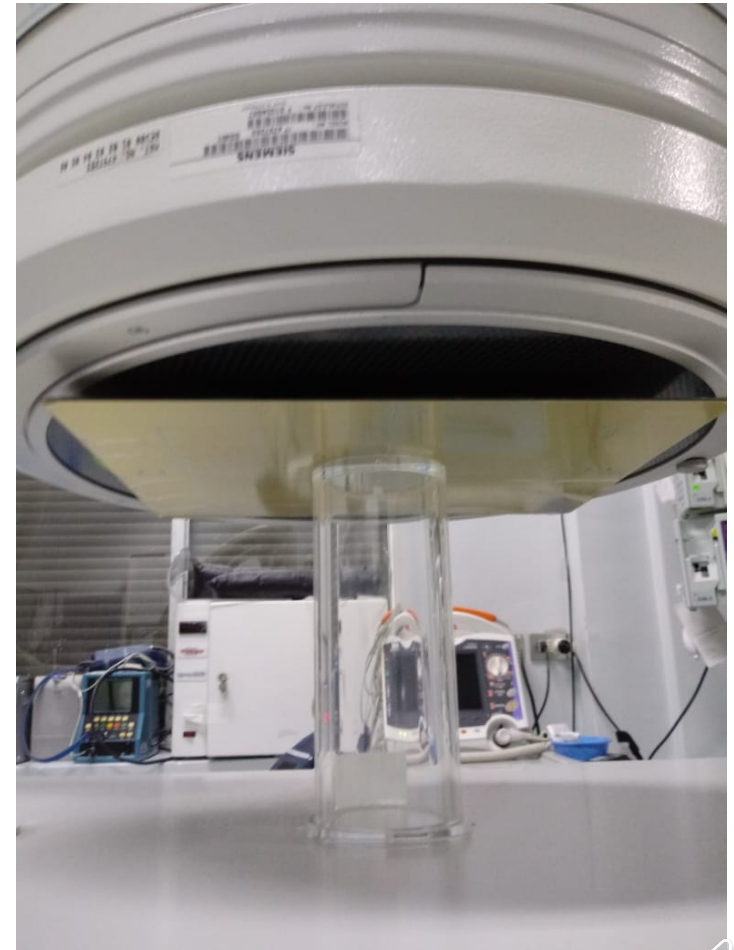
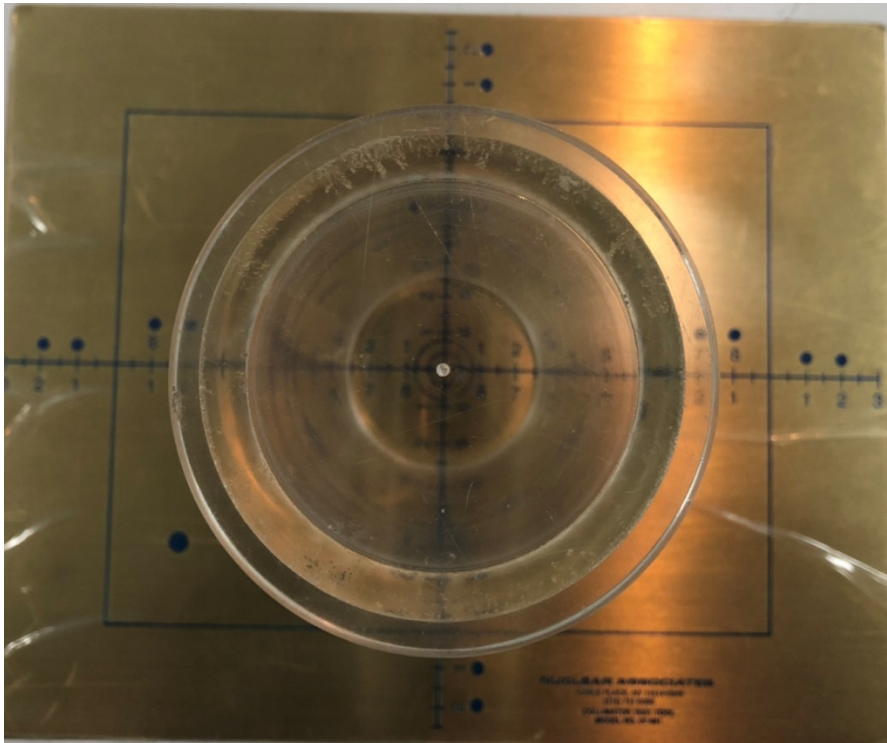
Se coloca el cilindro de comprobación situando el maniquí de colimación a 1 m del foco de forma que éste aparezca centrado en el monitor.

Tolerancia: $\leq 1,5^\circ$.

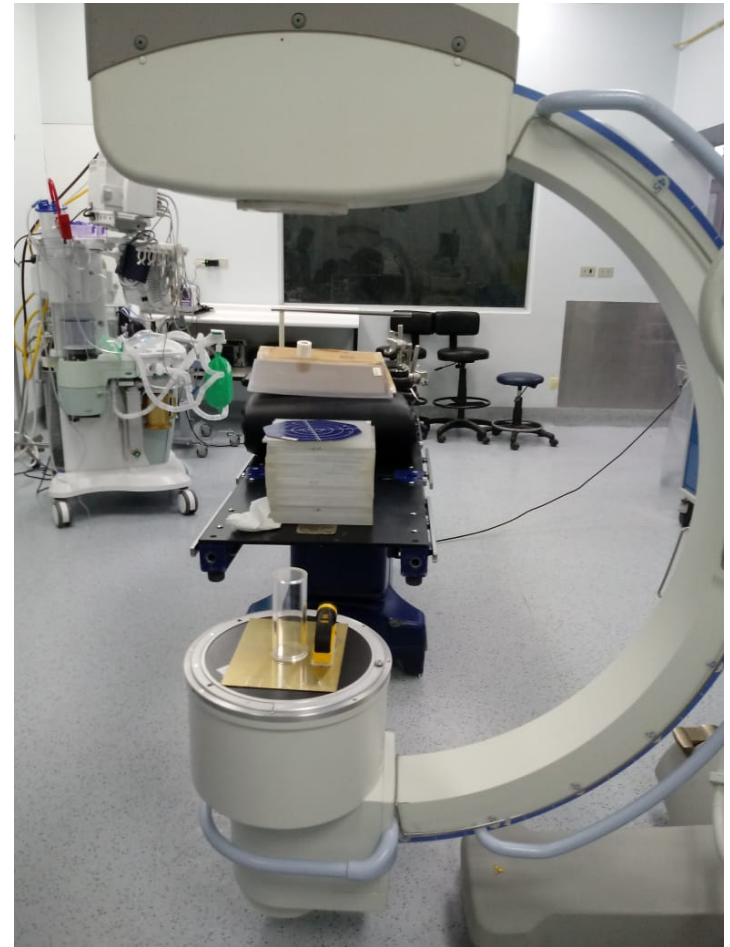
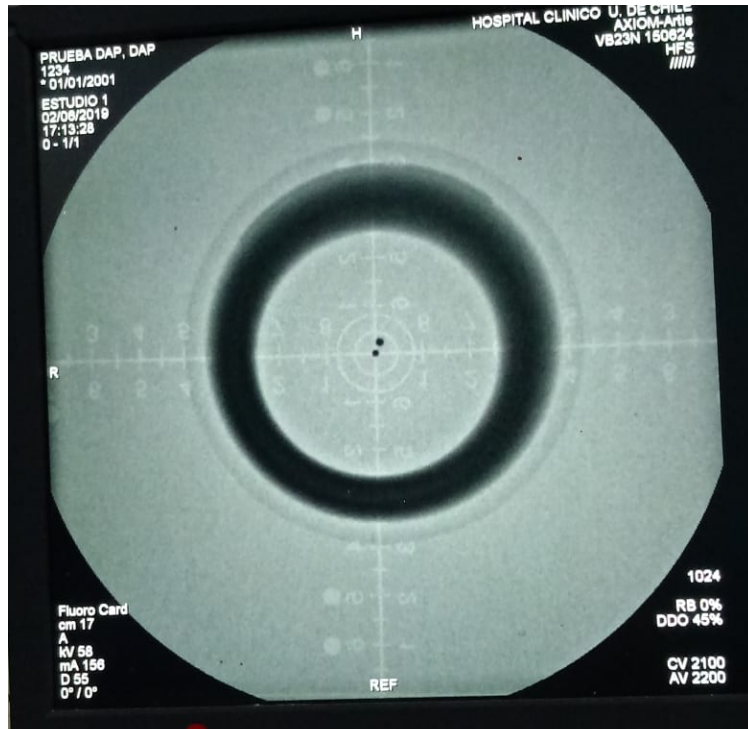
Valores por sobre estos rangos deberán ser informados al Servicio Técnico



PERPENDICULARIDAD Y CENTRADO DEL HAZ DE RAYOS X



PERPENDICULARIDAD Y CENTRADO DEL HAZ DE RAYOS X



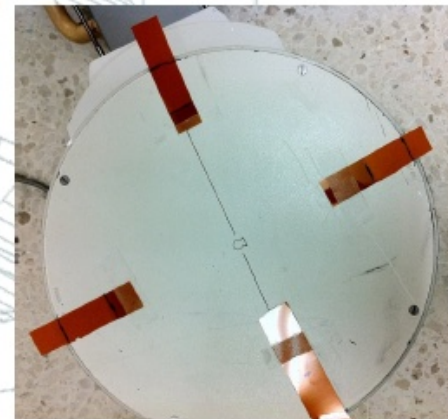
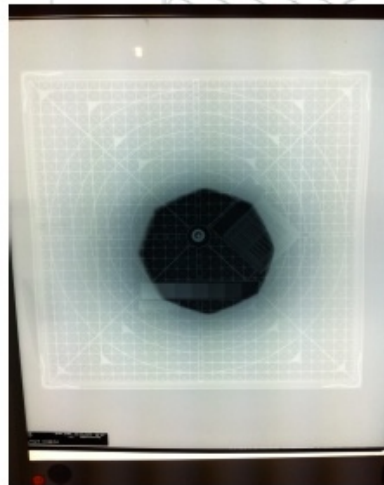
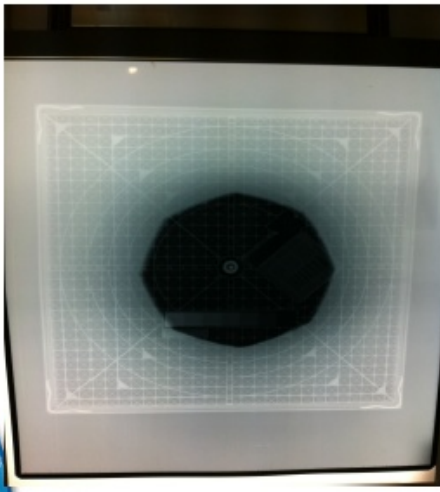
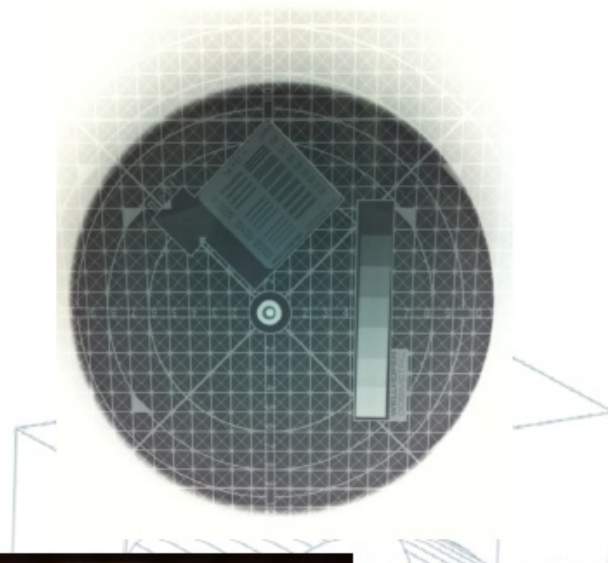
SISTEMA DE COLIMACIÓN Y TAMAÑO DE LA IMAGEN

Objetivo: Evaluar la simetría de los colimadores la coincidencia del tamaño del campo de radiación medido con el tamaño nominal, la coincidencia del tamaño del campo con el de su imagen en el monitor y su distorsión. Observar si el campo de radiación está centrado y restringido al II.

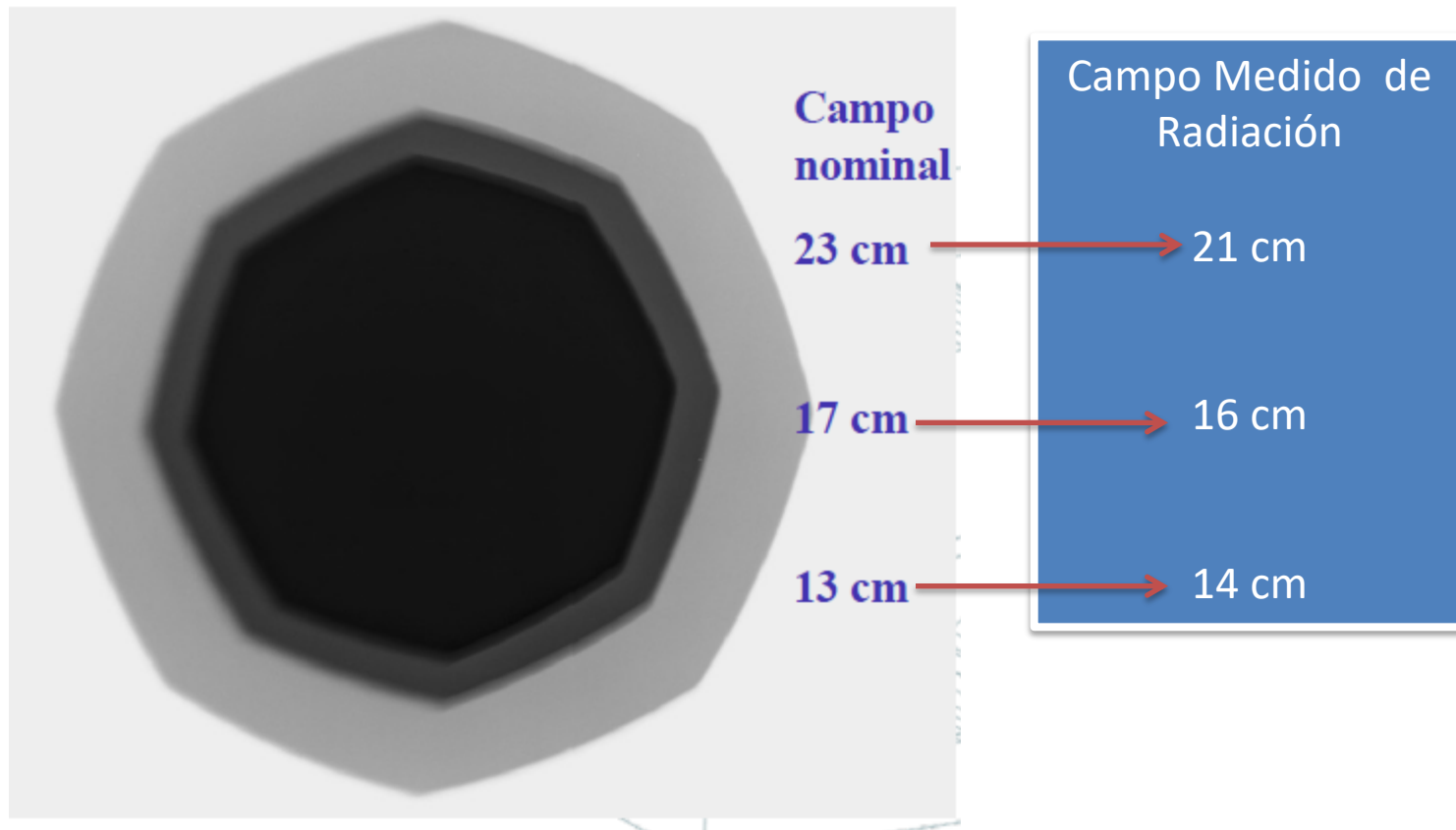
- ▶ Indicador: Diámetro del campo de radiación, del área útil del II y de la imagen.
- ▶ Frecuencia mínima de la prueba: inicial, semestral y después de cambios



SISTEMA DE COLIMACIÓN Y TAMAÑO DE LA IMAGEN



SISTEMA DE COLIMACIÓN Y TAMAÑO DE LA IMAGEN



FLUOROSCOPIA PULSADA, DURACIÓN Y FRECUENCIA DEL PULSO

Objetivo: Determinar duración y frecuencia de pulsos de radioscopia y verificar concordancia con valores entregados por el equipo.

Criticidad: Complementario

Frecuencia: Inicial, tras cambios

Instrumentación: Kilovoltímetro o dosímetro, Osciloscopio, Filtros de cobre, Metacrilato.

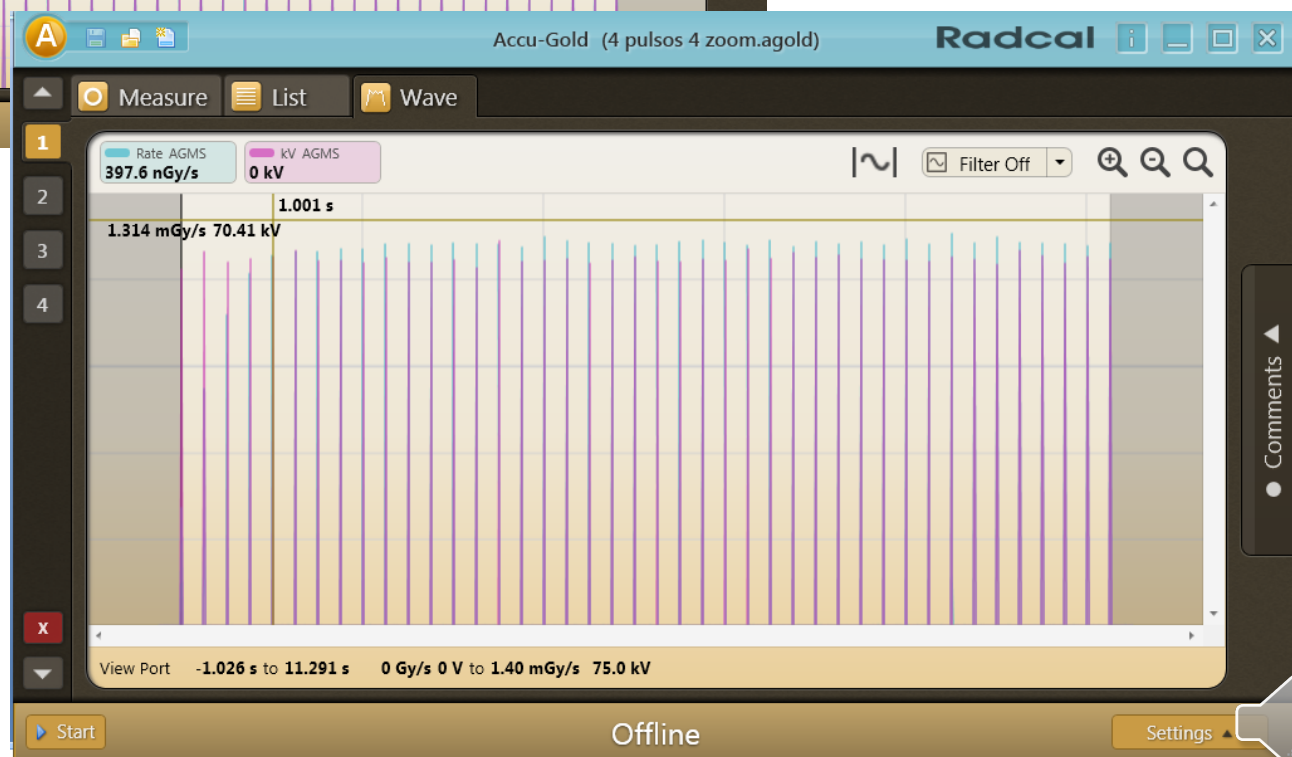
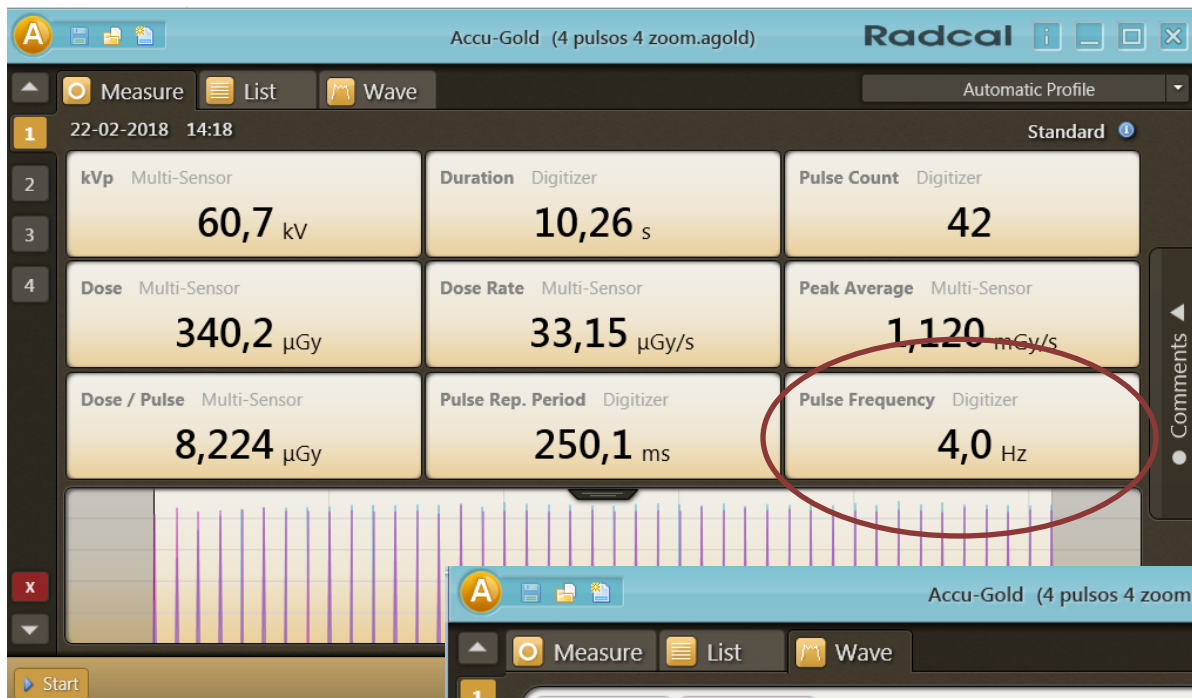
La medida puede realizarse estabilizando el haz de radiación con cobre o metacrilato y situando el detector en una posición tal que no afecte significativamente al control automático de intensidad.

También es importante tener en cuenta que la tasa de pulsos es frecuentemente modificada en función de los requisitos particulares del médico especialista.

Esto debe tenerse en cuenta a la hora de programar las pruebas de aceptación, referencia y/o constancia, con el fin de que sus resultados reflejen la verdadera situación clínica.

Cardiología: 3-8 ms de pulso con frecuencias entre 7,5 y 30 fps.





TIEMPO DE FLUOROSCOPIA

Objetivo: Verificar el correcto funcionamiento de la alarma sonora y la interrupción automática de la exposición en los tiempos recomendados.

Indicadores: Tiempo y señal sonora

Frecuencia mínima de la prueba: Inicial, anual y después de cambios

La alarma sonora no se activa en 5 min

La emisión del haz de rayos X no es bloqueada automáticamente después de 10 min



TASA DE DOSIS EN LA ENTRADA DE LA PIEL DEL PACIENTE

Propósito

Medida de la tasa de dosis a la entrada del paciente para diferentes espesores

Efecto en la radiación dispersa.

Método

Usar absorbentes equivalentes a agua diferentes (PMMA) en la cara de entrada del I.I. (20 cm para un paciente estándar) o láminas de cobre (2 mm para un paciente estándar)

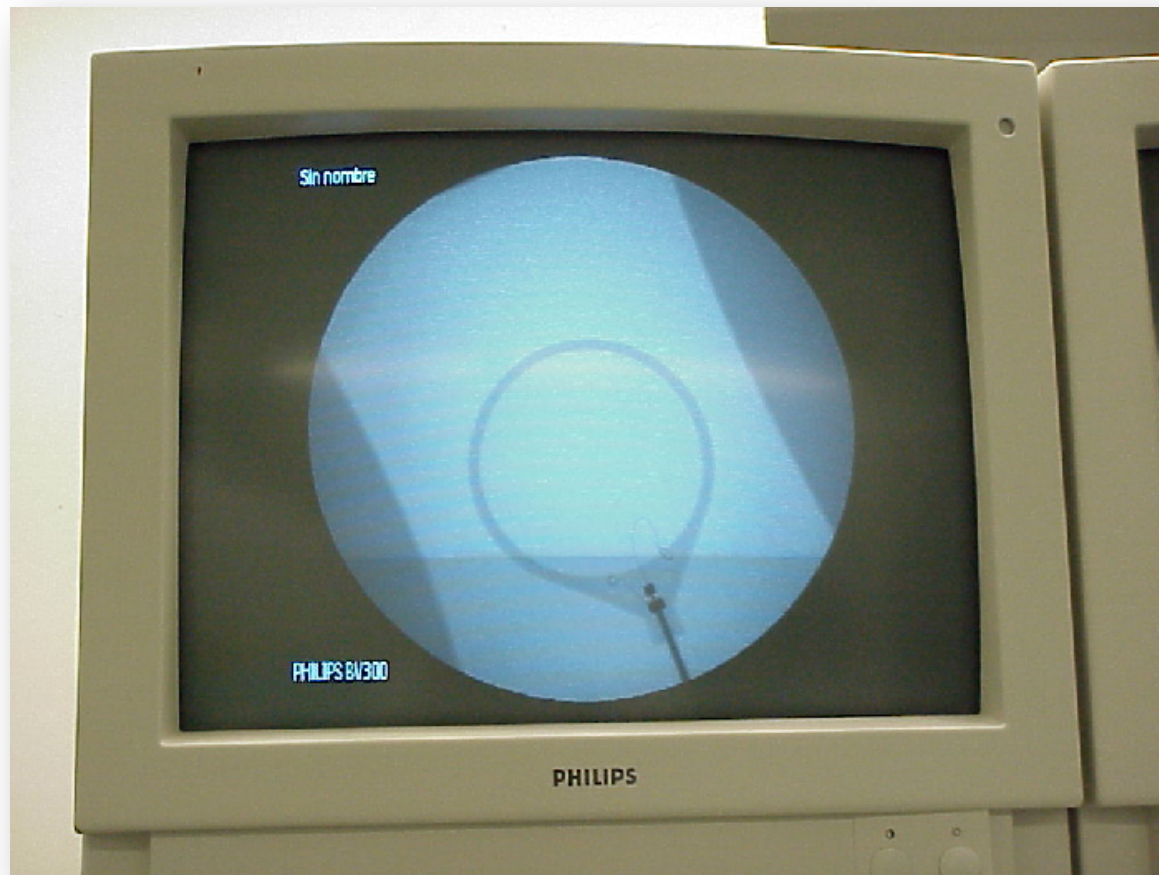
Colocar un dosímetro en la entrada (lado del tubo de rayos X) del absorbente



Usar 10 cm de espesor de polimetil metacrilato para simular un paciente delgado. La distancia de la mesa al I.I. es 35 cm (que se mantendrá constante a los diferentes espesores de paciente)



La cámara se centra fácilmente debido a la pequeña magnificación (el I.I. está junto a la cámara)





La dosis a la
entrada es
1.78 mGy/min.





Ahora, el
espesor de
maniquí es
20 cm



La cámara mide ahora 8.85 mGy/min





Fluoroscopy - Standard dose rate

Análisis

- Debe ser $< 25 \text{ mGy/min}$
- Condiciones de alto nivel: $< 100 \text{ mGy/min}$

Frecuencia

- Aceptación, cambio del tubo
- Reparación del generador
- Reparación del I.I.
- Semestral



TASA DE DOSIS EN LA ENTRADA DEL IIR

Objetivo: Determinar la tasa de dosis máxima en la entrada del IIR, mediante la obtención del Kerma en aire.

- Instrumentación:

- Cámara de ionización plana de espesor de 1,5 a 2 cm.
- Electrómetro.
- Filtro de 2 mm de Cobre u otro simulador de atenuación equivalente.

Procedimiento de cálculo:

- En caso necesario, transformar las lecturas obtenidas a $\mu\text{Gy}/\text{s}$.

Interpretación de los resultados:

- Tolerancia: Condiciones normales de operación: $0,8 \mu\text{Gy}/\text{s}$.
- Para todas las condiciones de magnificación y niveles de dosis:
 $< 1,0 \mu\text{Gy}/\text{s}$.



RENDIMIENTO

Objetivo: medir valor del rendimiento.

Materiales: Detector de radiación y electrómetro, maniquí de atenuación equivalente a paciente de cobre o aluminio.

Periodicidad: Anual / Inicial, tras cambios.

Puesto que los equipos modernos de radiología intervencionista principalmente y también los arcos quirúrgicos y telemandos utilizan clínicamente distintas combinaciones de filtros, habitualmente de cobre y aluminio, el rendimiento debería medirse inicialmente para todos ellos al menos para una tensión de referencia (70 ó 80 kVp). Anualmente se verificará al menos la constancia del rendimiento para la filtración fija del tubo.

Tolerancia: Valor: Según especificaciones de fabricante

Constancia respecto a los valores de referencia: Variación < 25%.



RENDIMIENTO



EVALUACIÓN CONTROL AUTOMÁTICO DE BRILLO

- ▶ Objetivo: Evaluar la repetibilidad del CAB y la compensación para diferentes espesores y tensiones

Indicador: Tasa de kerma en aire

Frecuencia: Inicial, anual, y después de cambios



EVALUACIÓN CONTROL AUTOMÁTICO DE BRILLO

Compensación por espesores.

Tolerancia: 20% para espesores entre 10 y 25 cm (PMMA)

Repetibilidad:

Tolerancia: $\leq 10\%$

Compensación por tensión.

Tolerancia: $\leq 20\%$



EVALUACIÓN CONTROL AUTOMÁTICO DE BRILLO



RADIACIÓN DE FUGA

Objetivos: Evaluar la radiación de fuga del cabezal del tubo de rayos X.

Indicadores: Kerma en aire, a la máxima carga que pueda soportar el tubo durante 1 hora

Frecuencia mínima de la prueba: Inicial y después de cambios



RADIACIÓN DE FUGA

METODOLOGÍA

- ▶ Cerrar completamente el colimador.
- ▶ Dependiendo del tipo y estado del colimador, se deberá bloquear la salida del mismo con una placa de plomo.
- ▶ Cubrir la coraza del tubo con chasis cargados, identificando la posición de cada uno
- ▶ Seleccionar el máximo kVp y un valor de corriente y tiempo razonable (cuidando no dañar el tubo). Registrar los mismos
- ▶ Realizar una exposición
- ▶ Revelar las películas y detectar puntos de mayor ennegrecimientos que puedan indicar radiación de fuga.
- ▶ Colocar cámara de ionización de alto volumen a 1 metro de distancia en dirección a cada punto de ennegrecimiento
- ▶ Realizar exposición y registrar las lecturas.



RADIACIÓN DE FUGA

cálculos

- ▶ Verificar que las lecturas obtenidas estén en mGy/h.
- ▶ Disponer, según especificaciones del equipo, de la corriente máxima del tubo, para aplicarlo en la siguiente formula:

$$L_R = \frac{I_f}{I_e} L_o$$

- ▶ Donde L_R es la tasa de radiación de fuga, I_f es el valor de corriente máxima del tubo especificada por el fabricante I_e es la corriente empleada y L_o es la lectura de la tasa de radiación de fuga obtenida.

Límite de Tolerancia: < 1 mGy/h a 1 m del foco.



LEVANTAMIENTO RADIOMÉTRICO

- ▶ Objetivo: evaluar los niveles de exposición ocupacional y del público
- ▶ Indicador: Equivalente de dosis ambiental en mSv/año, u otra magnitud de acuerdo con la calibración de los instrumentos disponibles.
- ▶ Frecuencia mínima: inicial, cada cuatro años y después de modificaciones que afecten la protección radiológica.



LEVANTAMIENTO RADIOMÉTRICO

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES DE TÉCNICAS FLUOROSCÓPICAS DE USO MÉDICO

AGOSTO 2016



Instituto de
Salud Pública
Ministerio de Salud

Gobierno de Chile



MEDICIONES EN HEMODINAMIA

Medición 1

Posición Tubo Rayos X: Bajo mesa examen

Modo: Fluoro Normal

Aditamentos Blindaje: No

DTI: 118cm

Punto Medición	Lectura Corregida (mR/h)	Dosis Equivalente (mSv/h)
A	47.6	0.4
B	22.9	0.2
C	8.2	0.1
D	32.3	0.3
E	330.7	2.9
F	0.1	0.001
G	0.1	0.001
H	0.1	0.001
I	0.8	0.01

Medición 2

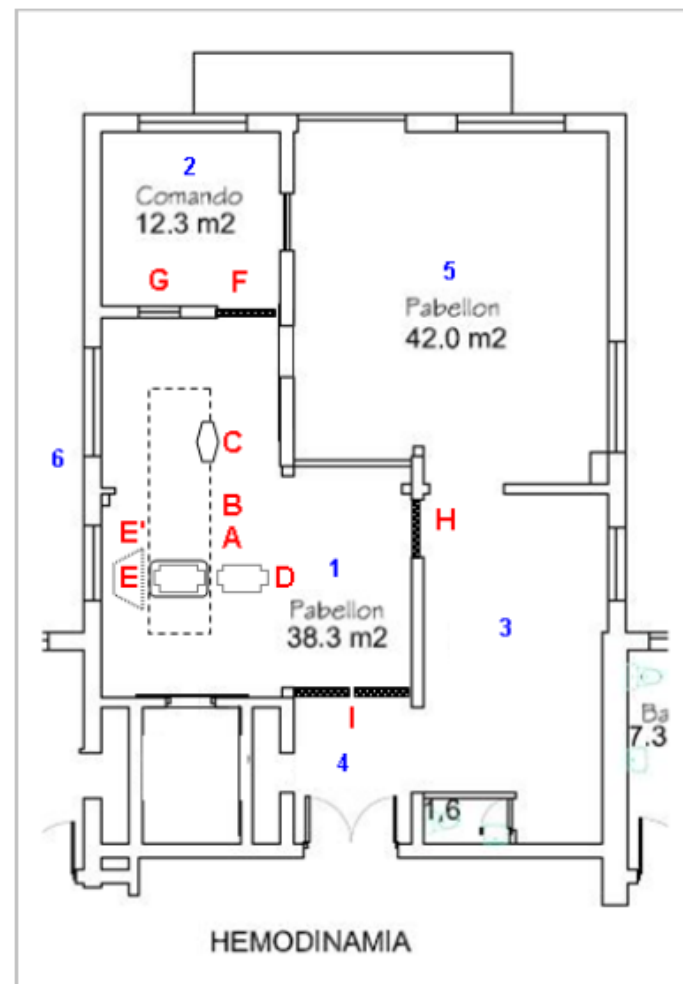
Posición Tubo Rayos X: Bajo mesa examen

Modo: Adquisición Coronario Dose NT (15f/s)

Aditamentos Blindaje: No

DTI: 118cm

Punto Medición	Lectura Corregida (mR/h)	Dosis Equivalente (mSv/h)
A	307.7	2.7
B	101.1	0.9
C	27.5	0.2
D	155.6	1.4
E	1615.4	14.2
I	11.3	0.1



“De las acciones que nosotros tomemos en las pruebas de control de calidad de los equipos fluoroscópicos dependerá en gran medida las dosis que reciban el paciente y todo el personal que labora en estos equipos”

