

ACOFIMED

Asociación Colombiana de Física Médica



Guía para el establecimiento de valores típicos de dosis en imagenología con rayos X





**Guía para el establecimiento de valores típicos de dosis en
imagenología con rayos X**

Documento controlado: Asociación Colombiana de Física Médica.

Promovido por Junta Directiva de la Asociación Colombiana de Física Médica

Autores

MSc. Jairo Fernando Poveda Bolaños
MSc. Lady Astrid García Sánchez
MSc. Víctor Alfonso Ramos Correa
MSc. Jeison Eduardo Vivas García
MSc. Nathaly Barbosa Parada
Est. MSc. Fis. Med. Lina Rocío Lorena Barbosa Gómez
Est. MSc. Fis. Med. Jhonattan Sainer Urdaneta Chacón

Revisión técnica

DSc. María Esperanza Castellanos, DSc. Edison Salazar, MSc. Harley Alejo Martínez

Revisión editorial

DSc. María Esperanza Castellanos

Año 2025

ISBN: 978-628-96906

Tabla de contenido

1. Introducción	4
2. Definiciones	5
3. Objetivos	7
4. Personal objetivo	7
5. Expectativas	7
6. Glosario de acrónimos	7
7. Metodología para la obtención de valores típicos de dosis	8
7.1 Identificación de las magnitudes y unidades que se van a registrar	8
7.2 Selección de estudios	13
7.3 Estandarización del tamaño de los pacientes	13
7.4 Evaluación de la calidad de la imagen	15
7.5 Selección del instrumento para la recolección de la información	16
7.6 Cálculo de los valores típicos	17
7.7 Presentación de los resultados obtenidos	17
8. Análisis para aplicar procesos de optimización	18
9. Anexo 1	19
10. Anexo 2	21
11. Bibliografía	25

1. Introducción

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) ha establecido los niveles de referencia para diagnóstico (NRD) como una herramienta fundamental para optimizar la protección radiológica en procedimientos de imagenología con radiaciones ionizantes [1]. Estos niveles permiten evaluar si las dosis de radiación administradas a un grupo de pacientes durante un estudio radiológico específico son excesivas o insuficientes, teniendo en cuenta cada práctica [2]. Los NRD son valores representativos de las dosis de radiación en pacientes durante un procedimiento específico, bajo condiciones rutinarias. Con su implementación es posible identificar prácticas que puedan conducir a dosis innecesariamente altas y promover la mejora continua en la calidad de la atención radiológica. De acuerdo con la recomendación de la ICRP-135, los NRD no son límites de dosis para las exposiciones médicas en radiología.

Los datos para determinar los valores nacionales de NRD se obtienen de encuestas o registros de los indicadores de dosis de los exámenes realizados en pacientes, que se recopilan en diferentes instituciones. El valor del percentil 75 de la distribución de las medianas de una distribución de indicadores de dosis en instituciones sanitarias de un país se utiliza como el NRD nacional [1].

Se denomina valor típico de dosis al valor de la mediana de la distribución de los datos para un indicador de dosis determinado, de un procedimiento de imagenología en una institución o número pequeño de instituciones. Estos datos se obtienen de una encuesta local o de una revisión de datos locales. Estos valores reflejan las características particulares de cada institución, como la tecnología utilizada y las condiciones clínicas de los pacientes. Los valores típicos a nivel institucional son útiles para la mejora interna, y deben ser comparados con NRD nacionales o regionales.

La presente guía se basa en las recomendaciones de la ICRP y tiene como objetivo facilitar el proceso de establecimiento de valores típicos en cada institución, proporciona los conceptos y herramientas necesarias para la recopilación y análisis de los datos de indicadores de dosis, así como para la definición de esos indicadores para cada modalidad diagnóstica.

2. Definiciones

Adulto de talla estándar: la estandarización del tamaño del paciente generalmente se logra mediante la restricción de peso; el peso medio elegido debe estar cerca del peso promedio en la población considerada. Un peso medio de 70 ± 20 kg puede ser apropiado para algunos países. Para los adultos, esto se logra generalmente utilizando datos de pacientes con pesos dentro de un cierto rango (por ejemplo, un rango de 50 a 90 kg para un promedio de 70 kg).

Calidad de imagen diagnóstica: grado en que una imagen médica proporciona información suficiente y precisa para permitir una evaluación clínica confiable; es un equilibrio entre nitidez, contraste y ruido, asegurando que la imagen sea útil para el diagnóstico.

Indicador de dosis: una magnitud de radiación que se mide o determina de manera fácil (por ejemplo, $K_{a,e}$, $K_{a,i}$, $CTDI_{vol}$, DLP, P_{KA} , $K_{a,r}$, D_G) para evaluar la cantidad de radiación ionizante utilizada en la obtención de una imagen radiográfica. Los indicadores seleccionados son aquellos que están fácilmente disponibles para cada tipo de modalidad y procedimiento de imagenología médica.

Dosis glandular media (DMG o D_G): en mamografía es la dosis media absorbida en el tejido glandular de la mama, dada en mGy. El tejido glandular es el tejido radiosensible del seno. La D_G se calcula a partir del kerma en aire incidente ($K_{a,i}$) o el kerma en aire en la superficie de entrada ($K_{a,e}$). La conversión de $K_{a,i}$ a D_G es una función de la calidad del haz (es decir, la capa hemirreductora), el material del ánodo, la filtración, el grosor y la composición de la mama. La conversión de $K_{a,e}$ a D_G es una función de todos estos factores y del factor de retrodispersión del tejido mamario.

Índice de dosis volumétrico en tomografía computarizada ($CTDI_{vol}$): es el índice dosimétrico que refleja la dosis en una serie de exploraciones de CT realizadas con movimiento de la camilla; se calcula a partir del índice ponderado ($CTDI_w$) mediante la siguiente expresión para cortes axiales:

$$CTDI_{vol} = \frac{N \cdot T}{l} CTDI_w$$

Donde N es el número de cortes axiales a realizar, T es el espesor de corte y l es el avance de la camilla entre cortes.

En tomografía helicoidal, el parámetro que describe la relación entre el ancho del haz de radiación y el avance de la camilla es el pitch, con lo cual la expresión del $CTDI_{vol}$ es:

$$CTDI_{vol} = \frac{1}{pitch} CTDI_w$$

El $CTDI_w$ representa la dosis promedio de radiación atribuible a un corte en el plano x-y, mientras que $CTDI_{vol}$ establece la dosis promedio de radiación en el volumen x-y-z, atribuible a un desplazamiento unitario de la camilla en el eje z [3].

Kerma en aire en el punto de referencia de entrada del paciente ($K_{a,r}$): kerma en aire en un punto en el espacio ubicado a una distancia fija del punto focal (ver punto de referencia de entrada del paciente) acumulada durante un procedimiento completo, expresado en mGy. Esta cantidad se menciona en publicaciones médicas como "dosis acumulativa" y también "kerma en aire en el punto de referencia".

Kerma en aire en la superficie de entrada ($K_{a,e}$): kerma en aire en el eje central del haz de rayos X en el plano donde el haz ingresa al paciente (incluye radiación retrodispersada). En algunas publicaciones médicas, el acrónimo utilizado para esta cantidad es ESAK (Kerma en aire en la superficie de entrada) o el término más antiguo ESD (dosis de entrada en superficie).

Kerma en aire incidente ($K_{a,i}$): kerma en aire en el eje central del haz de rayos X en la superficie de incidencia (no incluye radiación retrodispersada). En algunas publicaciones médicas, el acrónimo utilizado para esta cantidad es IAK (kerma incidente en aire).

Práctica: toda actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales o extiende la exposición debida a las fuentes existentes de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de personas, o el número de las personas expuestas.

Producto kerma área (P_{KA}): es la integral del kerma (en ausencia de retrodispersión) sobre el área del haz de rayos X en un plano perpendicular al eje. En algunas publicaciones médicas, el acrónimo utilizado para esta cantidad es KAP (producto Kerma área) (medido en $mGy \cdot cm^2$). La terminología más antigua es "producto dosis área", que se abrevia como DAP.

Producto dosis longitud (DLP): un parámetro utilizado como medida sustituta de la energía impartida al paciente en un estudio de tomografía computarizada de longitud L. Por convención, el DLP es reportado en unidades de $mGy \cdot cm$.

Punto de referencia de entrada en el paciente: la posición en la que se mide el kerma en aire acumulado en procedimientos de intervencionismo, para representar razonablemente el kerma incidente en la superficie del paciente. Para los fluoroscopios isocéntricos (brazos en C), este punto de referencia se define como ubicado en el eje central del haz, a 15 cm del isocentro en dirección al punto focal.

Nivel de referencia para diagnóstico (NRD): es una forma de nivel de investigación que se utiliza como herramienta para ayudar a optimizar la protección en la exposición médica de los pacientes para procedimientos de diagnóstico e intervención.

NRD nacional: valor establecido en un país que se basa en datos de una muestra representativa de los valores típicos en centros de salud de ese país. Los valores de NRD generalmente se definen como el tercer cuartil (percentil 75) de la distribución de las medianas de las distribuciones de los indicadores de dosis institucionales.

Valor típico de dosis: es el valor de la mediana de la distribución de los datos para un indicador de dosis determinado en un procedimiento de imagenología. La distribución incluye datos de una institución sanitaria que tiene varias salas de rayos X (o de un pequeño número de instituciones). Estos datos se obtienen de una encuesta local o de una revisión de datos locales.

3. Objetivos

General: Estandarizar el proceso de obtención de valores típicos de dosis, proporcionando una metodología para su cálculo en instituciones que realizan procedimientos de imagenología con radiaciones ionizantes, para cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 482 de 2018 del Ministerio de Salud y Protección Social.

Específicos: Presentar a los usuarios los conocimientos básicos y los conceptos clave relacionados con la determinación de los valores típicos de dosis.

Establecer un proceso metodológico para obtener datos de los indicadores de dosis generados en los procedimientos de diagnóstico por imágenes y procedimientos de intervencionismo.

4. Personal objetivo

Según la ICRP [1] todos los miembros del equipo de atención de pacientes en un servicio de imagenología deben participar en la implementación de la optimización de la protección radiológica y la responsabilidad principal puede estar en manos de un físico médico, un médico radiólogo o un tecnólogo en imágenes diagnósticas. Lo anterior teniendo en cuenta la diversidad de servicios en cuanto a la cantidad de equipos y los procedimientos que se realizan en ellos. Idealmente, en servicios con un número importante de equipos de rayos X, en los cuales también se realizan procedimientos de fluoroscopia el responsable principal de la optimización debe ser un físico médico. El programa de garantía de calidad del servicio debería incluir la creación de un equipo de optimización de la dosis y de la calidad de la imagen compuesto por un físico médico, un radiólogo, un tecnólogo en imágenes diagnósticas y otro personal involucrado en el funcionamiento del servicio. Para estas personas aplica esta guía.

5. Expectativas

Con la implementación de esta guía se espera que las instituciones obtengan de forma estandarizada sus valores típicos en instrumentos de registro no sólo para el cumplimiento normativo, sino para la determinación de los NRD a nivel nacional.

6. Glosario de acrónimos

CAE: control automático de exposición.

CTDI_{vol}: índice de dosis volumétrico en tomografía computarizada.

DICOM: Imágenes digitales y comunicaciones en medicina.

Dc: dosis glandular media.

DLP: producto dosis longitud.

ICRP: Comisión Internacional de Protección Radiológica.

K_{a,i}: kerma en aire incidente.

K_{a,e}: kerma en aire a la entrada de la superficie.

K_{a,r}: kerma en aire en el punto de referencia en la entrada del paciente.

mAs: miliamperio segundo (producto de la corriente en el tubo en mA por el tiempo de exposición en segundos).

NDR: nivel de referencia para diagnóstico.

PKA: producto dosis área o producto kerma área.

RIS: sistema de información radiológica.

PACS: sistemas de archivo y comunicación de Imágenes.

kVp: kilovoltios pico.

t: tiempo de fluoroscopia.

7. Metodología para la obtención de valores típicos de dosis

Para obtener los valores típicos de dosis en una institución se deben seguir los pasos que se detallan a continuación:

7.1 Identificación de las magnitudes y unidades que se van a registrar

Para cada tipo de procedimiento se debe establecer cuáles son los indicadores de dosis que se deben registrar, preferiblemente las que despliegue el equipo de imagenología.

La ICRP recomienda los siguientes indicadores de dosis como métricas de radiación [1].

Tipo de Procedimiento	Indicador de dosis recomendado	Unidad recomendada
Radiografía	PKA	mGy·cm ²
Mamografía	DG	mGy
Fluoroscopia	PKA K _{a,r} T	Gy·cm ² mGy s
Tomografía computarizada	CTDI _{vol} DLP	mGy mGy·cm
Dental intraoral	K _{a,i}	mGy
Dental panorámica	PKA	mGy·cm ²

Tabla 1. Indicadores de dosis recomendados como métricas de radiación según modalidad diagnóstica.

Los sistemas de rayos X modernos están equipados con un medidor de P_{KA} ; se trata de una cámara de ionización más grande que el área del haz, ubicada justo detrás de los colimadores (ver figura 1), y que intercepta todo el campo de radiación. El valor del P_{KA} depende de los factores de la técnica empleada como kVp, mA, filtración, tiempo de exposición y colimación.



Figura 1. Dispositivos medidores de P_{KA} en equipos de rayos X

Se ha demostrado que P_{KA} se correlaciona bien con la energía total impartida al paciente, que está relacionada con la dosis efectiva y, por lo tanto, con el riesgo de efectos estocásticos (inducción de cáncer), siendo actualmente el método más conveniente para monitorear las dosis en los pacientes.

El valor del P_{KA} es desplegado en diferentes formas dependiendo del fabricante de los equipos. Usualmente, se observa en las imágenes obtenidas en el monitor de adquisición, en la consola del equipo o en el reporte estructurado de dosis. Si no se cuenta con esta información es necesario consultar con soporte técnico en donde encontrarla.

Las figuras 2, 3, 4, 5 y 6 ilustran el valor y las unidades de las magnitudes recomendadas para las modalidades de radiografía, mamografía, fluoroscopia, tomografía computarizada y radiología dental que despliegan los equipos.

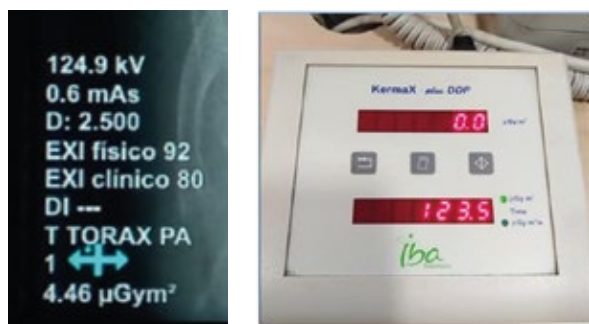


Figura 2. Valor del P_{KA} desplegado en la imagen generada en la pantalla del equipo de adquisición (izquierda) o en consola de mando (derecha).

La figura 3 muestra los valores desplegados de la técnica de adquisición y de la Dc para estudios de mamografía en equipos digitales. Esa información también puede desplegarse en la consola del mamógrafo para equipos digitalizados.



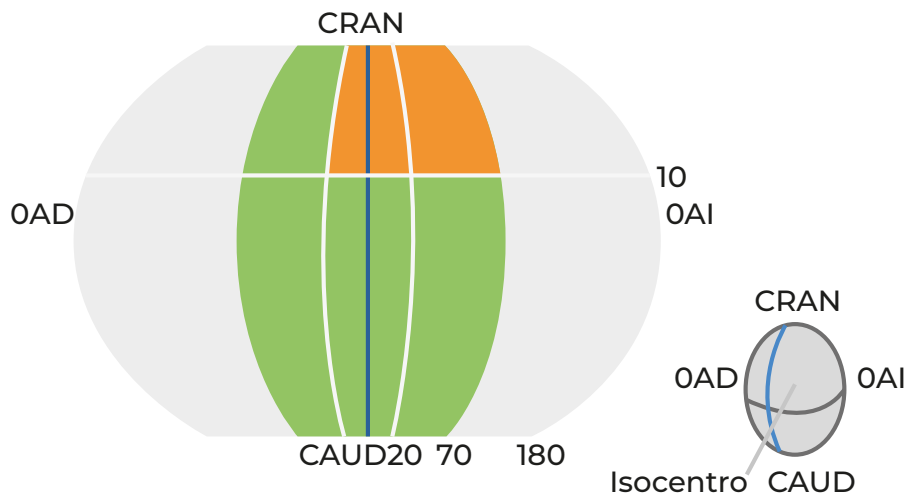
Figura 3. Ejemplo de visualización de parámetros técnicos y Dc: a) en pantalla para mamógrafos digitales directos, b) en consola para mamógrafos digitalizados.

Para equipos de fluoroscopia diagnóstica y de intervención se crea un reporte estructurado de dosis en la cual se muestran los valores de las magnitudes de P_{KA} , kerma en aire en el punto de referencia y tiempo de fluoroscopia; la figura 4 muestra un ejemplo de este reporte.

Informe dedosis | Clarity

PDA total	253	Gy cm²
PDA acumulada de la exposición Serie de exposición Imágenes exposición	29.0 32 2026	Gy cm ²
👁 PDA acumulada de fluoroscopia Tiempo total de fluoroscopia	224 85.2	Gy cm ² min
Kerma en aire (k)	6.142	mGy

Mapa proyecciones. Hay zonas individuales que superaran el umbral su valor está indicado en mGy



*Kerma en aire se describe en el punto de referencia intervencionista (PRI), 15 centímetros desde isocentro hacia el tubo.



Figura 4. Reporte de dosis estructurado para fluoroscopia intervencionista.

Para tomografía computarizada las magnitudes de CT DIvol y DLP se despliegan en el reporte de dosis estructurado, un ejemplo de este reporte se muestra en la figura 5.

Accession Number:

Patient ID:

Exam Description: ABDOMEN

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CT DIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	↓ -	↓ -	-
2	Helical	S16.500-1358.500	30.39	1245.98	Body 32
201	Axial	140.250-140.250	17.50	17.52	Body 32
3	Helical	S16.500-1358.500	30.39	1214.47	Body 32
3	Helical	S46.250-1358.750	24.87	1084.95	Body 32
Total Exam DLP:				3562.92	

Figura 5. Imagen de reporte estructurado de dosis en tomografía computarizada.

En procedimientos de odontología los valores de las magnitudes se pueden encontrar en la consola de mando del equipo, como se muestra en la figura 6.

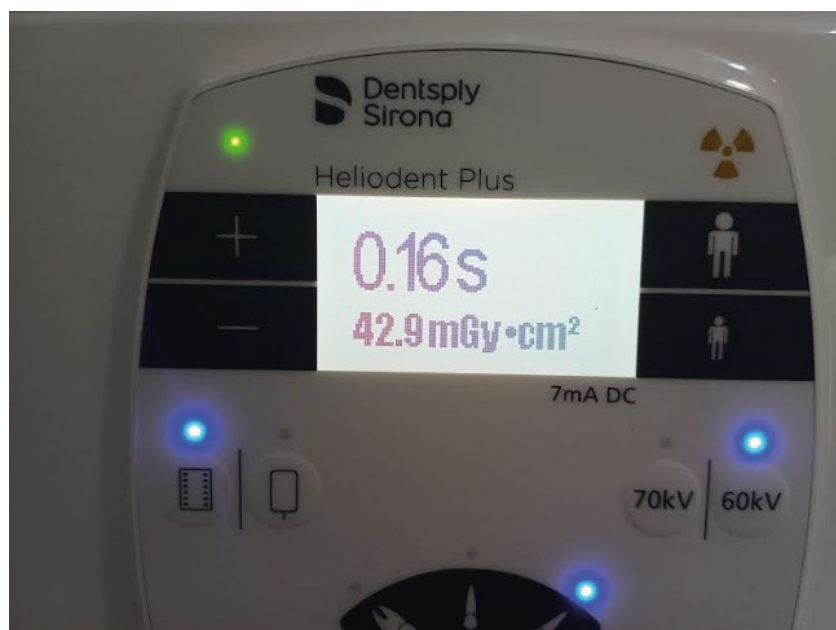


Figura 6. Imagen de reporte del PKa en radiografía oral.

7.2 Selección de estudios

Los exámenes, estudios o procedimientos para los cuales se establecerán los valores típicos, deben representar los exámenes más frecuentes o que resultan en dosis de radiación más alta para el paciente. La tabla 2 muestra los estudios recomendados y algunas consideraciones por cada modalidad de imagen.

Modalidad	Tipo de examen
Radiografía	El estudio más frecuente es rayos X de tórax y los estudios con mayores dosis incluyen las radiografías de cráneo, abdomen, pelvis, columna lumbar y columna dorsal.
Mamografía	Se considera que la mamografía de tamización 2D es la más frecuente, con sus proyecciones cráneo caudal y mediolateral oblicua. Se establece un valor típico para cada proyección. En caso de tomosíntesis se debe establecer un valor típico específico para esta modalidad.
Fluoroscopia	<p>En fluoroscopia se debe tener en cuenta el tipo de equipo de fluoroscopia y tipo de procedimientos. Se deben tener en cuenta los estudios más frecuentes y los que representen mayores dosis de radiación. Ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de fluoroscopia fijo: enema por bario, cine deglución, tránsito intestinal, etc. • Equipo tipo arco en C: CEPRES, procedimientos gastroenterológicos, urológicos y procedimientos de dolor como bloqueos, etc. • Equipo de angiografía: arteriografías, procedimientos coronarios, embolizaciones, colocaciones de stents y angioplastias, etc.
Tomografía computarizada	<p>En tomografía computarizada los estudios de cráneo y tórax son los más comunes. Otros estudios frecuentes son los de abdomen y pelvis, que en conjunto pueden implicar dosis más altas. La dosis varía según la indicación clínica y el protocolo.</p> <p>En estudios multifásicos, es crucial registrar el $CTDI_{vol}$ y el DLP de cada fase. Los estudios abdomino-pélvicos y toraco-abdomino-pélvicos requieren especial atención debido a su complejidad. Se recomienda iniciar el registro de valores típicos para estudios que tengan una sola fase como tórax, abdomen y cráneo.</p>
Radiología odontológica	Los procedimientos más frecuentes, para radiografía intraoral son las radiografías periapicales, para radiografía extraoral las panorámicas para adulto de tamaño medio y tomografías parciales.

Tabla 2. Estudios recomendados para la determinación de valores típicos.

7.3 Estandarización del tamaño de los pacientes

Es importante que haya cierta estandarización del tamaño de los pacientes cuando el número de pacientes para los cuales se recopilan datos es limitado, de lo contrario los indicadores de dosis podrían tener una dispersión muy grande. Esta estandarización se logra generalmente mediante la restricción del peso. Para los pacientes adultos de talla estándar (de 18 años en adelante), el peso medio seleccionado debería estar cercano al promedio de peso de la población en consideración. Un peso medio de 70 ± 20 kg podría ser adecuado para algunos países. Para los adultos, esto suele lograrse utilizando datos de pacientes cuyos

pesos se encuentran dentro de un rango específico (por ejemplo, entre 50 y 90 kg) para alcanzar un promedio de 70 kg.[1]

Algunos centros de salud podrían no registrar el peso de los pacientes, lo cual dificulta la selección adecuada de los mismos. Cuando se utilizan métodos automatizados para registrar valores, es posible recopilar datos para un gran número de pacientes (>100) en cada instalación [1]. Esta metodología permite relajar las restricciones sobre el peso. Los resultados dependen de la correcta tabulación de datos y podrían no incluir el peso del paciente.

Otro método de estandarización de pacientes consiste en una medición simple que establece un rango de grosor del paciente (a menudo definido como rango de peso). Esta forma ayuda a estandarizar la dosis utilizada para pacientes de tamaños específicos y facilita la determinación de los valores típicos de dosis en función del tamaño del paciente [1]. Existen dos enfoques para aplicar este método: el primero consiste en determinar las dimensiones laterales o antero-posteriores del paciente mediante calibradores estándar (espesímetros), antes de la toma de imágenes.



Figura 7. Medida del espesor del paciente con espesímetro.

La segunda opción consiste en determinar el espesor a partir de la imagen, para lo cual el tecnólogo, físico médico o radiólogo utilizan herramientas de software.

Se considera que un espesor de 23 cm es un estándar adecuado para un paciente adulto [4,5], con un rango de espesores entre 19 y 27 cm como alternativa en caso de falta de registro del peso.



Figura 8. Determinación del espesor del paciente con herramientas del software.

La mamografía es la excepción de esta estandarización, la Dc en estos estudios puede variar considerablemente para distintos espesores de la mama, pero en lugar de seleccionar un grupo de pacientes específico, se recomienda incluir todos los tamaños de la mama.

La siguiente tabla muestra el número de pacientes mínimo requerido para la determinación de los valores típicos, los rangos de peso o rango de espesor [1].

Tipo de Procedimiento	Número de pacientes	Rango de peso (kg)	Rango de espesor (cm)
Radiografía	30	50-90	19-27
Mamografía	50	N/A	Todos
Fluoroscopia	30	50-90	19-27
Tomografía computarizada	30	50-90	19-27
Dental intraoral	20	N/A	N/A
Dental panorámica	20	N/A	N/A

Tabla 3. Número de pacientes mínimo requerido para establecer los valores típicos y rangos de peso o de espesor; en caso de no contar con información de peso o espesor se tendría que aumentar el número de pacientes a mínimo 100.

7.4 Evaluación de la calidad de la imagen

El término "calidad de imagen" puede aplicarse a una sola imagen, pero esto puede no ser adecuado cuando se obtienen múltiples imágenes utilizadas para guiar procedimientos o diagnosticar, como en fluoroscopias, angiografías por sustracción digital y angiografías rotacionales. En estas modalidades, una sola imagen podría mostrar una calidad de imagen

deficiente, pero la evaluación de varias imágenes ya sea de forma secuencial o combinada con el uso de filtrado recursivo, puede ser adecuada.

La evaluación de parámetros de calidad de imagen se puede realizar con una o ambas de las siguientes opciones [6]:

- A. Por medio de los criterios anatómicos del grupo de expertos de la Comisión Europea (EUR-16260 [7], EUR-16261 [8], EUR-16262 [9]) u otros análogos propuestos por el radiólogo responsable de la sala o servicio. Cuando se realizan por el radiólogo responsable, los criterios sustitutivos constarán por escrito, junto con los resultados del control efectuado.
- B. A través de objetos de prueba que permitan valorar los parámetros físicos básicos de la imagen (por ejemplo, estimando límite de resolución espacial, umbral de sensibilidad para detalles de bajo contraste, etc.) constando por escrito la evaluación realizada y las tolerancias establecidas [6].

Se recomienda realizar controles de calidad de imagen al menos una vez al año y después de las modificaciones o reparaciones que puedan afectar al funcionamiento del equipo de rayos X.

7.5 Selección del instrumento para la recolección de la información

Para recopilar los datos que determinan los valores típicos de dosis se debe establecer el instrumento para la recolección de los datos. Existen programas para la gestión de dosis que recolectan los valores de los indicadores de dosis de forma automática, tomando la información de la cabecera DICOM de los estudios realizados en los equipos. Sin embargo, en la mayoría de los casos se emplea los sistemas de RIS y PACS que proporcionan datos para un gran número de pacientes, adecuados para ser incluidos en un instrumento de recolección de datos. Se recomienda utilizar la transferencia electrónica de la información siempre que sea posible.

Para las instituciones que no disponen de programas con sistemas de gestión de dosis, se recomienda el uso de hojas de Excel como instrumento para la recolección de la información. La tabla 4 contiene los parámetros mínimos que deben ser recolectados.

Modalidad	Parámetros a diligenciar
Radiografía	Datos del equipo y tubo: marca, modelo, tecnología del equipo (CR o DR). Examen: fecha del registro de los datos, nombre del estudio, región anatómica, técnica empleada (manual o automática), el nombre de la proyección, el valor del kV, mA o mAs. Paciente: edad, peso y/o espesor del paciente. Indicador de dosis: valor del P _{Ka} .
Mamografía	Datos del equipo y tubo: marca, modelo, tecnología del equipo (CR, DR), especificar si dispone de tomosíntesis. Examen: espesor de la mama, material del ánodo usado, filtro usado, kV, mAs. Datos del paciente: edad. Indicador de dosis: Dc.

Fluoroscopia	<p>Datos del equipo y tubo: marca y modelo.</p> <p>Examen: fecha del registro de los datos, tiempo de fluoroscopia, número de imágenes en modo cine.</p> <p>Paciente: edad, peso y altura del paciente</p> <p>Indicadores de dosis: tiempo de fluoroscopia, $K_{a,r}$ y P_{KA}.</p>
Tomografía computarizada	<p>Datos del Equipo y tubo: marca y modelo.</p> <p>Examen: fecha de realización, indicación clínica, tipo de estudio (especificar región anatómica, e.g., TC de cráneo, TC abdominal), uso de contraste, (sí/no).</p> <p>Datos del paciente: edad, sexo, peso y/o espesor.</p> <p>Técnica: kV, mAs.</p> <p>Indicadores de dosis: CTDI_{vol}, DLP.</p>
Radiología odontológica	<p>Datos del equipo y tubo: marca, modelo.</p> <p>Examen: fecha del registro de los datos, nombre del estudio, el valor del kV, mA, tiempo.</p> <p>Paciente: edad, sexo.</p> <p>Indicadores de dosis: valor del $K_{a,i}$ P_{KA}.</p>

Tabla 4. Parámetros para recolectar en los registros de acuerdo a la modalidad diagnóstica.

La mesa de trabajo de radiología de Acofimed ha desarrollado una plantilla de Excel de uso público, la cual genera un cálculo automático de la mediana de los datos tabulados para los indicadores de dosis. Esta herramienta puede descargarse de la página web de Acofimed y en caso de implementar esta herramienta, se pueden ver los videos tutoriales para su diligenciamiento.

7.6 Cálculo de los valores típicos

El valor típico de dosis se determina utilizando la mediana de la distribución de los datos en lugar del promedio, por cuanto se considera más robusta y representativa de la población de pacientes. Se calcula ordenando los datos en forma ascendente o descendente y tomando el valor central.

Para obtener una descripción estadística más amplia de la distribución de datos se puede determinar el valor mínimo, máximo y los percentiles 25 y 75; esto permite realizar un diagrama de cajas y bigotes de la distribución de los datos.

7.7 Presentación de los resultados obtenidos

Se recomienda presentar los resultados como indicado en la tabla 4. Estos resultados serán parte de la documentación de la institución en su programa de garantía de calidad, tales como manuales de protección radiológica en su correspondiente numeral de protección radiológica del paciente.

Modalidad	Estudio	Magnitud	Valor Típico
Radiología	RX de tórax	P_{KA}	___ (mGy.cm ²)
Mamografía Tamizaje	Cráneo-caudal	D _G	___ (mGy)
	Medio lateral oblicua	D _G	___ (mGy)
Fluoroscopia diagnóstica	Colon por enema	P_{KA} $K_{a,r}$ t	___ (mGy.cm ²) ___ (mGy) ___ (minutos)
Fluoroscopia intervencionista	Arteriografía coronaria	P_{KA} $K_{a,r}$ t	___ (mGy.cm ²) ___ (mGy) ___ (minutos)
Tomografía	Cráneo simple	CTDI _{vol} DLP	___ (mGy) ___ (mGy.cm)
Radiología odontológica	Intraoral Panorámica	$K_{a,i}$ P_{KA}	___ (mGy) ___ (mGy.cm ²)

Tabla 5. Ejemplo para la presentación de resultados de valores típicos de dosis. Se presenta a manera de ejemplo un estudio para cada modalidad, con su magnitud y el lugar para documentar el valor típico. Para su práctica las puede complementar con los estudios que se seleccionan en su institución.

8. Análisis para aplicar procesos de optimización

Los valores típicos de dosis de cada institución deben compararse con los niveles de referencia nacionales cuando los haya; en caso contrario, se pueden comparar con los publicados (como ejemplos, referencias [10], [11] y [12]), para identificar si los valores típicos son sustancialmente más altos o bajos. Si la mediana de una distribución de datos excede el valor del NRD nacional, se debe llevar a cabo una investigación para identificar la causa de las altas dosis y si es justificable. Igualmente, si la mediana es bastante menor al NRD, se debe asegurar que la calidad de imagen de los exámenes sea adecuada.

La figura 9 ilustra el proceso cíclico de comparación y optimización en caso de aplicarse.

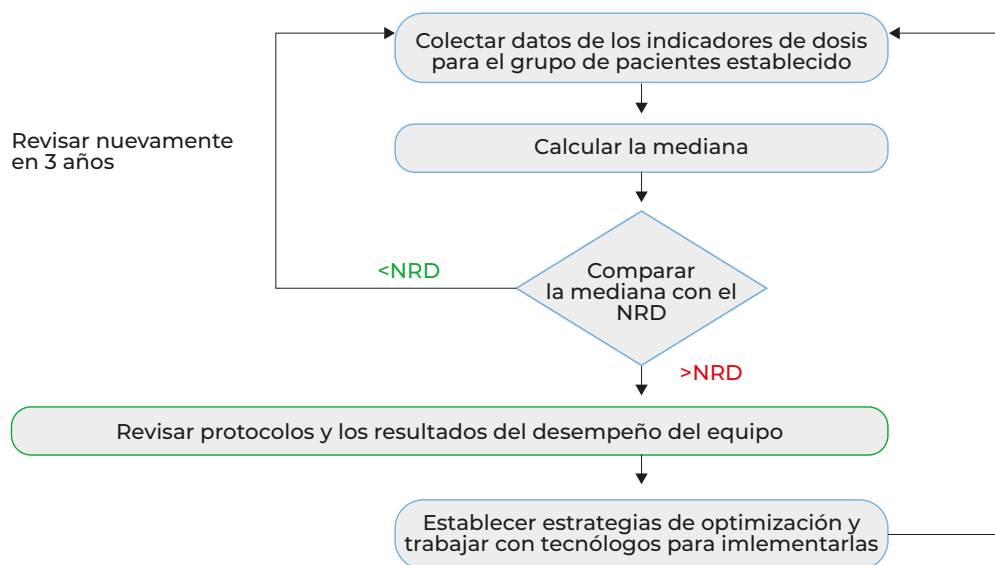


Figura 9. Ejemplo de auditoría clínica y optimización de los valores típicos de dosis, mediante su comparación con NRD.

Finalmente es importante cada tres años actualizar los valores típicos de dosis, también en caso de la implementación de nuevas tecnologías.

9. Anexo 1

Imágenes de cada una de las hojas que puede encontrar en la herramienta de Excel.

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

<p>Tamaño de la muestra (N): número total de estudios incluidos. Si no se tiene datos de peso ni espesor, considerar un mínimo de 100 estudios. Fecha: día en que se tomaron las imágenes. Sexo: femenino o masculino. Edad: mayor de 18 años. Peso (kg): entre 50 a 90 kg. Espesor del paciente (cm): opcional si no hay datos de peso y se puede establecer, rango entre 19 y 27 cm. Indicación clínica: justificación del estudio (ejemplo: trauma, control, dolor agudo, etc.)</p>	<p>Contraste: Sí o No. Región anatómica: región del cuerpo examinada (ej: cabeza, tórax, abdomen). CTDIvol: valor del índice de dosis volumétrico en CT. DLP: producto dosis longitud. kv: kilovoltaje. mAs: miliamperaje por tiempo en segundos. Pitch: relación entre el desplazamiento del paciente a través del gantry durante una rotación completa del tubo y el espesor del corte.</p>
--	---

INFORMACIÓN EQUIPO	MARCA	MODELO	No. CORTES	Evaluación de calidad de imagen			
INFORMACIÓN TUBO	MARCA	MODELO		Criterios anatómicos del grupo de expertos de la Comisión Europea EUR-16262. Métodos análogos propuestos por el radiólogo responsable. A través de objetos de prueba que valoran parámetros básicos de la imagen.			

N	Fecha	Sexo	Edad (años)	Peso (Kg)	Espesor paciente (cm)	Indicación clínica	Contraste si/no	Región anatómica	DLP (mCy-cm)	CDTI vol (mCy)	kv	mAs	Pitch
								CRÁNEO	1	10			
								CRÁNEO	1	10			
								CRÁNEO	1	10			
								CRÁNEO	1	10			

CRÁNEO	Mínimo	P25	Media/promedio	Mediana	P75	Máximo	Desv. Est.
CTDIvol	1	1	1,00	1,00	1	1	0,00
DLP	10	10	10,00	10,00	10	10	0,00

RAYOS X FIJO CON INDICADOR DE DOSIS

<p>Tamaño de la muestra (N): número total de estudios incluidos. Si no se tiene datos de peso ni espesor, considerar un mínimo de 100 estudios. Fecha: día en que se tomaron las imágenes. Sexo: femenino o masculino. Edad: mayor de 18 años. Peso (kg): entre 50 y 90 kg. Espesor del paciente (cm): opcional si no hay datos de peso y se puede establecer, rango entre 19 y 27 cm. Estudio: tipo de examen realizado (ej: RX de tórax, RX abdominal).</p>	<p>Región anatómica: región del cuerpo examinada (ej: cabeza, tórax, abdomen). Técnica: Manual - Automática Proy: AP, PA, LAT, OBLICUA kV: valor medio del kilovoltaje mA: valor medio del miliamperaje mAs: valor medio del miliamperaje por el tiempo de exposición en segundos DAP: producto dosis área o producto kerma área en mGy.cm2 (si el equipo despliega el valor en otras unidades, registre tal cual se muestra y cambie en este formato las unidades)</p>
---	---

INFORMACIÓN EQUIPO	MARCA	MODELO	TECNOLOGÍA	Evaluación de calidad de imagen			
INFORMACIÓN TUBO	MARCA	MODELO		CR	Criterios anatómicos del grupo de expertos de la Comisión Europea EUR-16260. Métodos análogos propuestos por el radiólogo responsable. A través de objetos de prueba que valoran parámetros básicos de la imagen.		

N	Fecha	Edad (años)	Sexo (F/M)	Peso (Kg)	Espesor paciente (cm)	Nombre de estudio	Región anatómica	Técnica	Proyección AP	kV	mA	mAs	DAP (mGy-cm2)	Proyección LATERAL	kV	mA	mAs	DAP (mGy-cm2)
1						Rx Tórax	Tórax		1				1	LAT				1
2						Rx Tórax	Tórax		1				1	X				1
3						Rx Tórax	Tórax		1				1	X				1
4						Rx Tórax	Tórax		1				1	X				1

TÓRAX	Mínimo	P25	Media/promedio	Mediana	P75	Máximo	Desv. Est.
AP	1	1	1,00	1,00	1	1	0,00
Lateral	1	1	1,00	1,00	1	1	0,00

RAYOS X PORTÁTIL CON INDICADOR DE DOSIS

<p>Tamaño de la muestra (N): número total de estudios incluidos. Si no se tiene datos de peso ni espesor, considerar un mínimo de 100 estudios. Fecha: día en que se tomaron las imágenes. Sexo: femenino o masculino. Edad: mayor de 18 años. Peso (kg): Entre 50 y 90 kg. Espesor del paciente (cm): opcional si no hay datos de peso y se puede establecer, rango entre 19 y 27 cm. Estudio: indica el tipo de examen realizado (ej: RX de tórax, RX abdominal).</p>	<p>Región anatómica: región del cuerpo examinada (ej: cabeza, tórax, abdomen). Técnica: manual - automática Proy: AP kV: valor medio del kilovoltaje mA: valor medio del miliamperaje mAs: valor medio del miliamperaje multiplicado por el tiempo de exposición en segundos DAP: producto dosis área o producto kerma área en unidades de mGy.cm2 (si el equipo despliega el valor en otras unidades, registre tal cual se muestra y cambie en este formato las unidades)</p>
---	--

INFORMACIÓN EQUIPO	MARCA	MODELO	TECNOLOGÍA	CR	<p>Evaluación de calidad de imagen</p> <p>Criterios anatómicos del grupo de expertos de la Comisión Europea EUR-16260. Métodos análogos propuestos por el radiólogo responsable. A través de objetos de prueba que valoran parámetros básicos de la imagen.</p>
INFORMACIÓN TUBO	MARCA	MODELO		DR	

N	Fecha	Edad (años)	Sexo (F/M)	Peso (Kg)	Espesor paciente (cm)	Nombre de estudio	Región anatómica	Técnica	Proyección AP	kV	mA	mAs	DAP (mGy.cm2)
1						Rx Tórax	Tórax		AP				1
2						Rx Tórax	Tórax		AP				1
3						Rx Tórax	Tórax		AP				1
4						Rx Tórax	Tórax		AP				1

TÓRAX	Mínimo	P25	Media/promedio	Mediana	P75	Máximo	Desv. Est.
AP	1	1	1,00	1,00	1	1	0,00

FLUOROSCOPIA (Equipos de telecomandados)

<p>Estudio: nombre del procedimiento Tamaño de la muestra (N): número total de estudios incluidos. Si no se cuenta con datos de peso, ampliar el tamaño de la muestra a mínimo 100 registros (N=100) Fecha: día en que se tomaron las imágenes. Sexo: femenino o masculino. Edad: mayor de 18 años. Peso (kg): rango de peso entre 50 y 90 kilogramos. Altura del paciente: altura en centímetros.</p>	<p>Tiempo de fluoroscopia: tiempo de fluoroscopia en minutos Kar: Kerma en aire acumulado en el punto de referencia en mGy DAP: producto dosis área o producto kerma área en Gy.cm2, en caso que el equipo presente el valor en otras unidades, registre tal cual lo despliega el equipo y cambie el la unidad en la casilla correspondiente.</p>
--	---

INFORMACIÓN EQUIPO	Marca del equipo	Modelo del equipo
INFORMACIÓN TUBO	Marca del tubo	Modelo del tubo

N	Fecha	Edad (años)	Sexo (F/M)	Peso	Altura	Tiempo de fluoroscopia (min)	Número de imágenes modo cine	Kar (mGy)*	DAP (Gy.cm2)**
1						1,00		1,00	1,00
2						1,00		1,00	1,00
3						1,00		1,00	1,00
4						1,00		1,00	1,00

Procedimiento 1	Mínimo	P25	Media/promedio	Mediana	P75	Máximo	Desv. Est.
DAP (Gy.cm2)	1	1	1,00	1	1	1	0,00
Kar (mGy)	1	1	1,00	1	1	1	0,00
Tiempo (min)	1	1	1,00	1	1	1	0,00
Número de Imágenes	1	1	1,00	1	1	1	0,00

FLUOROSCOPIA (Equipos de angiografía)

Estudio: nombre del procedimiento
 Tamaño de la muestra (N): número total de estudios incluidos. Si no se cuenta con datos de peso, ampliar el tamaño de la muestra a mínimo 100 registros (N=100)
 Fecha: día en que se tomaron las imágenes.
 Sexo: F: femenino o masculino.
 Edad: mayor de 18 años.
 Peso (kg): rango de peso entre 50 y 90 kilogramos.
 Altura del paciente: altura en centímetros.

Tiempo de fluoroscopia: tiempo de fluoroscopia en minutos
 Kar: kerma en aire acumulado en el punto de referencia intervencionista en mGy
 DAP: producto dosis área o producto kerma área en Gy·cm², en caso que el equipo presente el valor en otras unidades, regístrelo tal cual lo despliega el equipo y cambie el la unidad en la casilla correspondiente.

INFORMACIÓN EQUIPO	Marca del equipo	Modelo del equipo
INFORMACIÓN TUBO	Marca del tubo	Modelo del tubo

	N	Fecha	Edad (años)	Sexo (F/M)	Peso	Altura	Tiempo de fluoroscopia (min)	Número de imágenes modo cine	Kar (mGy)*	DAP (Gy·cm ²)**
1							1,00	1,00	1,00	1,00
2							1,00	1,00	1,00	1,00
3							1,00	1,00	1,00	1,00
4							1,00	1,00	1,00	1,00

Procedimiento 1	Mínimo	P25	Media/promedio	Mediana	P75	Máximo	Desv. Est.
DAP (Gy·cm ²)	1	1	1,00	1	1	1	0,00
Kar (mGy)	1	1	1,00	1	1	1	0,00
Tiempo (min)	1	1	1,00	1	1	1	0,00
Número de Imágenes	1	1	1,00	1	1	1	0,00

Enlaces de los videos tutoriales para el diligenciamiento de los formatos:

Rayos X

<https://www.youtube.com/watch?v=RQ4nbGRjPqo>

Tomografía

<https://www.youtube.com/watch?v=RQ4nbGRjPqo>

Fluoroscopia

<https://www.youtube.com/watch?v=RQ4nbGRjPqo>

Mamografía

<https://www.youtube.com/watch?v=RQ4nbGRjPqo>

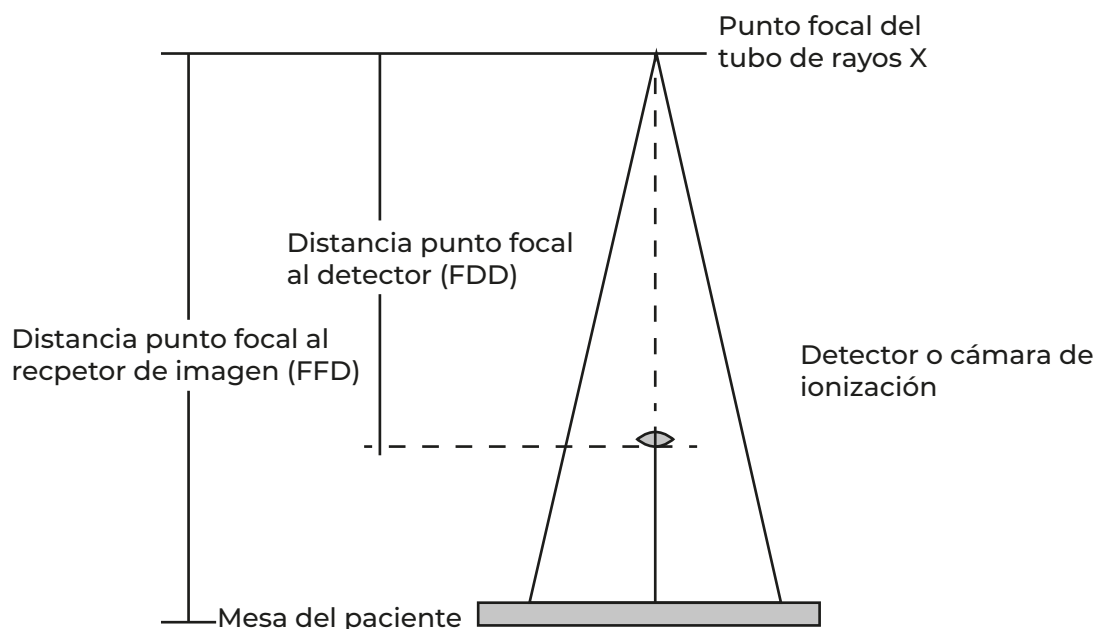
10. Anexo 2

Tutorial para equipos de rayos X que no cuentan con indicadores de dosis

Para equipos de rayos X que no cuentan con medidores de P_{Ka}, el procedimiento a seguir es determinar la curva de rendimiento a partir de mediciones con una cámara de ionización o multidetector de estado sólido. Este procedimiento debe ser realizado por la persona que realiza el control de calidad exigido para el licenciamiento de práctica y los resultados deben formar parte del informe correspondiente.

Procedimiento para la medición del rendimiento del tubo de rayos X

El rendimiento del tubo de rayos X, Y(kV, FDD) es el kerma en aire a una distancia especificada (típicamente a 50cm) a partir del punto focal del tubo de rayos X, dividida por el mAs. La geometría para la medición del rendimiento se muestra en la figura 10:



Geometría usada para medir el rendimiento del tubo de rayos X

Figura 10. Diagrama esquemático para la determinación del rendimiento del tubo de rayos X; en la figura se ilustran las distancias relacionadas en las expresiones matemáticas de cálculo.

1. Coloque la mesa del paciente en posición horizontal.
2. Ubique el detector o cámara de ionización en el centro del haz a una distancia adecuada desde el punto focal del tubo de rayos X (FDD, distancia punto focal al detector), preferiblemente a 50 cm. Conforme un tamaño de campo de 10cm x 10cm a la distancia FDD. Asegúrese que el dosímetro esté calibrado en términos de kerma en aire.
3. Configure un voltaje de 50 kV y cualquier valor de mAs (los más empleados clínicamente) y realice una exposición, registre la lectura (M) en términos del kerma en aire.
4. Repita el paso 3 una vez más para el mismo kV y mAs y determine el promedio de las lecturas.
5. Repita el paso 3 y 4 para 60, 70, 80, 90 y 100 kV o valores cercanos.
6. Si el coeficiente de calibración del detector es diferente de 1, corrija la lectura teniendo en cuenta el factor de calibración y la calidad del haz, así:

$$K_{\alpha,i}(FDD) = M \cdot N_k \cdot k_Q$$

Donde $K_{a,i}$ es el kerma en aire, M es la lectura del detector (en mGy), N_k es el factor de calibración del detector o cámara de ionización y k_Q es el factor de corrección por calidad del haz (N_k y k_Q pueden ser tomados del certificado de calibración):

7. Use la siguiente tabla o archivo de Excel para graficar el rendimiento del tubo versus el kV.

No	kV	mAs	M (mGy)	$K_{ai}(FDD) = M \cdot N_k \cdot k_Q$	$Y(kV, FDD) = K_{ai}(FDD) / mAs$
	50				
	60				
	70				
	80				
	90				
	100				
	130				

Tabla 6. Resultados de la medición del kerma en aire incidente y cálculo del rendimiento del tubo de rayos X.

8. Para cada equipo de rayos X se debe realizar el mismo procedimiento, ya que el espectro de rayos X es diferente para cada tubo de rayos X.

Procedimiento para determinación del kerma en aire incidente y kerma en aire en la entrada de la superficie ($K_{a,e}$)

9. En cada equipo de rayos X, seleccione al menos 20 pacientes adultos de peso promedio entre 50 y 90 kg, para las proyecciones de tórax AP, columna lumbar AP, columna lumbar lateral, pelvis APy abdomen AP.

10. Registre los parámetros de exposición para cada paciente: peso del paciente, altura, distancia punto focal al receptor de imagen (FFD), kV, mAs y espesor aproximado de la región anatómica a explorar.

11. Calcule el kerma incidente en aire para cada paciente y multiplique por el factor de retrodispersión para obtener el $K_{a,e}$ a partir de la siguiente ecuación (emplee el archivo de Excel):

$$K_{a,e} = Y(kV, FDD) \cdot mAs \cdot (FDD / (FFD - tp))^2 \cdot BSF$$

$Y(kV, FDD)$ es el rendimiento del tubo para el kV empleado durante el examen, mAs es la carga de tubo empleada durante el examen, FFD es la distancia foco mesa, $FFD - tp$ es la distancia entre el foco y la superficie de entrada del paciente (tp es el espesor del paciente) y el BSF es el factor de retrodispersión que depende del kV y la filtración total (1.4 es un valor promedio que puede usarse en rayos X) [4].

Las siguientes son las imágenes de la hoja de Excel para la recopilación de datos

RAYOS X FIJO, SIN INDICADOR DE DOSIS

Tamaño de la muestra (N): número total de estudios incluidos. Si no se tiene datos de peso ni espesor, considerar un mínimo de 100 estudios.
 Fecha: día en que se tomaron las imágenes.
 Sexo: femenino o masculino.
 Edad: mayor de 18 años.
 Peso (kg): entre 50 y 90 kg.
 Espesor del paciente (cm): opcional si no hay datos de peso y se puede establecer, rango entre 19 y 27 cm.
 Estudio: tipo de examen realizado (ej: RX de tórax, RX abdominal).

Región anatómica: región del cuerpo examinada (ej: cabeza, tórax, abdomen).
 TÉCNICA: manual o automática
 PROY: AP, PA, LAT, OBLICUA
 kV: valor medio del kilovoltaje
 mA: valor medio del miliamperaje
 mAs: valor medio del miliamperaje segundo
 DAP: producto dosis área o producto kerma área en unidades de mGy.cm² (realice la conversión en caso que el equipo muestre otras unidades)

INFORMACIÓN EQUIPO	MARCA	MODELO	TECNOLOGÍA	CR	Evaluación de calidad de imagen	Parámetros de rendimiento del tubo				
				DR	Criterios anatómicos del grupo de expertos de la Comisión Europea EUR-16260. Métodos análogos propuestos por el radiólogo responsable. A través de objetos de prueba que valoran parámetros básicos de la imagen.	a	0,021	b	-2,158	c
INFORMACIÓN TUBO	MARCA	MODELO				Factor de retrodispersión		Distancia foco detector		
						1,3		180		

N	Fecha	Edad (años)	Sexo (F/M)	Peso (Kg)	Nombre de estudio	Región anatómica	Proyección AP	Espesor paciente (cm)	Voltaje (kV)	Corriente (mA)	Tiempo (s)	Carga (mAs)	Rendimiento (μCy/mAs)	Kae (mGy)	Proyección lateral	Espesor del paciente (cm)	Voltaje (kV)	Corriente (mA)	Tiempo (s)	Carga (mAs)	Rendimiento (μCy/mAs)	Kae (mGy)
1					Rx Tórax	Tórax	AP	30	80	60	0,2	12	45,12	0,31	LAT	40	80	80	0,3	24	45,12	0,72
2					Rx Tórax	Tórax	AP	51	65	60	0,2	12	31,82	0,30	LAT	43	10	80	0,3	24	63,88	1,06
3					Rx Tórax	Tórax	AP	42	61	60	0,2	12	29,86	0,24	LAT	64	50	80	0,3	24	27,96	0,65
4					Rx Tórax	Tórax	AP	45	80	60	0,2	12	45,12	0,39	LAT	52	45	80	0,3	24	28,775	0,55

TÓRAX		Kae, (mGy)					Promedio	
Proyección	Mínimo	Máximo	Q1	Mediana	Q3	kV	mAs	
AP	0,24	0,42	0,26	0,30	0,34	69,93	12,00	
Lateral	0,48	1,51	0,62	0,79	1,02	40,17	24,00	

MAMOGRAFÍA SIN DG DISPONIBLE EN EL EQUIPO

Para cada uno de sus equipos de mamografía, diligencie la información requerida respecto a la técnica y el espesor de la mama. Los datos correspondientes al rendimiento del equipo deben estar en el informe de control de calidad, utilice el más reciente.

DG = Dosis glandular media CC = Cráneo Caudal MLO = Medio Lateral Oblicua

INFORMACIÓN EQUIPO	Marca del equipo	Modelo del equipo	TECNOLOGÍA	CR 2D	Evaluación de calidad de imagen
				DR 2D	
INFORMACIÓN TUBO	Marca del tubo	Modelo del tubo		Tomosíntesis	
					Criterios anatómicos del grupo de expertos de la Comisión Europea EUR-16260. Métodos análogos propuestos por el radiólogo responsable. A través de objetos de prueba que valoran parámetros básicos de la imagen.

Datos de rendimiento del equipo					
Distancia Foco-soporte de la mama (cm)	Anódo	Filtro	kV	HVL (mmAl)	Rendimiento (μGy.m ² /mAs)
67	W	Rh	28	0,54	14,56

 Campos a diligenciar
 Campos de cálculo automático

CHR (mmAl)	C_(Dg,Ki,PPMA)	Combinacion Blanco/Filtro	Factor s
0,25	0,141	Mo/Mo	1,000
0,30	0,164	Mo/Rh	1,017
0,35	0,187	Rh/Rh	1,061
0,40	0,209	Rh/Al	1,044
0,45	0,232	W/Rh	1,042
0,50	0,258		
0,55	0,287		
0,60	0,310		

Resultados de medidas de tendencia central y de posición para la distribución de DG (mGy)							
5 - 6 cm	Mínimo	P25	Media/promedio	Mediana	P75	Máximo	Desv. Est.
Craneocaudal	1	1	1	1,00	1	1	0,00
Medio lateral oblicua	1	1	1	1,00	1	1	0,00

Solo incluir mamas para las que el espesor está entre 5-6 cm tomadas con 28 kV

Gráfico de Cajas-Bigotes para la distribución de DG por proyección

Enlaces para el tutorial del diligenciamiento de los formatos:

Rayos X sin indicador de dosis

<https://www.youtube.com/watch?v=RQ4nbGRjPqo>

Mamografía sin indicador de dosis

<https://www.youtube.com/watch?v=RysyPOztgo>

11. Bibliografía

[1] E.Vaño, D.L. Miller, C.J. Martin, M.M. Rehani, K. Kang, M. Rosenstein, P. Ortiz-Lopez, S. Mattsson, R. Padovani, A. Rogers. Diagnostic Reference Level in Medical Imaging, ICRP publication 135, 2017. Ann. ICRP 46(1).

[2] Resolución 482 del 2018 del Ministerio de Salud y Protección Social.

[3] D. Andisco, Dosimetría en tomografía computada, Revista Argentina de radiología. 2014; 78(3): 156-160.

[4] A. Kellaranta, P. Toroi y P. Vock. Incident air kerma to absorbed organ dose conversion factors for breast and lung in PA thorax radiography: The effect of patient thickness and radiation quality, Physica Medica, 2016; 32(12): 1594-160.

[5] IAEA. Dosimetry in diagnostic radiology: and international code of practice. Technical report series No 457. 2007.

[6] SEFM, SEPR, SERAM. Protocolo Español de control de calidad en radiodiagnóstico. 2010.

[7] European commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. 1996; EUR-16260. Disponible en: <https://www.sprmn.pt/pdf/EuropeanGuidelinesEur16260.pdf>

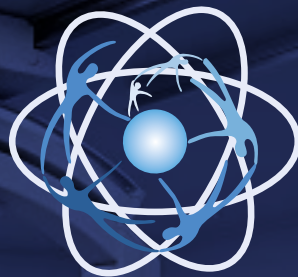
[8] European commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in pediatrics. 1996; EUR-16261. Disponible en: <https://www.sprmn.pt/pdf/EuropeanGuidelinesEur16261.pdf>

[9] European commission. European guidelines on quality criteria for computed tomography. EUR-16260. Disponible en: <http://www.drs.dk/guidelines/ct/quality/htmlindex.htm>

[10] E. Vaño Carruana, J.M Fernández Soto, R. M Sánchez Casanueva, J.I Ten Morón. Niveles de referencia de dosis en radiología intervencionista, Radiología. 2013;55(S2):17-24

[11] UK Health Security Agency. Guidance National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) for the UK from 2024. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>

[12] Lee O´Hora, et Al. Establishing national diagnostic reference levels in radiography, mammography, and dual-energy x-ray absorptiometry services in Ireland and comparing these with European diagnostic reference levels, EurRadiology, 2023; 33(12):9469-9478.



ACOFIMED
Asociación Colombiana de Física Médica

Guía para el establecimiento de valores típicos de dosis en imagenología con rayos X

2025

