

APÉNDICE VI

*Control de calidad en radioterapia**

* Tomado de: American Association of Physicists in Medicine. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 40. *Med Phys* 1994;21(4);581-618. (Traducción libre).

Cuadro I
QA de las unidades de Cobalto-60

Frecuencia	Procedimiento	Tolerancia ^a
Diaria	Seguridad	
	Enclavamiento de la puerta	Funciona
	Monitor de radiación de la sala	Funciona
	Monitor audiovisual	Funciona
	Mecánico	
	Rayos láser	2 mm
	Indicador de distancias (ODI)	2 mm
Semanal	Control de la colocación de la <i>fente</i>	3 mm
Mensual	Dosimetría	
	Constancia de la tasa de <i>dosis</i>	2%
	Controles mecánicos	
	Coincidencia de campos luminoso/radiación	3 mm
	Indicador de tamaños de campo (posición de colimadores)	2 mm
	Indicador de ángulos de la <i>cimbra</i> y del colimador	1 grado
	Centrado del retículo	1 mm
	Sujeción de las cuñas, las bandejas	Funciona
	Enclavamiento de seguridad	
	Interruptores de emergencia	Funciona
	Enclavamiento de cuñas	Funciona
Anual	Dosimetría	
	Constancia de la tasa de <i>dosis</i>	2%
	Constancia de la dependencia del tamaño del campo vs la tasa de <i>dosis</i>	2%
	Constancia del parámetro dosimétrico en el eje central (PDD/TAR)	2%
	Constancia del factor de transmisión para todos los accesorios estándares	2%
	Constancia del factor de transmisión de cuñas	2%
	Linealidad del cronómetro y error	1%
	Constancia de la tasa de <i>dosis</i> vs ángulo de la <i>cimbra</i>	2%
	Uniformidad del haz vs ángulo de la <i>cimbra</i>	3%
	Enclavamientos de seguridad	
	Seguir las procedimientos de prueba de los fabricantes	Funciona
	Controles mecánicos	
	Isocentro de rotación de colimadores	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la <i>cimbra</i>	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la mesa del paciente	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de los ejes del colimador, la <i>cimbra</i> y la mesa del paciente con el isocentro	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de los isocentros de radiación y mecánico	Diámetro de 2 mm
	Combamiento de la mesa del paciente	2 mm
	Desplazamiento vertical de la mesa del paciente	2 mm
	Intensidad del campo luminoso	Funciona

^a La tolerancia enumerada en los cuadros significa que se requiere tomar acción si un parámetro: (1) excede el valor tabulado (por ejemplo, el isocentro medido durante la rotación de la *cimbra* excede 2 mm de diámetro); ó (2) el cambio en el parámetro excede el valor nominal (por ejemplo, cambios de la tasa de *dosis* de más de 2%). La distinción se enfatiza mediante el uso del término "constancia" para el último caso. Además, para la "constancia", los valores de porcentaje son \pm la desviación del parámetro con respecto a su valor nominal; las distancias hacen referencia al isocentro o al valor nominal de la distancia *fente*-piel (SSD)

Cuadro II
QA de los aceleradores médicos

Frecuencia	Procedimiento	Tolerancia ^a
Diaria	Dosimetría	
	Constancia de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>fotones</i>	3%
	Constancia ^b de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>electrones</i>	3%
	Mecánico	
	Localización de los rayos láser	2 mm
	Indicador de distancias (ODI)	2 mm
	Seguridad	
Enclavamiento de la puerta	Funciona	
Monitor audiovisual	Funciona	
Mensual	Dosimetría	
	Constancia ^c de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>fotones</i>	2%
	Constancia ^c de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>electrones</i>	2%
	Constancia del monitor secundario	2%
	Constancia del parámetro dosimétrico del eje central del haz de <i>fotones</i> (PDD, TAR)	2%
	Constancia del parámetro dosimétrico del eje central del haz de <i>electrones</i> (PDD)	2 mm a la profundidad terapéutica
	Constancia del aplanamiento del haz de <i>fotones</i>	2%
	Constancia del aplanamiento del haz de <i>electrones</i>	3%
	Simetría de los haces de <i>fotones</i> y de <i>electrones</i>	3%
	Enclavamientos de seguridad	
	Interruptores de emergencia	Funciona
	Enclavamientos de cuñas, conos de <i>electrones</i>	Funciona
	Controles mecánicos	
	Coincidencia de los campos de luz/radiación	2 mm o 1% por lado ^d
	Indicadores de los ángulos de la <i>cimbra</i> /colimador	1 grado
	Posición de la cuña	2 mm (o cambio de 2% en el factor de transmisión)
	Posición de la bandeja	2 mm
	Posición de los aplicadores	2 mm
	Indicadores del tamaño del campo	2 mm
	Centrado del retículo	Diámetro de 2 mm
	Indicadores del posición de la mesa de tratamiento	2 mm/1 grado
	Sujeción de las cuñas, bandejas para bloques de conformación	Funciona
	Simetría ^e de los limitadores de campo	2 mm
Intensidad de la luz del campo	Funciona	
Anual	Dosimetría	
	Constancia de calibración de las tasas de <i>dosis</i> de <i>fotones</i> y <i>electrones</i>	2%
	Dependencia del tamaño del campo vs constancia de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>fotones</i>	2%
	Constancia del factor de calibración para los aplicadores de <i>electrones</i>	2%
	Constancia del parámetro del eje central (PDD, TAR)	2%
	Constancia del factor fuera del eje	2%
	Constancia del factor de transmisión para todos los accesorios de tratamiento	2%
	Constancia ^f del factor de transmisión de cuñas	2%
	Linealidad de la cámara de transmisión	1%
	Constancia de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>fotones</i> vs ángulo de la <i>cimbra</i>	2%
	Constancia de la tasa de <i>dosis</i> del haz de <i>electrones</i> vs ángulo de la <i>cimbra</i>	2%

Frecuencia	Procedimiento	Tolerancia ^a
	Constancia del factor fuera del eje vs ángulo de la <i>cimbra</i>	2%
	Modalidad de arco	Especificaciones del fabricante
Anual	Enclavamientos de seguridad	Funciona
	Seguir los procedimientos de prueba del fabricante	
	Controles mecánicos	
	Isocentro de rotación de los colimadores	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la <i>cimbra</i>	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la mesa del paciente	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de ejes del colimador, la <i>cimbra</i> , y la mesa del paciente con el isocentro	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de los isocentros de radiación y mecánico	Diámetro de 2 mm
	Combamiento de la mesa del paciente	2 mm
	Desplazamiento vertical de la mesa del paciente	2 mm

^a La tolerancia enumerada en los cuadros significa que se requiere tomar acción si un parámetro: (1) excede el valor tabulado (por ejemplo, el isocentro medido durante la rotación de la *cimbra* excede un diámetro de 2 mm); o (2) el cambio en el parámetro excede el valor nominal (por ejemplo, cambios de la tasa de *dosís* de más de 2%). La distinción se enfatiza mediante el uso del término "constancia" para el último caso. Además, para la "constancia", los valores de porcentajes son \pm la desviación del parámetro con respecto a su valor nominal, las distancias hacen referencia al isocentro o al valor nominal de la distancia *fuentes*-piel (SSD)

^b Todas las energías de los *electrones* no necesitan controlarse diariamente, pero todas las energías de los *electrones* se controlarán al menos dos veces por semana

^c Un control de constancia con un instrumento de campo empleando correcciones de temperatura/presión.

^d Cualquiera que sea el mayor. También debe controlarse después de un cambio en la fuente del campo luminoso.

^e La simetría de los limitadores de campo se define como la diferencia en la distancia de cada diafragma al isocentro.

^f La mayoría de los factores de transmisión de las *cañas* dependen del tamaño del campo y de la profundidad

Cuadro III
QA de los simuladores

Frecuencia	Procedimiento	Tolerancia^a
Diaria	Localización de los rayos láser	2 mm
	Indicador de distancias (ODI)	2 mm
Mensual	Indicador de tamaños del campo	2 mm
	Indicadores de los ángulos de la <i>cimbra</i> /colimador	1 grado
	Centrado del retículo	Diámetro de 2 mm
	Indicador del eje del punto focal	2 mm
	Calidad de la imagen fluoroscópica	Base de referencia
	Prevención emergencia/colisión	Funciona
	Coincidencia de los campos luz/radiación	2 mm o un 1 %
	Sensitometría de la procesadora de películas	Base de referencia
Anual	Controles mecánicos	
	Isocentro de rotación de colimadores	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la <i>cimbra</i>	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la mesa del paciente	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de los ejes del colimador, <i>cimbra</i> , mesa del paciente e isocentro	Diámetro de 2 mm
	Combamiento de la mesa del paciente	2 mm
	Desplazamiento vertical de la mesa del paciente	2 mm
	Controles radiográficos	
	Tasa de <i>exposición</i>	Base de referencia
	<i>Exposición</i> a la entrada de la mesa del paciente con fluoroscopia	Base de referencia
	Calibración del kVp y del mAs	Base de referencia
	Resolución de contrastes alto y bajo	Base de referencia

^a Las tolerancias significan que el parámetro excede el valor tabulado (por ejemplo, el isocentro medido durante la rotación de la *cimbra* excede 2 mm de diámetro).

Cuadro IV

QA del equipo de medición

I, uso inicial para cada modalidad usada o después de averías y reparaciones; E, cada uso (secuencia de medición) o evaluación en curso; B, cada lote o caja a la energía apropiada (la posición del elemento del dosímetro también debe considerarse); D, corrección documentada aplicada u observada en el informe de la medición; M, mensual.

Tipo de instrumento	Prueba	Frecuencia	Tolerancia ^a
Estándar ^b local	Calibración ADCL	2a ^c	D
	Linealidad	2a ^c	0,5%
	Aireamiento	2a ^c	D
	Señal de cámara extra (efecto vástago)	I	0,5%
	Fuga	E	0,1%
	Prueba ^d de redundancia	E	2%
	Recombinación	I	D
	Potencial de colección	E	D
Instrumentos del campo	Comparación estándar local	2a	1%
	Linealidad	2a	D
	Aireamiento	2a	D
	Señal de cámara extra	2a	D
	Fuga	E	0,1%
	Recombinación	I	D
	Potencial de colección	E	D
Control de la tasa de <i>dosis</i>	Comparación estándar local	M	1%
<i>Dosis</i> relativa			
	TLD		
Película	Calibración	E	D
	Linealidad	I	D
	Respuesta de <i>dosis</i>	B	D
<i>Cámara de ionización</i>	Linealidad del densitómetro	1a	D
	Uniformidad/reproducibilidad de la procesadora	E	D
	Linealidad	1a	D
Diodos	Señal de cámara extra	I	1%
	Dependencia de la energía	I	D
	Señal de cámara extra	I	D
Colocación	Linealidad	I	D
	Exactitud	E	2 mm
Escáneres automatizados	Histéresis	E	2 mm
	Mecánica	I	2 mm
	Exactitud de posición	E	1 mm
	Potencial de colección del detector	E	D
	Linealidad de los detectores	I	0,5%
	Señal de cámara extra	I	0,5%
	Fuga de detectores	E	0,5%
	Exactitud del análisis de datos	I	1%
Exactitud de los listados impresos	I	1 mm	

Tipo de instrumento	Prueba	Frecuencia	Tolerancia ^a
Accesorios	Calibración de termómetros	I	0,1°C
	Calibración de barómetros	3 meses	1 mm Hg
	Calibración de reglas lineales	I	0,3%

^a Los valores de porcentajes son \pm la desviación del parámetro con respecto al valor nominal y las distancias se refieren al isocentro o al valor nominal de distancia *fuentes-piel* (SSD)

^b El instrumento estándar local tiene una calibración directamente trazable al NIST y debe reservarse para la calibración de los haces de radiación, los instrumentos del campo y para intercomparaciones.

^c Dos años requeridos por el NRC. Sin un programa de redundancia, esto puede ser inadecuado; con un programa de redundancia, los sistemas de dosimetría mantienen los factores de calibración durante períodos significativamente más largos.

^d Con un *radionucleido* (por ejemplo, Sr-90) o por intercomparación de cámaras.

Cuadro V QA para los sistemas de planificación de tratamientos y cálculo de la unidad del monitor

Frecuencia	Prueba	Tolerancia ^a
Durante las pruebas de aceptación y tras cualquier actualización del software	Comprender el algoritmo	Funciona
	Campo único o distribuciones de isodosis de la <i>fuentes</i>	2% ^a o 2 mm ^b
	Cálculos UM	2%
	Casos de prueba	2% o 2 mm
	Sistema I/O	1 mm
Diaria	Dispositivos I/O	1 mm
Mensual	Verificación de sumas	Ningún cambio
	Subconjunto del conjunto de pruebas de QA de referencia (cuando no se dispone de verificación de sumas)	2% o 2 mm ^c
	Sistema I/O	1 mm
Anual	Cálculos UM	2%
	Conjunto de pruebas de QA de referencia	2% o 2 mm ^d
	Sistema I/O	1 mm

^a El porcentaje de diferencia entre el cálculo del sistema de planificación de tratamientos del ordenador y la medición (o el cálculo independiente)

^b En la región de gradientes de *dosís* altos la distancia entre las líneas de isodosis es más apropiada que la diferencia en %. Además puede haber menos exactitud cerca de los extremos de *fuentes* únicas.

^c Estos límites se refieren a la comparación de los cálculos de *dosís* durante las pruebas de aceptación con respecto a los mismos cálculos realizados posteriormente.

^d Estos límites se refieren a la comparación de los cálculos con respecto a mediciones en un tanque de agua.

Cuadro VI

Proceso de planificación de tratamientos

Proceso	Procedimientos de <i>QA</i> conexos
Colocación e inmovilización	Películas de verificación de campos Almeación de láseres
Simulación	<i>QA</i> del simulador incluyendo la calidad de la imagen y la integridad mecánica
Adquisición de datos de pacientes (CT, IRM, toma manual de contornos)	<i>QA</i> de CT, IRM, incluyendo la calidad de la imagen y la integridad mecánica Exactitud de la toma de contornos mecánica
Transferencia de datos al sistema de planificación de tratamientos	<i>QA</i> de todo el proceso de transferencia de datos, incluyendo digitalizadores, la transferencia de datos digitales, etc.
Definiciones de volúmenes blanco	Revisión por expertos, por ejemplo conferencia de planificación de pacientes nuevos, de historias clínicas
Diseño de apertura	Control independiente de la realización (por ejemplo películas de verificación de campos), y revisión por expertos
Computación de distribuciones de <i>dosis</i>	Datos de la máquina adquiridos durante las pruebas de aceptación y <i>QA</i> de las máquinas de tratamiento. Exactitud y <i>QA</i> del sistema de planificación de tratamientos
Evaluación de planes	Revisión del plan por expertos, por ejemplo, durante la conferencia de historias clínicas Control independiente por el físico de radioterapia
Prescripción	Escrita, firmada y fechada.
Computación de las unidades del monitor	<i>QA</i> del sistema de planificación de tratamientos. Control independiente dentro de 48 h
Fabricación de bloques, modificadores del haz	<i>QA</i> para la conformación de bloques y para los sistemas de compensadores. Revisión de películas de verificación de campos
Ejecución de planes	Revisión de la posición de campos sobre el paciente por el equipo de planificación de tratamientos. Revisión de expedientes clínicos.
<i>QA</i> de pacientes	Revisión de planes de tratamiento. Revisión de expedientes clínicos después de cada campo nuevo o modificado, revisión semanal de expedientes clínicos, revisión de películas de verificación de campos. Dosimetría <i>in vivo</i> para campos no usuales, <i>dosis a órganos</i> críticos (por ejemplo, la <i>dosis</i> gonadal). Control de situación, de seguimiento

Cuadro VII
Factores que afectan los cálculos de unidades del monitor (minutos)

Parámetro	Relacionado con QA
Contorno de la superficie de pacientes	Controles periódicos de la exactitud del dispositivo utilizado para la medición (calibre). Mediciones redundantes de pacientes. QA mensual del sistema de planificación de tratamientos
Posición de los colimadores	QA mensual del simulador y de la máquina de tratamiento (cuadros I-III)
Dosis por unidad del monitor (minuto) en el eje central en función de los indicadores del colimador	Parte de la QA diaria y mensual de la máquina para un campo 10 x 10 cm (cuadros I y II) y re-evaluación anual para la tasa de dosis vs tamaño de campo
Profundidad del punto de cálculo (prescripción)	Controles periódicos de la exactitud del calibre. Uso tanto de los rayos láser como de los ODI durante la colocación de pacientes para comprobar la profundidad. Repetir las mediciones de pacientes durante el curso del tratamiento
Distancia del blanco a la superficie del paciente o al isocentro	QA mensual de los simuladores y de las máquinas de tratamiento (cuadros I-III)
Factores de dosis relativa (PDD, TPR, TMR, etc.)	Pruebas mensuales de constancia de la energía de los fotones y los electrones (cuadro II)
Tamaño y forma de la apertura	Control redundante del factor de ampliación
Transmisión de cuñas y compensadores	Re-evaluación anual de la máquina. Control mensual de sujetadores y colocación de accesorios (cuadro II)
Transmisión de la bandeja de bloques de conformación	Re-evaluación anual de la máquina. Control mensual de sujetadores y colocación de accesorios (cuadro II)

Cuadro VIII

Resumen de las recomendaciones de QA para pacientes individuales

Procedimiento	Recomendación
Cálculos de unidades del monitor (minutos)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar antes del tratamiento por un individuo autorizado que no realizó el cálculo inicial, o cuando eso no sea posible (por ejemplo, tratamiento de urgencia), antes de la tercera fracción o antes de que se haya dado un 10% de la <i>dosís</i>, lo que ocurra primero
Revisión de planes gráficos de tratamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar antes del tratamiento, o si no es posible, antes de la tercera fracción o antes de que se haya dado 10% de la <i>dosís</i>, lo que ocurra primero 2. Revisar por un físico de radioterapia que no formuló el plan de tratamiento. Si hay un solo físico y esa persona realizó el plan, éste debe ser revisado por otro individuo autorizado 3. La revisión incluye el cálculo de las unidades del monitor, entrada y salida de datos y la calidad del plan. 4. Cálculo independiente de la <i>dosís</i> en un punto. Comparar para cada campo —con un cálculo independiente de la <i>dosís</i> en un punto empleando las unidades del monitor calculadas— las <i>dosís</i> prescrita y calculada. 5. Si éstas difieren más de un 5%, la discrepancia debe resolverse antes de continuar el tratamiento.
Ejecución del plan	Radioncólogo presente la primera vez o para cambios significativos en el tratamiento
Películas de verificación de campos —pacientes con tratamientos de curación y paliativos con alto <i>riesgo</i> de morbilidad	Películas iniciales revisadas por el radioncólogo antes del primer tratamiento. Además, películas de verificación periódicas (la norma es semanal) también revisadas por el radioncólogo.
Películas de verificación de campo —pacientes con tratamientos paliativos	Películas revisadas antes de la segunda fracción
Dosimetría <i>in vivo</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las instituciones deben tener acceso a TLD u otros sistemas de dosimetría <i>in vivo</i> 2. Deben emplearse para medir la <i>dosís</i> a las estructuras críticas (por ejemplo el cristalino, las gonadas) 3. Pueden emplearse para registrar la <i>dosís</i> para las condiciones de tratamiento no usuales

Cuadro IX

Pruebas de QA para las fuentes de braquiterapia

I, compra inicial; D, documentado; E, a cada uso

Tipo de fuente	Prueba	Frecuencia	Tolerancia
<i>Semiperíodo</i> largo: descripción	Forma física/producto químico	I	D
	Encapsulación de <i>fuentes</i>	I	D
	Distribución de <i>radionucleidos</i> y uniformidad de <i>fuentes</i>	I	D
	Ubicación del <i>radionucleido</i>	I	1 mm
<i>Semiperíodo</i> largo: calibración	Promedio del lote	I	3%
	Desviación del valor promedio	I	5%, D ^a
	Comprobación de la calibración	E	
<i>Semiperíodo</i> corto: descripción	Forma física/producto químico	I	D
	Encapsulación de <i>fuentes</i>	I	D
<i>Semiperíodo</i> corto: calibración	Promedio del lote	E	3%
	Desviación del valor promedio ^b	E	5%
	Distribución de <i>radionucleidos</i> y uniformidad de <i>fuentes</i>	E	V ^c

^a Control visual del código de color de la *fente* o medición en un *activímetro*.

^b Para *fuentes* de *semiperíodo* corto esto quizás no siempre es práctico.

^c V, Control visual, autorradiografía, o control con *cámara de ionización*.

Cuadro X

Pruebas de QA para el *activímetro* de las fuentes de braquiterapia

I, uso inicial o tras averías y reparaciones; S, específico de *isótopo/fuente*; D, documentado y corrección aplicada o anotada en el informe de la medición, cuando sea apropiado; y E, cada uso (secuencia de medición) o evaluación en curso (periódica).

Tipo de fuente	Prueba	Frecuencia	Tolerancia
<i>Cámara de ionización</i> de pozo	Calibración ADCL	I, S ^a	D
	Precisión	I	2%
	Linealidad	I, 2 años	1%
	Eficiencia de colección	I	1%
	Dependencia de la geometría/longitud	I	D
	Dependencia de la energía	I	D
	Dependencia de la pared	I	D
	Aireación	I	D
	Control redundante	E	2%
	Fugas	E	D
Cámara de calibración en-aire y dispositivo externo de sujeción de la <i>fente</i>	Calibración ADCL	I, S ^a	D
	Exactitud de la distancia de la cámara a la <i>fente</i>	1 año, S	1%, D
	Redundancia	E	D
	Ver el cuadro IV para otras pruebas		

^a El instrumento o las *fuentes* tienen una calibración directamente trazable al NIST

Cuadro XI

Pruebas de QA para los aplicadores de braquiterapia

I, uso inicial o tras averías y reparaciones; D, documentado y corrección aplicada o anotada en el informe de las mediciones, cuando sea apropiado, y E, como mínimo, una inspección visual para comprobar que las fuentes ficticias representan exactamente la distribución de las *fuentes* activas.

Tipo de aplicador	Prueba	Frecuencia	Tolerancia
Intracavitario	Ubicación de la <i>fente</i>	I ^a , anual	D
	Coincidencia de las <i>fuentes</i> ficticias y activas	I	1 mm
	Ubicación de los protectores	I ^b	D
Intersticial	Coincidencia de las <i>fuentes</i> ficticias y activas	I, E	1 mm

^a Para reducir la *exposición* del personal, la ubicación de las *fuentes* ficticias puede revisarse en vez de las *fuentes* activas. si está establecido que la ubicación de las *fuentes* ficticias y activas coincide

^b La ubicación de los protectores debe ser comprobada por radiografía antes del primer uso. Antes de cada uso, el aplicador puede agitarse para escuchar si hay piezas sueltas

Cuadro XII

Comprobación de parámetros específicos de procedimientos

Parámetro	Procedimiento	Cuando
Exactitud de la descripción de implantes quirúrgicos	Observación directa	Durante el procedimiento
Exactitud de la prescripción y consistencia	Consistencia de la carga y prescripción según el estadio de la enfermedad, el plan de tratamiento de radioterapia en la hoja clínica, las políticas de tratamiento del departamento	Durante la primera mitad del tratamiento
Comprobar la selección correcta de las <i>fuentes</i>	Control esporádico de calibraciones y comprobación visual	Preparación y carga de <i>fuentes</i>
<i>Fuentes</i> cargadas correctamente	Un terapeuta o un físico (o un individuo versado en carga de <i>fuentes</i>) siempre ayuda al médico	Carga de <i>fuentes</i>
Plan de tratamiento	Cálculo del plan y control para exactitud/consistencia	Durante la primera mitad del tratamiento
Remoción de implantes	Un físico presente o contactar al personal de enfermería para comprobar	Tiempo esperado de remoción
Extracción de todas las <i>fuentes</i>	Recuento de las <i>fuentes</i> inspeccionando pacientes Inventario final de <i>fuentes</i>	Durante la remoción El próximo día hábil
Revisión del tratamiento	Comprobar el tiempo de tratamiento	Después de la finalización del procedimiento
Registro, Auditoría de QA	Toda los registros de QA, de tratamiento y de seguridad radiológica completos	Después de la finalización del procedimiento

Cuadro XIII
QA de las unidades de braquiterapia de carga diferida remota

Frecuencia	Prueba	Tolerancia
Cada día de tratamiento	Enclavamientos de seguridad de la puerta, luces y alarmas	Funciona
	Funciones de la consola, interruptores, baterías, impresora	Funciona
	Inspección visual de las guías de las <i>fuentes</i>	Sin dobleces y firmemente enganchadas
	Comprobar la exactitud de la preparación de los trenes de <i>fuentes</i>	Autorradiografía
Semanal	Exactitud de la carga de <i>fuentes</i> reales y ficticias (<i>fuentes</i> ficticias usadas para espaciamento y/o simulación/comprobación)	1 mm
	Colocación de <i>fuentes</i>	1 mm
Para cada cambio de <i>fuelle</i> o trimestral	Calibración ^a	3%
	Función del cronómetro	1%
	Exactitud del control de las guías de <i>fuentes</i> y conectores	1 mm
	Integridad mecánica de los aplicadores (por radiografía si es apropiado)	Funciona
Anual	Algoritmo de cálculo de <i>dosis</i> (al menos una configuración estándar de <i>fuentes</i> para cada <i>isótopo</i>) Simular condiciones de emergencia Comprobar el inventario de las <i>fuentes</i>	3%, 1 mm

^a Es útil durante el proceso de cambio de *fuentes* calibrar las *fuentes* tanto nuevas como viejas para establecer y documentar la reproducibilidad del método de calibración

APÉNDICE VII

Normas del Colegio Americano de Radiología*

* Tomado de: American College of Radiology. *Standards*. Reston: ACR; 1997.
(Traducción libre).

Normas del Colegio Americano de Radiología (ACR), 1997

Radiología Diagnóstica

1. Norma del ACR para la radiografía general
2. Norma del ACR para las comunicaciones en radiología diagnóstica
3. Norma del ACR para telerradiología
4. Norma del ACR para la evaluación de física médica de diagnóstico de equipos radiológicos y fluoroscópicos
5. Norma del ACR para la ejecución de la tomografía computarizada en la evaluación del trauma de cráneo
6. Norma del ACR para la evaluación ósea en niños
7. Norma del ACR para la ejecución de la radiografía de tórax en niños y adultos
8. Norma del ACR para la ejecución de la radiografía de tórax portátil en niños y adultos
9. Norma del ACR para la ejecución de la tomografía computarizada de tórax
10. Norma del ACR para la ejecución de la tomografía computarizada de abdomen y pelvis
11. Normas del ACR para la ejecución del examen de mamografía de cribado
12. Norma del ACR para la ejecución de la mamografía de diagnóstico y la evaluación de solución de problemas en mamografía
13. Norma del ACR para la ejecución de esofagogramas y exámenes del tubo digestivo superior en adultos
14. Norma del ACR para la ejecución de los exámenes del intestino delgado con bario oral en adultos
15. Norma del ACR para la ejecución de los exámenes de enterocclisis en adultos
16. Norma del ACR para la ejecución de los exámenes de enema de bario en adultos
17. Norma del ACR para la ejecución de exámenes con contraste del tracto gastrointestinal superior en niños
18. Norma del ACR para la ejecución de exámenes de enema con contraste en niños
19. Norma del ACR para la ejecución de la urografía excretora
20. Norma del ACR para la ejecución de la cistografía y la uretrografía en adultos
21. Norma del ACR para la ejecución de la uretrocistografía de excreción en niños
22. Norma del ACR para la ejecución de la imaginología con resonancia magnética

Radiología Intervencionista

1. Norma del ACR para el uso de la sedación consciente intravenosa
2. Norma del ACR para la ejecución de la angiografía cerebral
3. Norma del ACR para la ejecución de la mielografía
4. Normas del ACR para la arteriografía de diagnóstico en adultos

5. Norma del ACR para la ejecución de procedimientos intervencionistas de mama guiados estereotácticamente
6. Norma del ACR para la ejecución de procedimientos intervencionistas percutáneos de mama guiados por ecografía
7. Norma del ACR para la ejecución de la biopsia trans-torácica con aguja guiada por imágenes en adultos
8. Norma del ACR para la ejecución de la aspiración torácica percutánea guiada por imágenes para el drenaje de catéteres en adultos
9. Norma del ACR para la ejecución de la nefrostomía percutánea

Medicina Nuclear

1. Norma del ACR para la imaginología con radiofármacos
2. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía cerebral para muerte cerebral
3. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía del esqueleto
4. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía cardíaca
5. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía de la tiroides y mediciones de captación
6. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía paratiroidea
7. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía pulmonar
8. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía gastrointestinal
9. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía hepatoiliar
10. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía del hígado/bazo
11. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía renal
12. Norma del ACR para la ejecución de la cistografía con *radionucleidos*
13. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía del escroto
14. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía en enfermedades infecciosas e inflamatorias
15. Norma del ACR para la ejecución de la gammagrafía de tumores
16. Norma del ACR para la ejecución de la terapia con *fuentes* radiactivas *no selladas*

Radioncología

1. Norma del ACR para la radioncología
2. Norma del ACR para la ejecución de la física de radioncología en la terapia con haces externos
3. Norma del ACR para la ejecución de la braquiterapia de alta tasa de *dosis*
4. Norma del ACR para la ejecución de la braquiterapia de baja tasa de *dosis*
5. Norma del ACR para la ejecución de la física de braquiterapia: *Fuentes* de carga manual
6. Norma del ACR para la planificación de tratamientos en 3D con haces de radiación y terapia de conformación
7. Norma del ACR para la ejecución de radioterapia estereotáctica y radiocirugía

8. Norma para el diagnóstico y tratamiento del carcinoma invasivo de mama
9. Normas para el diagnóstico y tratamiento del carcinoma ductal *in situ* de la mama (DCIS)
10. Norma del ACR para la ejecución de la terapia con *fuentes* radiactivas *no selladas*

Ultrasonido (Ecografía)

1. Norma del ACR para la ejecución e interpretación de los exámenes diagnósticos con ultrasonido (ecografías)
2. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía del sistema cerebrovascular extracraneal
3. Norma del ACR para la ejecución del examen neurosonológico pediátrico
4. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía arterial periférica
5. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía venosa periférica
6. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía de la tiroides y de la glándula paratiroidea
7. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía de mama
8. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía abdominal, renal o retroperitoneal en infantes, niños y adultos
9. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía de la pelvis femenina
10. Norma del ACR para la ejecución de la ecografía obstétrica prenatal
11. Norma del ACR para la ejecución de la evaluación de la ecografía de la próstata (y de las estructuras colindantes)
12. Normas del ACR para la ejecución de la ecografía del escroto

Otorgación de credenciales

1. Norma del ACR para el seguimiento de la educación médica (CME)

Imaginología por resonancia magnética

Monografía sobre IRM

APÉNDICE VIII

Datos de radioprotección

Apéndice VIII-A

*Valores del factor de ponderación de la radiación (W_R)
y del factor de ponderación del tejido (W_T)**

* Tomado de: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica; 1997. (Colección seguridad 115).

**Valores del factor de ponderación de la radiación (W_R)
y del factor de ponderación del tejido (W_T)**

Tipo e intervalo de energía de la radiación	Factor de ponderación de la radiación, W_R
<i>Fotones</i>	1
<i>Electrones</i>	1
<i>Neutrones</i>	
< 10 keV	5
100 keV a 2 MeV	20
2 MeV a 20 MeV	10
> 20 MeV	5
<i>Protones > 2 MeV</i>	5
<i>Partículas alfa</i>	20

Tejidos u órganos	Factor de ponderación del tejido, W_T
Superficies óseas - piel	0,01
Hígado - mama - vejiga - esófago - tiroides - resto	0,05
Médula ósea (roja) - colon - pulmón - estómago	0,12
Gonadas	0,20

Apéndice VIII-B

*Fuentes de exposición a radiaciones ionizantes**

* Tomado de: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and effects of ionizing radiation*. New York: UN; 1993. (UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly).

Fuentes de Exposición a Radiaciones Ionizantes

<i>Fuentes naturales</i>	<i>Dosis efectiva anual media (mSv)</i>
<i>Rayos cósmicos</i>	0,39
<i>Rayos gamma terrestres</i>	0,46
<i>Radioisótopos en el cuerpo (excepto radón)</i>	0,23
<i>Radón y productos de desintegración</i>	1,3
<i>Total</i>	2,4

<i>Fuentes artificiales</i>	<i>Dosis efectiva anual media (mSv)</i>
<i>Fuentes médicas</i>	0,6
Explosiones nucleares	0,01
Energía nuclear	0,0002

<i>Fuentes para uso médico</i>	<i>Número</i>
Unidades de <i>rayos X</i> (diagnóstico)	720.000
Unidades de <i>rayos X</i> (terapia)	13.000
Unidades de cobaltoterapia y cesio	4.000
<i>Aceleradores</i>	1.800
Clínicas de medicina nuclear	13.000
<i>Fuentes radiactivas en desuso</i>	130.000

Dosis colectiva anual debida al radiodiagnóstico: 1.600.000 Sv hombre

Apéndice VIII-C

*Valores de dosis umbral para efectos deterministas**

* Tomado de: Sociedad Española de Protección Radiológica, trad. *ICRP-60. Recomendaciones 1990. Comisión Internacional de Protección Radiológica. Madrid: SEPR; 1995.*

Valores de *dosis* umbral para *efectos deterministas*

<i>Efecto determinista</i>	<i>Umbral de dosis equivalente</i> (<i>exposición única</i>) (Gy)
Esterilidad permanente	
Hombre	3,5 - 6,0
Mujer	2,5 - 6,0
Opacidad del cristalino	0,5 - 2,0
Cataratas	5,0
Depresión hematopoyética	0,5

Apéndice VIII-D

*Límites de dosis**

* Tomado de: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica; 1997. (Colección seguridad 115).

Límites de dosis

El *límite de dosis efectiva* anual para *trabajadores* de acuerdo con las NBS (26) es de 20 mSv por año (promediados en 5 años consecutivos, no debiendo exceder 50 mSv por año) y la *dosis equivalente* anual a las extremidades o a la piel es de 500 mSv, y al cristalino, 150 mSv. Para *miembros del público*, el *límite de dosis efectiva* anual se ha establecido en 1 mSv, no debiendo la *dosis equivalente* a las extremidades exceder 50 mSv, y al cristalino, 15 mSv.

En la vigilancia de la aplicación de estos *límites*, se deben considerar las *dosis* originadas por *fuentes* externas y las comprometidas por la incorporación de *radionucleidos* en el organismo. No deben tenerse en cuenta las *dosis* resultantes de la radiación natural ni las recibidas por las personas en carácter de pacientes en procedimientos médicos con *fuentes* de *radiación*.

En el caso de mujeres *trabajadoras* embarazadas, a partir del momento en que el embarazo ha sido declarado y por el resto de su evolución, la *dosis equivalente* en el embrión/feto no debe ser superior a 1 mSv.

Para los estudiantes entre 16 y 18 años, los *límites* anuales recomendados son los siguientes: *Dosis efectiva*, 6 mSv; *dosis equivalentes* al cristalino, 50 mSv, y a la piel y extremidades, 150 mSv.

Glosario

Accidente

Todo suceso involuntario, incluidos los errores de operación, fallos de equipo u otros contratiempos, cuyas consecuencias reales o potenciales no sean despreciables desde el punto de vista de la protección o seguridad.

Acelerador

Dispositivo que acelera partículas cargadas (p.e. protones o electrones) a altas velocidades, usado con frecuencia para la producción de determinados radionucleidos o tratamiento de pacientes de radioterapia.

Actividad

Magnitud A correspondiente a una cantidad de radionucleido en un estado determinado de energía, en un tiempo dado, definida por la expresión:

$$A = \frac{dN}{dt}$$

siendo dN el valor esperado del número de transformaciones nucleares espontáneas a partir de ese estado determinado de energía, en el intervalo de tiempo dt . En el SI, la unidad de actividad es la inversa de segundo (s^{-1}), que recibe el nombre de becquerel (Bq).

Activímetro

Equipo compuesto por un sistema detector y contador de actividades, utilizado en medicina nuclear para calibrar distintos isótopos de uso común.

Autoridad reguladora

Autoridad o autoridades nombradas o reconocidas de otra forma por un gobierno con fines de reglamentación en materia de protección y seguridad.

Autorización

Permiso concedido en un documento por la autoridad reguladora a una persona jurídica que ha presentado una solicitud para realizar una práctica o cualquier otra acción enumerada en las obligaciones generales prescritas por las NBS, relativas a las prácticas. La autorización puede revestir la forma de inscripción en registro o de emisión de una licencia.

Blindaje

Material o estructura cuyo fin es reducir o atenuar un haz de radiaciones ionizantes.

Cámara de ionización

Dispositivo utilizado en la detección de radiaciones ionizantes o en la medición de dosis o tasa de dosis.

Capa hemirreductora

Término utilizado para expresar la calidad de un haz de fotones de baja y media energía. Corresponde al espesor de material que reduce la intensidad de un haz de radiación a la mitad.

Cimbra (gantry en inglés)

Parte del soporte de una unidad emisora o detectora de radiación que normalmente aloja la fuente de radiación o los detectores.

Contaminación

Presencia de sustancias radiactivas dentro de una materia o en su superficie, en el cuerpo humano o en otro lugar en que no sean deseables o pudieran ser nocivas.

Control de calidad (QC)

Forma parte de la garantía de calidad. Conjunto de operaciones (programación, coordinación, aplicación) destinadas a mantener o mejorar la calidad. Comprende la vigilancia, la evaluación y el mantenimiento que pueden ser definidas, medidas y controladas.

Descentralización

Transferencia de la toma de decisiones desde el nivel central al nivel local.

Descontaminación

Eliminación o reducción de la contaminación presente en materias, personas o el medio ambiente por un procedimiento físico o químico.

Desechos (residuos) radiactivos

Materias, sea cual fuera su forma física, que quedan como residuos de prácticas o intervenciones y para las que no se prevé ningún uso i) que contienen o están contaminadas por sustancias radiactivas y presentan una actividad o concentración de actividad superior al nivel de dispensa de los requisitos reglamentarios, y ii) la exposición a las cuales no está excluida de las NBS.

Desintegración radiactiva

Disminución exponencial de la actividad de una sustancia radiactiva; su transformación en sus productos hijos.

Detrimento

Daño total que a la larga sufrirán un grupo expuesto y sus descendientes a causa de la exposición del grupo a la radiación de una fuente.

Dosis

Medida de la radiación recibida o absorbida por un blanco. Según el contexto, se utilizan las magnitudes denominadas dosis absorbida, dosis a un órgano, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis equivalente comprometida, dosis efectiva comprometida. Los términos modificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés.

Dosis absorbida

Magnitud dosimétrica fundamental D , definida por la expresión:

$$D = \frac{d\epsilon}{dm}$$

en la que $d\epsilon$ es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen, y dm es la masa de la materia existente en el elemento de volumen. La energía puede promediarse con respecto a cualquier volumen definido, siendo la dosis promedio igual a la energía total impartida en el volumen dividida por la masa del volumen. La unidad de dosis absorbida en el SI es el joule por kilogramo ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$) y su nombre es el gray (Gy).

Dosis (efectiva) comprometida

Expresión de la dosis de radiación resultante de la incorporación de una sustancia radiactiva en el organismo integrada en un tiempo de 50 años para adultos y 70 para niños.

Dosis colectiva

Expresión de la dosis de radiación total recibida por una población, definida como el producto del número de individuos expuestos a una fuente por su dosis de radiación promedio. La dosis colectiva se expresa en Sieverts-hombre (Sv hombre).

Dosis efectiva

Magnitud E , definida por la sumatoria de las dosis equivalentes en tejido, multiplicada cada una por el factor de ponderación para tejido correspondiente:

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

expresión en la que H_T es la dosis equivalente en el tejido T y W_T es el factor de ponderación para tejido correspondiente al tejido T . De la definición de dosis equivalente, se desprende que:

$$E = \sum_T W_T \cdot \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

donde W_R es el factor de ponderación de la radiación correspondiente a la radiación R, y $D_{T,R}$ la dosis absorbida promedio en el órgano o tejido T. La unidad de dosis efectiva es $J \cdot kg^{-1}$, denominada sievert (Sv).

Dosis equivalente

Magnitud $H_{T,R}$, definida por la expresión:

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot W_R$$

en la que $D_{T,R}$ es la dosis absorbida debido a la radiación tipo R promediada sobre un tejido u órgano T, y W_R es el factor de ponderación de la radiación correspondiente a la radiación tipo R.

Cuando el campo de radiación se compone de diferentes tipos de radiación con diferentes valores de w_R , la dosis equivalente es:

$$H_T = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

La unidad de dosis equivalente es $J \cdot kg^{-1}$, denominada sievert (Sv).

Dosis a un órgano (D_T)

Dosis absorbida promedio en un tejido u órgano T determinado del cuerpo humano.

Dosis de entrada en superficie

Dosis absorbida en centro del haz en la superficie de entrada de la radiación en un paciente sometido a un procedimiento radiológico, expresada en aire y con retrodispersión.

Dosis promedio a la glándula mamaria

Dosis promedio teórica absorbida, D_g , a la glándula mamaria, que en mamografía puede calcularse a partir de la expresión:

$$D_g = D_{gN} X_a$$

en la que D_{gN} es la dosis absorbida promedio en la glándula mamaria, resultante de una exposición incidente en aire de $2,58 \times 10^4 C \cdot kg^{-1}$ y X_a es la exposición incidente en aire, y en la que, tratándose de tubos de rayos X con blanco de molibdeno y filtro de molibdeno que funcionen con una capa hemirreductora de 0,3 mm Al, y de una composición tisular de 50% de tejido adiposo y 50% de tejido glandular, D_{gN} puede deducirse de los siguientes valores:

Espesor de la mama (cm)	3,0	3,5	4,0	4,50	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
D_{gN}	2,2	1,95	1,75	1,55	1,4	1,25	1,15	1,05	0,95

D_{gN} se expresa en mGy por cada $2,58 \times 10^{-4} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Efectos deterministas

Efectos de las radiaciones ionizantes para los que existe un nivel umbral de dosis por encima del cual la gravedad de los efectos aumenta al elevarse la dosis.

Efectos estocásticos

Efectos de las radiaciones ionizantes que se producen, por lo general, sin que exista un nivel de dosis umbral cuya probabilidad es proporcional a la dosis, y cuya gravedad es independiente de la dosis.

Electrómetro

Dispositivo sensible a flujos pequeños de corriente eléctrica utilizado con una cámara de ionización para fines dosimétricos.

Electrón

Partícula atómica cargada negativamente.

Empleador

Persona jurídica que tiene responsabilidades, compromisos y deberes reconocidos con respecto a un trabajador que es empleado suyo en virtud de una relación aceptada de mutuo acuerdo. (Se considera que una persona empleada por cuenta propia es, a la vez, un empleador y un trabajador.)

Experto calificado

Individuo que, en virtud de certificados extendidos por órganos o sociedades competentes, licencias de tipo profesional o títulos académicos y experiencia, es debidamente reconocido como persona con competencia en una especialidad de interés; por ejemplo, física médica, protección radiológica, salud ocupacional, prevención de incendios, garantía de calidad o en cualquier especialidad técnica o de seguridad relevante.

Exposición

Acto o situación de estar sometido a irradiación. La exposición puede ser externa (irradiación causada por fuentes situadas fuera del cuerpo humano), o interna (irradiación causada por fuentes existentes dentro del cuerpo humano). La exposición puede clasificarse en normal o potencial; ocupacional, médica o del público; así como, en situaciones de intervención, en exposición de emergencia o crónica. También se utiliza el término en dosimetría para indicar

el grado de ionización producida en el aire por la radiación ionizante (ver dosis promedio a la glándula mamaria).

Exposición del público

Exposición sufrida por miembros del público a causa de fuentes de radiación, excluidas la exposición ocupacional o la médica y la exposición a la radiación natural de fondo normal en la zona, pero incluida la exposición debida a las fuentes y prácticas autorizadas y a las situaciones de intervención.

Exposición médica

Exposición sufrida por los pacientes en el curso de su propio diagnóstico o tratamiento médico o dental; por personas que no estén expuestas profesionalmente mientras ayudan voluntariamente a procurar alivio y bienestar a pacientes; y por voluntarios en el curso de un programa de investigación biomédica que implique su exposición.

Exposición normal

Exposición que se prevé se recibirá en las condiciones normales de funcionamiento de una instalación o una fuente, incluso en el caso de pequeños percances posibles que pueden mantenerse bajo control.

Exposición ocupacional

Exposición de los trabajadores ocurrida durante el trabajo, con excepción de las exposiciones excluidas del ámbito de las *NBS* y de las exposiciones causadas por las prácticas o fuentes exentas en las *NBS*.

Exposición potencial

Exposición que no se prevé se produzca con seguridad, pero que puede ser resultado de un accidente ocurrido en una fuente o deberse a un suceso o una serie de sucesos de carácter probabilista, por ejemplo, a fallos de equipo y errores de operación.

Fotón

Un *quantum* de radiación electromagnética que posee la energía $h \cdot \nu$ donde la h es la constante de Planck y ν la frecuencia.

Fuente

Cualquier cosa que pueda causar exposición a la radiación, bien emitiendo radiación ionizante o liberando sustancias o materias radiactivas.

Fuente no sellada

Fuente que no satisface la definición de fuente sellada.

Fuente sellada

Material radiactivo que se halla permanentemente encerrado en una cápsula o estrechamente ligado y en forma sólida. La cápsula o el material de una fuente sellada deberán ser lo suficientemente resistentes para mantener la estanqueidad en las condiciones de uso y desgaste para las que la fuente se haya diseñado, incluyendo percances previsibles. Ejemplos: ^{60}Co en radioterapia e ^{192}Ir en braquiterapia.

Fuentes naturales

Fuentes de radiación existentes en la naturaleza como radiación cósmica y las fuentes de radiación terrestres.

Gammacámara

Dispositivo médico utilizado en medicina nuclear para determinar y graficar la distribución de un radioisótopo incorporado al paciente. Está constituido por un elemento detector, los colimadores correspondientes a la energía de los isótopos utilizados, sistema de registro de imágenes analógicos o digitales para estudios estáticos y dinámicos y sistema de procesamiento de datos.

Garantía de calidad (QA)

Todas las acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para ofrecer suficiente confianza en que una estructura, un sistema, un componente o un procedimiento funcionará satisfactoriamente con arreglo a las normas aprobadas.

Generador de radiación

Dispositivo capaz de generar radiación tal como rayos X, neutrones, electrones u otras partículas cargadas, que puede utilizarse con fines científicos, industriales o médicos.

Generador de radionucleidos

Dispositivo que contiene una solución de un radionucleido de semiperíodo relativamente largo, del cual se puede separar por elución un producto de desintegración de semiperíodo corto en el laboratorio de medicina nuclear. Ejemplos: ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ para diagnóstico y ^{188}W - ^{188}Re para terapia.

Intervención

Toda acción encaminada a reducir o evitar la exposición o la probabilidad de exposición a fuentes que no formen parte de una práctica controlada o que se hallen sin control a consecuencia de un accidente.

Ionización

Cualquier proceso por el que se forman pares iónicos.

Isótopos

Nucleidos que tienen el mismo número atómico pero distintos números másicos.

Kerma

Cociente K definido por:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

siendo dE_{tr} la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las partículas ionizantes cargadas liberadas por partículas ionizantes neutras en una materia de masa dm . La unidad de kerma en el sistema SI es el julio por kilogramo ($J \cdot kg^{-1}$) y su nombre es el gray (Gy).

Kernel

Algoritmo de computación utilizado generalmente en programas de reconstrucción de imágenes.

Klystron

En un acelerador lineal médico, un componente del circuito que suministra energía.

Licencia

Autorización concedida por la autoridad reguladora en base a una evaluación de la seguridad y complementada con requisitos y condiciones específicos que ha de cumplir el titular licenciado.

Límite

Valor de una magnitud, aplicado en ciertas actividades o circunstancias específicas, que no ha de ser rebasado.

Límite anual de incorporación (ALI)

Incorporación por inhalación, ingestión o a través de la piel, de un radionucleido dado a un año, en el hombre de referencia, que tendría como consecuencia una dosis comprometida igual al límite de dosis correspondiente. El ALI se expresa en unidades de actividad.

Límite de dosis

Valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente causada a los individuos por prácticas controladas, que no se deberá rebasar.

Magnetron

En un acelerador lineal médico, un componente del circuito que suministra energía.

Maniquí

Objeto de prueba utilizado para simular las características de absorción y dispersión del cuerpo del paciente con el propósito de medición de radiaciones o de evaluación de la calidad de la imagen.

Miembro del público

En sentido general, cualquier individuo de la población excepto, a los fines de las NBS, los individuos expuestos por razones de ocupación o médicas. A los efectos de verificar el cumplimiento del límite de dosis anual para la exposición del público, el individuo representativo del grupo crítico correspondiente.

Neutrón

Partícula atómica sin carga eléctrica y cuya masa es aproximadamente igual a la del protón.

Nivel de atención

Forma estratificada de organización y prestación de los servicios de salud, cuyo propósito es lograr un balance en la cantidad, variedad y calidad de atención disponible a la población. Esta estratificación se obtiene mediante un proceso deliberado de organización de recursos, orientado a combinar programas de atención, personal y tecnologías de manera que estos puedan ser distribuidos y compartidos con equidad por los usuarios de los servicios de salud. Funcionalmente, corresponden a conjuntos de servicios de los cuales los de menor complejidad, denominados “Primer Nivel”, comprenden las acciones más elementales del sistema de servicios. Los otros niveles o conjuntos de servicios —usualmente denominados “Segundo”, “Tercero”, etc.—, corresponden a agrupaciones de servicios de diferente grado de especialización y complejidad mayor ascendente.

Nivel de intervención

Nivel de dosis evitable al alcanzarse el cual se realiza una acción protectora o una acción reparadora específica en una situación de exposición de emergencia o en una situación de exposición crónica.

Nivel de referencia

Nivel de actuación, nivel de intervención, nivel de investigación o nivel de registro. Estos niveles se pueden establecer para cualquiera de las magnitudes determinadas en la práctica de la protección radiológica.

Nivel orientativo para la exposición médica

Valor de la dosis, la tasa de dosis o la actividad seleccionado por organismos profesionales en consulta con la autoridad reguladora, que indica un nivel al rebasarse el cual se debería efectuar un examen a cargo de facultativos médicos

a fin de determinar si es o no excesivo, teniendo en cuenta las circunstancias particulares y aplicando sólidos criterios clínicos.

Nucleido (núclido)

Especie atómica caracterizada por su número másico, número atómico y estado energético nuclear.

Partícula alfa

Un núcleo de helio (${}^4_2\text{He}$).

Partícula beta

Electrón de carga positiva o negativa, emitido en un proceso de desintegración radiactiva.

Período de semidesintegración

Tiempo en que la actividad de un radionucleido disminuye a la mitad de su valor inicial.

Pixel

Corresponde en una imagen digital al área más pequeña que contiene información.

Plan de emergencia

Conjunto de operaciones que deben llevarse a cabo organizadamente en caso de accidente.

Práctica

Toda actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales, extiende la exposición a más personas o modifica el conjunto de vías de exposición debidas a las fuentes existentes, de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de personas o el número de las personas expuestas.

Protón

Partícula atómica cargada positivamente; núcleo del átomo de hidrógeno.

Radiación ionizante

Radiación capaz de producir pares de iones en un medio.

Radiactividad

Sinónimo de actividad.

Radioisótopo

Isótopo que es radiactivo.

Radionucleido (radionúclido)

Nucleido que es radiactivo.

Radón

El isótopo ^{222}Rn del elemento de número atómico 86.

Rayos cósmicos (radiación cósmica)

Flujo de núcleos atómicos de carácter heterogéneo y extremadamente penetrantes que entran a la atmósfera terrestre desde el espacio exterior con velocidades cercanas a la de la luz.

Rayos (radiación) gamma

Radiación electromagnética emitida por núcleos atómicos.

Rayos X (RX)

Radiación electromagnética producida al bombardear una sustancia con electrones acelerados a gran velocidad.

Relación de penetración

Término utilizado para expresar la calidad de un haz de fotones de alta energía. Corresponde al cociente de dosis absorbida a dos profundidades distintas usando o una distancia fuente-superficie o fuente-detector constante, según las condiciones de irradiación.

Riesgo

Magnitud multiatributiva con la que se expresa un riesgo en sentido general, peligro o probabilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales. Guarda relación con magnitudes tales como la probabilidad de determinadas consecuencias dañinas y la amplitud y el carácter de tales consecuencias.

Sistemas locales de salud (SILOS)

Conjunto interrelacionado de recursos de salud, tanto sectoriales como extrasectoriales, responsables por la salud de una población en un ambiente geográfico definido.

Sistemas tomográficos por emisión (SPECT y PET)

Equipos para la adquisición de imágenes en medicina nuclear, con sistema de computación para reconstrucciones tomográficas. El SPECT (single photon emission computed tomography) usa fotones; el PET (positron emission tomography), positrones.

Tomógrafo computarizado (CT)

Equipo para la adquisición de imágenes que usa rayos X con sistema de computación para reconstrucciones tomográficas.

Trabajador

Persona que trabaja en jornada completa, jornada parcial o temporalmente, por cuenta de un empleador y que tiene derechos y deberes reconocidos en lo que atañe a la protección radiológica ocupacional. (Se considera que una persona empleada por cuenta propia tiene a la vez los deberes de un empleador y un trabajador.)

Volumen blanco de planificación

Concepto geométrico aplicado en radioterapia para planificar el tratamiento tomando en consideración el efecto neto de los movimientos del paciente y de los tejidos a irradiar, las variaciones de tamaño y forma del tejido y las variaciones de la geometría del haz, por ejemplo en su amplitud y dirección.

Zona controlada

Zona en la que son o pudieran ser necesarias medidas de protección y disposiciones de seguridad específicas para:

- a) controlar las exposiciones normales o prevenir la dispersión de contaminación en las condiciones normales de trabajo;
- b) prevenir las exposiciones potenciales, o limitar su magnitud.

Zona supervisada

Zona no definida como zona controlada pero en la que se mantienen bajo control las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas protectoras ni disposiciones de seguridad concretas.