

Directiva 96/29/Euratom del Consejo de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes
Diario Oficial n° L 159 de 29/06/1996 p. 0001 - 0114

DIRECTIVA 96/29/EURATOM DEL CONSEJO de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes
EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica y, en particular, sus artículos 31 y 32,

Vista la propuesta de la Comisión, elaborada previo dictamen de un grupo de personas nombradas por el Comité Científico y Técnico entre expertos de los Estados miembros,

Visto el dictamen del Parlamento Europeo (1),

Visto el dictamen del Comité Económico y Social (2),

Considerando que la letra b) del artículo 2 del Tratado dispone el establecimiento de normas de seguridad uniformes para la protección sanitaria de los trabajadores y de la población;

Considerando que, de conformidad con el artículo 30 del Tratado, las normas básicas para la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resulten de las radiaciones ionizantes se definen como:

a) las dosis máximas admisibles que sean compatibles con una seguridad adecuada;

b) los niveles de exposición y contaminación máximos admisibles;

c) los principios fundamentales de la vigilancia médica de los trabajadores;

Considerando que el artículo 33 del Tratado dispone que cada Estado miembro adoptará las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas adecuadas para garantizar el cumplimiento de las normas básicas establecidas y tomará las medidas necesarias en lo que se refiere a la enseñanza, educación y la formación profesional;

Considerando que, para realizar su tarea, la Comunidad estableció por primera vez en 1959 las normas básicas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 218 del Tratado mediante directivas de 2 de febrero de 1959 en las que se establecen las normas básicas para la protección sanitaria de los trabajadores y del público en general contra los riesgos que se derivan de las radiaciones ionizantes (3); que dichas directivas fueron revisadas en 1962 mediante la Directiva de 5 de marzo de 1962 (4), en 1966 mediante la Directiva 66/45/Euratom (5), en 1976 mediante la Directiva 76/579/Euratom (6), en 1979 mediante la Directiva 79/343/Euratom (7), en 1980 mediante la Directiva 80/836/Euratom (8), y en 1984 mediante la Directiva 84/467/Euratom (9);

Considerando que las directivas relativas a las normas básicas han sido completadas mediante la Directiva 84/466/Euratom del Consejo, de 3 de septiembre de 1984, por la que se establecen las medidas fundamentales relativas a la protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamiento médicos (10); la Decisión 87/600/Euratom del Consejo, de 14 de diciembre de 1987, sobre arreglos comunitarios para el rápido intercambio de información en caso de emergencia radiológica (11); el Reglamento (Euratom) n° 3954/87 del Consejo, de 22 de diciembre de 1987, por el que se establecen tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios y los piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica (12); la Directiva 89/618/Euratom del Consejo, de 27 de noviembre de 1989, relativa a la información de la población sobre las medidas de protección sanitaria aplicables y sobre el comportamiento a seguir en caso de emergencia radiológica (13); la Directiva 90/641/Euratom del Consejo, de 4 de diciembre de 1990, relativa a la protección operacional de los trabajadores exteriores con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por interven-

ción en zona controlada (14); la Directiva 92/3/Euratom del Consejo, de 3 de febrero de 1992, relativa a la vigilancia y al control de los traslados de residuos radiactivos entre Estados miembros o procedentes o con destino al exterior de la Comunidad (15); y el Reglamento (Euratom) n° 1493/93 del Consejo, de 8 de junio de 1993, relativo a los traslados de sustancias radiactivas entre los Estados miembros (16);

Considerando que debido al desarrollo de los conocimientos científicos en relación con la protección radiológica, como se recoge concretamente en la Recomendación n° 60 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, resulta conveniente revisar las normas básicas y establecerlas en un nuevo instrumento jurídico;

Considerando la especial importancia de las normas básicas en el ámbito de los riesgos de las radiaciones ionizantes en relación con otras directivas relativas a otros tipos de riesgos, y la importancia de avanzar en la aplicación uniforme de las mismas dentro de la Comunidad;

Considerando que conviene incluir en el ámbito de aplicación de las normas básicas, las prácticas o las actividades laborales que puedan suponer un aumento significativo de las exposiciones de los trabajadores y de los miembros del público, que no puedan considerarse despreciables desde el punto de vista de la protección radiológica, debidas a las radiaciones ionizantes procedentes de fuentes artificiales de radiación o de fuentes naturales de radiación, así como las medidas de protección adecuadas en caso de intervención;

Considerando que, con el fin de garantizar el cumplimiento de las normas básicas, los Estados miembros deberán someter a un régimen de declaración y autorización previa determinadas prácticas que impliquen riesgos derivados de las radiaciones ionizantes, o bien prohibir determinadas prácticas;

Considerando que un sistema de protección radiológica para prácticas debe seguir basándose en los principios de justificación de la exposición, optimización de la protección y limitación de las dosis; que la limitación de las dosis debe establecerse teniendo en cuenta la situación particular de los diferentes grupos de personas expuestas, tales como trabajadores, aprendices, estudiantes y miembros del público;

Considerando que la protección operacional de los trabajadores expuestos, aprendices y estudiantes requiere la aplicación de medidas en el lugar de trabajo; que dichas medidas deberán incluir la evaluación previa de los posibles riesgos, la clasificación de los lugares de trabajo y de los trabajadores, la vigilancia de las zonas y de las condiciones de trabajo, así como la vigilancia médica;

Considerando que se debería requerir a los Estados miembros que identifiquen las actividades laborales que impliquen niveles de exposición que incrementen de forma significativa los niveles de exposición de trabajadores o miembros del público a fuentes naturales de radiación, que no puedan considerarse despreciables desde el punto de vista de la protección radiológica; que los Estados miembros deberían adoptar medidas de protección adecuadas con respecto a las actividades laborales declaradas al efecto;

Considerando que la protección operacional de la población en circunstancias normales requiere el establecimiento por parte de los Estados miembros de un sistema de inspección para controlar la protección radiológica de la población y comprobar su conformidad con las normas básicas;

Considerando que los Estados miembros deberían estar preparados para cualquier posible emergencia radiológica que pueda darse en sus respectivos territorios y cooperar con otros Estados miembros y con países terceros para facilitar los preparativos y la gestión de este tipo de situaciones;

Considerando que las directivas sobre normas básicas revisadas por la Directiva 84/467/Euratom deberían ser derogadas con efectos a partir del momento en que sea aplicable la presente Directiva,

HA ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

TÍTULO I DEFINICIONES

Artículo 1

A efectos de la presente Directiva, los términos que figuran a continuación se entenderán de la siguiente manera:

Dosis absorbida (D): la energía absorbida por unidad de masa

$D = \frac{d}{m}$

donde:

- d es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen,

- m es la masa de la materia contenida en dicho elemento de volumen.

En la presente Directiva, la dosis absorbida indica la dosis promediada sobre un tejido u órgano. La unidad de dosis absorbida es el gray.

Acelerador: aparato o instalación en el que se aceleran partículas, que emite radiaciones ionizantes con una energía superior a 1 MeV (mega-electrón voltio).

Exposición accidental: exposición de personas como resultado de un accidente. No incluye la exposición de emergencia.

Activación: proceso mediante el cual un nucleido estable se transforma en radionucleido al ser irradiado con partículas o rayos gamma de alta energía el material en que está contenido.

Actividad (A): la actividad A de una cantidad de un radionucleido en un determinado estado energético en un momento dado es el cociente entre dN y dt , donde dN es el valor esperado del número de transformaciones nucleares espontáneas que se producen desde dicho estado energético en el intervalo de tiempo dt :

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

La unidad de actividad es el bequerelio.

Aprendiz: persona que recibe formación o instrucción en el marco de una empresa para ejercer una función específica.

Servicio dosimétrico autorizado: organismo responsable de la calibración, lectura o interpretación de aparatos de vigilancia individual, o de la medición de radiactividad en el cuerpo humano o en muestras biológicas, o de la evaluación de las dosis, cuya capacidad para actuar al respecto sea reconocida por las autoridades competentes.

Médico autorizado: médico responsable de la vigilancia médica de los trabajadores de la categoría A a que se refiere el artículo 21, cuya capacidad para actuar al respecto sea reconocida por las autoridades competentes.

Servicios autorizados de salud laboral: organismo u organismos a los que puede encomendarse la protección radiológica de los trabajadores expuestos y/o la vigilancia médica de los trabajadores de la categoría A. Su capacidad para actuar al respecto debe ser reconocida por las autoridades competentes.

Fuentes artificiales: fuentes de radiación distintas de las fuentes naturales de radiación.

Autorización: permiso concedido por la autoridad competente de forma documental, previa solicitud, o establecido por la legislación nacional, para ejercer una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación de la presente Directiva.

Bequerelio (Bq): nombre especial de la unidad de actividad. Un bequerelio es igual a una transformación por segundo.

$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$

Niveles de desclasificación: valores establecidos por las autoridades nacionales competentes en términos de concentraciones de actividad y/o de actividad total, a los cuales o por debajo de los cuales, las sustancias radiactivas o los materiales que contienen sustancias radiactivas procedentes de cualquier práctica sujeta al régimen de declaración o de autorización, pueden quedar exentas de los requisitos de

la presente Directiva.

Dosis efectiva comprometida [$E(\hat{t})$]: suma de las dosis equivalentes comprometidas en un tejido u órgano [$HT(\hat{t})$] como resultado de una incorporación, multiplicada cada una de ellas por el factor de ponderación tisular correspondiente wT . Se define por la fórmula siguiente:

$$E(\hat{t}) = T\hat{O} \sum wTHT(\hat{t})$$

Al especificar $E(\hat{t})$, \hat{t} es el número de años durante los cuales se realiza la integración. La unidad para la dosis efectiva comprometida es el sievert.

Dosis equivalente comprometida [$HT(\hat{t})$]: integral respecto al tiempo (t) de la tasa de dosis equivalente en un tejido u órgano T que recibirá un individuo como consecuencia de una incorporación. Se define por la fórmula siguiente:

$$HT(\hat{t}) = t_0 \int_{t_0}^{t_0 + \hat{t}} HT(t) dt$$

para una incorporación en un tiempo t_0 , siendo

- >PRINCIPIO DE GRÁFICO>

>FIN DE GRÁFICO>

$T(\hat{t})$ la tasa de dosis equivalente correspondiente en el órgano o tejido T en el tiempo t ,

- \hat{t} el período durante el cual la integración se lleva a cabo.

Al especificar $HT(\hat{t})$, \hat{t} viene dado en años. Cuando no se especifica el valor de \hat{t} , se sobreentiende un período de 50 años para los adultos o de un máximo de 70 años para los niños. La unidad para la dosis equivalente comprometida es el sievert.

Autoridades competentes: cualquier autoridad designada por un Estado miembro.
Zona controlada: zona sometida a regulación especial a efectos de protección contra las radiaciones ionizantes, o para evitar la dispersión de la contaminación radiactiva y cuyo acceso está controlado.

Eliminación: ubicación de los residuos en un repositorio o en un emplazamiento determinado cuando no exista intención de recuperación de los mismos. La eliminación comprende también la evacuación directa de residuos en el medio ambiente previa autorización y su consiguiente dispersión.

Restricción de dosis: restricción de las dosis individuales esperables que puedan derivarse de una fuente determinada para su uso en la fase de planificación de la protección radiológica en cualquier circunstancia en que deba considerarse la optimización.

Límites de dosis: las referencias máximas fijadas en el título IV para las dosis resultantes de la exposición de los trabajadores, aprendices, estudiantes y miembros del público, a las radiaciones ionizantes consideradas por la presente Directiva, que deberán aplicarse a la suma de las correspondientes dosis procedentes de las exposiciones externas en el período especificado y las dosis comprometidas a 50 años (hasta 70 años en el caso de niños) a causa de las incorporaciones producidas en el mismo período.

Dosis efectiva (E): suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo que se especifican en el Anexo II procedentes de irradiaciones internas y externas. Se define por la fórmula siguiente:

$$E = T\hat{O} \sum wTHT = T\hat{O} \sum wT R\hat{O} wR DT,R$$

donde:

- DT,R es la dosis absorbida promediada sobre el tejido u órgano T , procedente de la radiación R ,

- WR es el factor de ponderación de la radiación, y

- WT es el factor de ponderación tisular del tejido u órgano T .

Los valores adecuados para WT y WR se especifican en el Anexo II. La unidad para la dosis efectiva es el sievert.

Exposición de emergencia: exposición de personas que realizan una acción urgente necesaria para prestar ayuda a personas en peligro, prevenir la exposición de un gran número de personas o para salvar una instalación o bienes valiosos, que podría implicar la superación de alguno de los límites de dosis individuales establecidos para los trabajadores expuestos. La exposición de emergencia se aplicará úni-

camente a voluntarios.

Dosis equivalente (HT): la dosis absorbida, en el tejido u órgano T, ponderada en función del tipo y la calidad de la radiación R. Viene dada por la fórmula:

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R}$$

siendo:

- $D_{T,R}$ la dosis absorbida promediada sobre el tejido u órgano T, procedente de la radiación R, y

- w_R el factor de ponderación de la radiación.

Cuando el campo de radiación se compone de tipos y energías con valores diferentes de w_R , la dosis equivalente total, HT, viene dada por la fórmula:

$$H_T = \sum w_R D_{T,R}$$

Los valores apropiados para w_R se especifican en el Anexo II. La unidad para la dosis equivalente es el sievert.

Trabajadores expuestos: personas que trabajan, tanto por cuenta propia como por cuenta ajena, sometidas a una exposición a causa de su trabajo derivada de las prácticas a las que se refiere la presente Directiva que pudieran entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Exposición: el proceso de estar expuesto a las radiaciones ionizantes.

Gray (Gy): nombre especial de la unidad de dosis absorbida. Un gray es igual a un julio por kilogramo:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J kg}^{-1}$$

Detrimento de la salud: estimación del riesgo de reducción de los años o de la calidad de vida en un segmento de la población tras haberse visto expuesta a radiaciones ionizantes. Se incluyen las pérdidas debidas a efectos somáticos, cáncer y alteraciones genéticas graves.

Incorporación: la actividad de radionucleidos que se introducen en el organismo procedentes del medio externo.

Intervención: actividad humana que evita o reduce la exposición de las personas a la radiación procedente de fuentes que no son parte de una práctica o que están fuera de control, actuando sobre las fuentes, las vías de transferencia y las propias personas.

Nivel de intervención: valor de dosis equivalente evitable, dosis efectiva evitable o valor derivado, a partir del cual debe considerarse la adopción de medidas de intervención. El valor de dosis evitable o derivado es únicamente el relacionado con la vía de exposición al que deberá aplicarse la medida de intervención.

Radiación ionizante: la transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas de una longitud de onda igual o inferior a 100 nanómetros o una frecuencia igual o superior a 3×10^{15} hertzios, capaces de producir iones directa o indirectamente.

Miembros del público: personas de la población, con excepción de los trabajadores expuestos, los aprendices y los estudiantes durante sus horas de trabajo, así como personas durante la exposición a que se refieren las letras a), b) y c) del apartado 4 del artículo 6.

Fuentes naturales de radiación: fuentes de radiación ionizante de origen natural, terrestre o cósmico.

Exposición potencial: exposición que no se prevé que se produzca con seguridad, con una probabilidad de suceso que puede estimarse con antelación.

Práctica: actividad humana que puede aumentar la exposición de las personas a la radiación procedente de una fuente artificial, o de una fuente natural de radiación cuando los radionucleidos naturales son procesados por sus propiedades radiactivas, físis o fértiles, excepto en el caso de exposición de emergencia.

Expertos cualificados: personas con los conocimientos y la preparación necesarios para realizar exámenes físicos, técnicos o radioquímicos, que permitan evaluar dosis, así como para asesorar a fin de garantizar una protección eficaz de las personas y un funcionamiento correcto de los equipos de protección, y cuya capacidad para ejercer las funciones de experto cualificado sea reconocida por las autoridades competentes. A un experto cualificado se le podrá encomendar la responsabilidad

técnica de las tareas de protección radiológica de trabajadores y miembros del público.

Contaminación radiactiva: contaminación por sustancias radiactivas de cualquier material, superficie o medio, o de una persona. En el caso particular del cuerpo humano, dicha contaminación radiactiva comprenderá a la vez la contaminación cutánea externa y la contaminación interna, independientemente de la vía de incorporación.

Sustancia radiactiva: sustancia que contiene uno o más radionucleidos, y cuya actividad o concentración no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

Emergencia radiológica: situación que requiere medidas urgentes con el fin de proteger a los trabajadores, a los miembros del público, o a la población en parte o en su conjunto.

Grupo de referencia de la población: grupo que incluye a personas cuya exposición a una fuente es razonablemente homogénea y representativa de la de las personas de la población más expuestas a dicha fuente.

Declaración: obligación de presentar un documento a la autoridad competente para notificar la intención de llevar a cabo una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación de la presente Directiva.

Fuente sellada: fuente con una estructura que, en condiciones normales de utilización, impide cualquier dispersión de sustancias radiactivas en el medio ambiente.

Sievert (Sv): nombre especial de la unidad de dosis efectiva y equivalente. Un sievert es igual a un julio por kilogramo:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$$

Fuente: aparato, sustancia radiactiva o instalación capaz de emitir radiaciones ionizantes o sustancias radiactivas.

Zona vigilada: zona sometida a una adecuada vigilancia a efectos de protección contra las radiaciones ionizantes.

Empresa: persona física o jurídica que realice prácticas o actividades laborales previstas en el artículo 2 de la presente Directiva y que sea legalmente responsable de la realización de dichas prácticas o actividades laborales con arreglo a la legislación nacional.

TÍTULO II ÁMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 2

1. La presente Directiva se aplicará a todas las prácticas que impliquen un riesgo derivado de las radiaciones ionizantes que emanen de una fuente artificial, o bien de una fuente natural de radiación cuando los radionucleidos naturales son o han sido procesados por sus propiedades radiactivas, físis o fértiles, a saber:
 - a) la producción, tratamiento, manipulación, utilización, posesión, almacenamiento, transporte, importación a la Comunidad y exportación a partir de la misma y eliminación de sustancias radiactivas;
 - b) la operación de todo equipo eléctrico que emita radiaciones ionizantes y que contenga componentes que funcionen a una diferencia de potencial superior a 5 kV;
 - c) cualquier otra práctica especificada por el Estado miembro.
2. De conformidad con el título VII, la presente Directiva se aplicará asimismo a toda actividad laboral no contemplada en el artículo 1 pero que suponga la presencia de fuentes naturales de radiación y dé lugar a un aumento significativo de la exposición de los trabajadores o de miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.
3. De conformidad con el título IX, la presente Directiva se aplicará asimismo a toda intervención en caso de emergencia radiológica o en caso de exposición perdurable como consecuencia de los efectos residuales de una situación de emergencia radiológica o del ejercicio de una práctica o actividad laboral del pasado.
4. La presente Directiva no se aplicará a la exposición al radón de las viviendas o a los niveles naturales de radiación, es decir, a los radionucleidos contenidos en el

cuerpo humano, a los rayos cósmicos a nivel del suelo o a la exposición por encima del nivel del suelo a los radionucleidos presentes en la corteza terrestre no alterada.

TÍTULO III DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE PRÁCTICAS

Artículo 3

Declaración

1. Cada Estado miembro exigirá que se declare la realización de la prácticas a las que se refiere el apartado 1 del artículo 2, salvo lo dispuesto en el presente artículo.
2. No será necesaria la exigencia de declaración para las prácticas que impliquen lo siguiente:
 - a) sustancias radiactivas, si la cantidad involucrada no supera en total los valores de exención indicados en la columna 2 de la tabla A del Anexo I, en circunstancias excepcionales en un Estado miembro, otros valores distintos autorizados por las autoridades competentes que en todo caso satisfagan los criterios básicos establecidos en el Anexo I; o
 - b) sustancias radiactivas, si la concentración de actividad por unidad de masa no excede los valores de exención indicados en la columna 3 de la tabla A del Anexo I o, en circunstancias excepcionales en un Estado miembro, otros valores distintos autorizados por las autoridades competentes que en todo caso satisfagan los criterios básicos establecidos en el Anexo I; o
 - c) aparatos que contengan sustancias radiactivas que superen las cantidades o los valores de concentración que se especifican en las letras a) o b) cuando se cumplan las condiciones siguientes:
 - i) ser de un tipo aprobado por las autoridades competentes del Estado miembro; y
 - ii) estar contruidos en forma de fuente sellada; y
 - iii) no presentar, en condiciones normales de funcionamiento, una tasa de dosis superior a $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ en ningún punto situado a 0,1 m de la superficie accesible del aparato; y
 - iv) que las autoridades competentes hayan especificado las condiciones para su eliminación; o
 - d) la operación de aparatos eléctricos a los que se aplique la presente Directiva, distintos de los contemplados en la letra e), cuando se cumplan las condiciones siguientes:
 - i) ser de un tipo aprobado por las autoridades competentes del Estado miembro; y
 - ii) no presentar, en condiciones normales de funcionamiento, una tasa de dosis superior a $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ en ningún punto situado a 0,1 m de la superficie accesible del aparato; o
 - e) la operación de todo tubo de rayos catódicos destinado a proporcionar imágenes visuales, u otros aparatos eléctricos que funcionen con una diferencia de potencial no superior a 30 kV, siempre que esta operación no presente, en condiciones normales de funcionamiento, una tasa de dosis superior a $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ en ningún punto situado a 0,1 m de la superficie accesible del aparato; o
 - f) material contaminado con sustancias radiactivas procedente de evacuaciones autorizadas que hayan sido declaradas por las autoridades competentes como no sometidas a controles posteriores.

Artículo 4

Autorización

1. Cada Estado miembro exigirá autorización previa para las siguientes prácticas, salvo lo dispuesto en el presente artículo:
 - a) operación y clausura de toda instalación del ciclo de combustible nuclear, y explotación y cierre de las minas de uranio;

- b) la adición deliberada de sustancias radiactivas en la producción y fabricación de productos medicinales y la importación o exportación de tales bienes;
 - c) la adición deliberada de sustancias radiactivas en la producción y fabricación de bienes de consumo y la importación o exportación de tales bienes;
 - d) la administración deliberada de sustancias radiactivas a personas y, en la medida en que afecte a la protección de seres humanos frente a la radiación, a animales, con fines de diagnóstico, tratamiento o investigación de carácter médico o veterinario;
 - e) la utilización de aparatos de rayos X o fuentes radiactivas para la radiografía industrial o el procesamiento de productos o la investigación o la exposición de personas con fines de tratamiento médico y la utilización de aceleradores, exceptuados los microscopios electrónicos.
2. Podrá exigirse autorización previa para prácticas distintas de las enumeradas en el apartado 1.
3. Los Estados miembros podrán especificar que no sea exigible la autorización de una práctica cuando:
- a) en el caso de las prácticas descritas en las letras a), c) y e) del apartado 1, la práctica esté exenta de declaración; o
 - b) en los supuestos en que exista un riesgo limitado de exposición de seres humanos que no requiera el examen de casos individuales, y la práctica se efectúe de conformidad con las condiciones que disponga la legislación nacional.

Artículo 5

Autorización y desclasificación para la eliminación, reciclado o reutilización

1. La eliminación, reciclado o reutilización de sustancias radiactivas o de materiales que contengan sustancias radiactivas procedentes de cualquier práctica sujeta a la exigencia de declaración o de autorización estará sujeta a autorización previa.
2. No obstante, la eliminación, el reciclado o la reutilización de dichas sustancias o materiales podrán ser exonerados de los requisitos de la presente Directiva siempre que satisfagan los niveles de desclasificación establecidos por las autoridades nacionales competentes. Dichos niveles de desclasificación respetarán los criterios básicos utilizados en el Anexo I y tendrán en cuenta cualquier otra orientación de tipo técnico que disponga la Comunidad.

TÍTULO IV JUSTIFICACIÓN, OPTIMIZACIÓN Y LIMITACIÓN DE DOSIS PARA PRÁCTICAS

CAPÍTULO I PRINCIPIOS GENERALES

Artículo 6

1. Cada Estado miembro garantizará que toda nueva clase o nuevo tipo de prácticas que implique una exposición a radiaciones ionizantes se justifique antes de que sea adoptada o aprobada por primera vez por lo que se refiere a las ventajas que representen en relación con el detrimento de la salud que ocasionen.
2. Las clases o tipos de prácticas existentes podrán ser revisadas desde el punto de vista de su justificación, siempre que surjan nuevas e importantes evidencias sobre su eficiencia o consecuencias.
3. Además, cada Estado miembro garantizará que:
 - a) en el contexto de la optimización, todas las exposiciones deberán mantenerse en el nivel más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales;
 - b) sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 12, la suma de las dosis recibidas procedentes de todas las prácticas pertinentes no sobrepasará los límites de dosis establecidos en el presente título para los trabajadores expuestos, los aprendices, los estudiantes y los miembros del público.
4. El principio definido en la letra a) del apartado 3 se aplicará a todas las exposi-

ciones a radiaciones ionizantes que resulten de las prácticas a que se refiere el apartado 1 del artículo 2. El principio definido en la letra b) del apartado 3 no se aplicará a ninguna de las exposiciones siguientes:

- a) la exposición de personas en el marco de su propio diagnóstico o tratamiento médico;
- b) la exposición deliberada y voluntaria de personas (cuando ello no constituya parte de su ocupación) para ayudar o aliviar a pacientes en diagnóstico o tratamiento médico;
- c) la exposición de voluntarios que participen en programas de investigación médica y biomédica.

5. Los Estados miembros no permitirán ni la adición deliberada de sustancias radiactivas en la producción de alimentos, juguetes, adornos personales y cosméticos ni la importación o exportación de dichos bienes.

Artículo 7

Restricciones de dosis

1. En el contexto de la optimización de la protección radiológica, cuando sea adecuado, deberían utilizarse restricciones de dosis.
2. Podrán incluirse restricciones de dosis en las orientaciones que imparta cada Estado miembro con respecto a los procedimientos adecuados que deban aplicarse a las personas expuestas conforme se definen en las letras b) y c) del apartado 4 del artículo 6.

CAPÍTULO II LIMITACIÓN DE DOSIS

Artículo 8

Límite de edad para trabajadores expuestos

Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 11, no podrán asignarse a los menores de 18 años tareas que pudieran convertirlos en trabajadores expuestos.

Artículo 9

Límite de dosis para trabajadores expuestos

1. El límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante un período de cinco años consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año. Los Estados miembros podrán decidir un valor anual.
2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 1:
 - a) el límite de dosis equivalente para el cristalino será de 150 mSv por año;
 - b) el límite de dosis equivalente para la piel será de 500 mSv por año. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie de 1 cm², con independencia de la zona expuesta;
 - c) el límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos será de 500 mSv por año.

Artículo 10

Protección especial durante el embarazo y la lactancia

1. Tan pronto como una mujer embarazada comunique su estado a la empresa, de conformidad con la legislación nacional o las prácticas nacionales, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente del feto sea tan baja como sea razonablemente posible, y que sea improbable que dicha dosis exceda 1 mSv al menos durante el resto del embarazo.
2. Tan pronto como una mujer en período de lactancia informe de su estado a la

empresa, no deberá ser asignada a trabajos que impliquen un riesgo significativo de contaminación radiactiva corporal.

Artículo 11

Límite de dosis para aprendices y estudiantes

1. El límite de dosis para los aprendices mayores de 18 años y para los estudiantes mayores de 18 años que, durante sus estudios, estén obligados a utilizar fuentes, será el mismo que los de los trabajadores expuestos que se establecen en el artículo 9.

2. El límite de dosis efectiva para aprendices con edades comprendidas entre 16 y 18 años y para estudiantes con edades comprendidas entre 16 y 18 años que, durante sus estudios, estén obligados a utilizar fuentes, será de 6 mSv por año.

Sin perjuicio de este límite de dosis:

a) el límite de dosis equivalente para el cristalino será de 50 mSv por año;

b) el límite de dosis equivalente para la piel será de 150 mSv por año. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie de 1 cm², con independencia de la zona expuesta;

c) el límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos será de 150 mSv por año.

3. Los límites de dosis para los aprendices y los estudiantes que no estén sometidos a las disposiciones previstas en los apartados 1 y 2 serán los mismos que los establecidos en el artículo 13 para los miembros del público.

Artículo 12

Exposiciones especialmente autorizadas

1. En circunstancias excepcionales, excluidas las emergencias radiológicas, que se evaluarán caso por caso, las autoridades competentes podrán, cuando lo requieran algunas operaciones específicas, autorizar exposiciones ocupacionales individuales superiores a los límites de dosis establecidos en el artículo 9, siempre que dichas exposiciones estén limitadas en el tiempo, se circunscriban a determinadas zonas de trabajo y estén comprendidas dentro de los niveles máximos de exposición definidos para ese caso concreto por las autoridades competentes. Se tendrán en cuenta las condiciones siguientes:

a) solamente podrán ser sometidos a exposiciones especialmente autorizadas los trabajadores que pertenezcan a la categoría A definida en el artículo 21;

b) los aprendices, estudiantes y mujeres embarazadas o en período de lactancia que puedan sufrir una contaminación corporal quedarán excluidos de dichas exposiciones;

c) la empresa deberá justificar cuidadosamente y con antelación dichas exposiciones y discutir las detenidamente con los trabajadores voluntarios, sus representantes, el médico autorizado, los servicios autorizados de salud laboral o el experto cualificado;

d) los trabajadores afectados serán informados con antelación sobre los riesgos que implique la operación y las precauciones que deberán adoptarse durante la misma;

e) todas las dosis relacionadas con las exposiciones especialmente autorizadas deberán registrarse por separado en el historial médico a que se refiere el artículo 34, y en el registro individual a que se refiere el artículo 28.

2. La superación de los límites de dosis como resultado de exposiciones especialmente autorizadas no constituirá necesariamente motivo para excluir al trabajador de sus ocupaciones habituales o cambiarlo de puesto sin su consentimiento.

Artículo 13

Límite de dosis para miembros del público

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 14, los límites de dosis para miembros

del público serán los establecidos en los apartados 2 y 3.

2. El límite de dosis efectiva será de 1 mSv por año. No obstante, en circunstancias especiales, podrá permitirse un valor de dosis efectiva más elevado en un único año, siempre que el promedio durante cinco años consecutivos no sobrepase 1 mSv por año.

3. Sin perjuicio del apartado 2:

- a) el límite de dosis equivalente para el cristalino será de 15 mSv por año;
- b) el límite de dosis equivalente para la piel será de 50 mSv por año, calculando el promedio en cualquier superficie cutánea de 1 cm², independientemente de la superficie expuesta.

Artículo 14

Exposición de la población en su conjunto

Los Estados miembros tomarán medidas razonables para garantizar que la contribución de las prácticas a la exposición de la población en su conjunto se mantenga en el valor más bajo razonablemente posible, teniéndose en cuenta factores económicos y sociales.

Todas estas contribuciones se evaluarán regularmente.

TÍTULO V ESTIMACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA

Artículo 15

Para la estimación de las dosis efectivas y equivalentes se utilizarán los valores y relaciones a que se refiere el presente título. Las autoridades competentes podrán autorizar el uso de métodos equivalentes.

Artículo 16

Sin perjuicio de las disposiciones del artículo 15:

- a) para la radiación externa, deberán utilizarse los valores y relaciones del Anexo II para estimar las dosis efectivas y equivalentes pertinentes;
- b) para la exposición interna procedente de un radionucleido o de una mezcla de radionucleidos, se podrán utilizar los valores y relaciones de los Anexos II y III con objeto de estimar las dosis efectivas.

TÍTULO VI PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE PROTECCIÓN OPERACIONAL DE TRABAJADORES EXPUESTOS, APRENDICES Y ESTUDIANTES PARA PRÁCTICAS

Artículo 17

La protección operacional de los trabajadores expuestos se basará, en particular, en los principios siguientes:

- a) evaluación previa para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico para los trabajadores expuestos y aplicación de la optimización de la protección radiológica en todas las condiciones laborales;
- b) clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, en su caso, en relación con una evaluación de las dosis anuales previstas y de la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales;
- c) clasificación de los trabajadores en diferentes categorías;
- d) aplicación de disposiciones y medidas de control y vigilancia relativas a las diferentes zonas y a las diferentes condiciones de trabajo, incluido, en su caso, la vigilancia individual;
- e) vigilancia médica.

CAPÍTULO I MEDIDAS DE RESTRICCIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Sección 1 Clasificación y delimitación de zonas

Artículo 18

Medidas en los lugares de trabajo

1. A efectos de protección radiológica, se tomarán medidas respecto a todos los lugares de trabajo en los que exista una posibilidad de exposición a las radiaciones ionizantes superior a 1 mSv por año o una dosis equivalente a un décimo de los límites para el cristalino, la piel y las extremidades establecidos en el apartado 2 del artículo 9. Dichas medidas deberán adaptarse a la naturaleza de las instalaciones y de las fuentes, así como a la magnitud y naturaleza de los riesgos. El alcance de los medios de prevención y de vigilancia, así como su naturaleza y su calidad, deberán estar en función de los riesgos vinculados a los trabajos que impliquen una exposición a las radiaciones ionizantes.
2. Se distinguirá entre zonas controladas y zonas vigiladas.
3. Las autoridades competentes establecerán orientaciones para la clasificación de las zonas controladas y vigiladas que resulten pertinentes para cada circunstancia.
4. La empresa someterá a revisión las condiciones de trabajo que se realicen en las zonas controladas y vigiladas.

Artículo 19

Requisitos de las zonas controladas

1. Los requisitos mínimos para toda zona controlada son como sigue:
 - a) se deberá delimitar y restringir el acceso a aquellas personas que hayan recibido las instrucciones adecuadas, de conformidad con los procedimientos escritos previstos por la empresa. Se adoptarán medidas especiales siempre que exista un riesgo importante de dispersión de la contaminación radiactiva, que incluirán la entrada y salida de personas y materiales;
 - b) teniendo en cuenta la naturaleza y la importancia de los riesgos radiológicos, en las zonas controladas se deberá organizar una vigilancia radiológica del ambiente de trabajo, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 24;
 - c) deberá existir una señalización en la que se indique el tipo de zona, la naturaleza de las fuentes y los riesgos inherentes;
 - d) se deberán prever instrucciones adecuadas al riesgo radiológico relacionado con las fuentes y las operaciones de que se trate.
2. La ejecución de estas tareas será responsabilidad de la empresa tras consultar con los servicios autorizados de salud laboral o con los expertos cualificados.

Artículo 20

Requisitos de las zonas vigiladas

1. Los requisitos de una zona vigilada serán los siguientes:
 - a) como mínimo, teniendo en cuenta la naturaleza y la importancia de los riesgos radiológicos, en las zonas vigiladas se deberá organizar una vigilancia radiológica del ambiente de trabajo, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 24;
 - b) si procede, deberá existir una señalización en la que se indique el tipo de zona, la naturaleza de las fuentes y los riesgos inherentes;
 - c) si procede, se deberán prever instrucciones adecuadas al riesgo radiológico relacionado con las fuentes y las operaciones de que se trate.
2. La ejecución de estas tareas será responsabilidad de la empresa tras consultar con expertos autorizados o con los servicios autorizados de salud laboral.

Sección 2 Clasificación de trabajadores expuestos, aprendices y estudiantes

Artículo 21

Clasificación de los trabajadores expuestos

A efectos de control y vigilancia, se distinguirán dos categorías de trabajadores ex-

puestos:

- a) trabajadores de la categoría A: aquellos trabajadores expuestos que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv al año, o una dosis equivalente superior a tres décimos de los límites de dosis para el cristalino, la piel y las extremidades, según se establece en el apartado 2 del artículo 9;
- b) trabajadores de la categoría B: aquellos trabajadores expuestos que no sean clasificados como trabajadores expuestos de la categoría A.

Artículo 22

Información y formación

1. Los Estados miembros exigirán a la empresa que informe a los trabajadores expuestos, los aprendices y los estudiantes que durante sus estudios, estén obligados a utilizar fuentes, sobre:

- a) los riesgos que para la salud implica su trabajo;
 - los procedimientos generales de protección radiológica y las precauciones que deberán adoptar y, en particular, aquéllas relacionadas con las condiciones operacionales y del trabajo, por lo que respecta a la práctica en general y a cada tipo de destino o puesto de trabajo que se les pueda asignar;
 - la importancia que reviste el cumplimiento de los requisitos técnicos, médicos y administrativos;
 - b) en el caso de la mujeres, la necesidad de efectuar rápidamente la declaración de embarazo, habida cuenta de los riesgos de exposición para el feto así como el riesgo de contaminación del lactante en caso de contaminación radiactiva corporal.
2. Los Estados miembros exigirán a la empresa que se haga cargo de la pertinente formación de trabajadores expuestos, aprendices y estudiantes en el ámbito de la protección radiológica.

Sección 3 Evaluación y aplicación de medidas de protección radiológica de los trabajadores expuestos

Artículo 23

1. La empresa será responsable de la evaluación y ejecución de las medidas de protección radiológica de los trabajadores expuestos.
2. Los Estados miembros exigirán a la empresa que consulte a los expertos autorizados o a los servicios autorizados de salud laboral sobre el examen y control de los dispositivos de protección y de los instrumentos de medición, que comprenderá, en particular:
 - a) el examen crítico previo de los proyectos de instalaciones desde el punto de vista de la protección radiológica;
 - b) la autorización de puesta en servicio de fuentes nuevas o modificadas desde el punto de vista de la protección radiológica;
 - c) la comprobación periódica de la eficacia de los dispositivos y técnicas de protección;
 - d) la calibración periódica de los instrumentos de medición y la comprobación periódica del buen estado y funcionamiento de los mismos.

CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Sección 1 Vigilancia del lugar de trabajo

Artículo 24

1. La vigilancia radiológica del ambiente de trabajo a que hacen referencia la letra b) del apartado 1 del artículo 19 y la letra a) del apartado 1 del artículo 20 comprenderá, si procede:
 - a) la medición de las tasas de dosis externas, con indicación de la naturaleza y de la calidad de las radiaciones de que se trate;

b) la medición de la concentración de actividad en el aire y la densidad superficial de las sustancias radiactivas contaminantes, con indicación de su naturaleza y de sus estados físico y químico.

2. En caso necesario, los resultados de dichas mediciones se registrarán y servirán para estimar dosis individuales, de acuerdo con lo que se establece en el artículo 25.

Sección 2 Vigilancia individual

Artículo 25

Vigilancia - Generalidades

1. La vigilancia individual deberá ser sistemática para los trabajadores expuestos de la categoría A. Esta vigilancia se basará en mediciones individuales que serán efectuadas por un servicio dosimétrico autorizado. Cuando trabajadores de la categoría A puedan recibir una contaminación interna significativa, deberá establecerse un sistema adecuado de vigilancia; las autoridades competentes podrán proporcionar orientación general para identificar a tales trabajadores.

2. La vigilancia de los trabajadores de la categoría B deberá ser, como mínimo, suficiente para demostrar que dichos trabajadores están clasificados correctamente en la categoría B. Los Estados miembros podrán exigir una vigilancia individual y, en caso necesario, mediciones individuales efectuadas por un servicio dosimétrico autorizado, para los trabajadores de la categoría B.

3. En los casos en los que no sea posible o resulten inapropiadas las mediciones individuales, la vigilancia individual se basará en una estimación realizada a partir de mediciones individuales hechas en otros trabajadores expuestos, o a partir de los resultados de la vigilancia del lugar de trabajo prevista en el artículo 24.

Sección 3 Vigilancia en caso de exposición accidental o exposición de emergencia

Artículo 26

En caso de exposiciones accidentales se evaluarán las dosis pertinentes y su distribución en el cuerpo.

Artículo 27

En caso de exposiciones de emergencia, se realizará una vigilancia individual o evaluaciones de las dosis individuales en función de las circunstancias.

Sección 4 Registro y notificación de los resultados

Artículo 28

1. Se confeccionará un registro en el que se incluirán los resultados de la vigilancia individual para cada trabajador expuesto de la categoría A.

2. A efectos de lo dispuesto en el apartado 1, se conservarán los siguientes documentos durante el período de la vida laboral en que los trabajadores estén expuestos a radiaciones ionizantes, y, posteriormente, hasta que la persona haya o hubiere alcanzado la edad de 75 años, aunque en ningún caso durante un período inferior a 30 años a partir de la conclusión del trabajo expuesto a las radiaciones ionizantes:

a) un registro de las exposiciones medidas o estimadas, según el caso, de las dosis individuales, de conformidad con los artículos 12, 25, 26 y 27;

b) en el caso de las exposiciones a las que se refieren los artículos 26 y 27, los informes relativos a las circunstancias y a las medidas adoptadas;

c) los resultados de la vigilancia del lugar de trabajo que se hayan utilizado para evaluar dosis individuales, en caso necesario.

3. Las exposiciones a que se hace referencia en los artículos 12, 26 y 27 se registrarán por separado en el registro mencionado en el apartado 1.

Artículo 29

1. Los resultados de la vigilancia individual, tal como se establece en los artículos 25, 26 y 27:
 - a) deberán ponerse a disposición de las autoridades competentes y de la empresa;
 - b) deberán ponerse a disposición del trabajador interesado, con arreglo a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 38;
 - c) se transmitirán al médico autorizado o a los servicios autorizados de salud laboral a fin de interpretar las repercusiones de los mismos en la salud humana según dispone el artículo 31.
2. Los Estados miembros definirán las modalidades de transmisión de los resultados de la vigilancia individual.
3. En caso de accidente o de exposición de emergencia, los resultados de la vigilancia individual se transmitirán sin demora.

CAPÍTULO III VIGILANCIA MÉDICA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS

Artículo 30

La vigilancia médica de los trabajadores expuestos se basará en los principios que rigen en general la medicina del trabajo.

Sección 1 Vigilancia médica de los trabajadores de la categoría A

Artículo 31

Vigilancia médica

1. Sin perjuicio de la responsabilidad general de la empresa, de la vigilancia médica de los trabajadores de la categoría A se encargarán los médicos autorizados o los servicios autorizados de salud laboral.

Dicha vigilancia médica deberá permitir comprobar el estado de salud de los trabajadores sometidos a vigilancia por lo que respecta a su aptitud para realizar las tareas que se les asignen. Con tal finalidad, el médico autorizado o los servicios autorizados de salud laboral deberán tener acceso a toda la información pertinente que consideren necesaria, incluidas las condiciones del ambiente en los lugares de trabajo.

2. La vigilancia médica comprenderá:

a) un examen médico previo a la contratación o a la clasificación como trabajador de la categoría A.

Dicho examen exhaustivo tendrá por objeto determinar la aptitud del trabajador para ocupar un puesto de trabajador de la categoría A para cuyo desempeño se le tome en consideración;

b) revisiones médicas periódicas.

El estado de salud de cada uno de los trabajadores de la categoría A se deberá revisar al menos una vez al año para comprobar si los trabajadores continúan siendo aptos para ejercer sus funciones. La naturaleza de dichas revisiones, que podrán efectuarse cuantas veces el médico autorizado considere necesarias, dependerá del tipo de trabajo y del estado de salud del trabajador.

3. El médico autorizado o los servicios autorizados de salud laboral podrán indicar la necesidad de continuar la vigilancia médica tras finalizar el trabajo, durante el tiempo que consideren necesario para la protección de la salud del interesado.

Artículo 32

Clasificación médica

En lo que se refiere a la aptitud de los trabajadores de la categoría A, se adoptará la siguiente clasificación médica:

a) apto;

- b) apto, en determinadas condiciones;
- c) no apto.

Artículo 33

No se podrá emplear o clasificar a ningún trabajador en un puesto específico como trabajador de la categoría A durante ningún período si las conclusiones médicas no lo considerasen apto para dicho puesto específico.

Artículo 34

Historial médico

1. Se elaborará un historial médico de cada trabajador de la categoría A y se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el interesado pertenezca a dicha categoría. Posteriormente, dicho historial se conservará hasta que el individuo haya o hubiera alcanzado la edad de 75 años, aunque en ningún caso durante un período inferior a 30 años a partir de la conclusión del trabajo expuesto a las radiaciones ionizantes.
2. El historial médico incluirá información referida a la naturaleza del empleo, los resultados de los exámenes médicos previos a la contratación o clasificación como trabajador de la categoría A, las revisiones periódicas de salud y el registro de las dosis a que se refiere el artículo 28.

Sección 2 Vigilancia especial de los trabajadores expuestos

Artículo 35

1. Se deberá realizar una vigilancia médica especial en cada caso en que se supere uno de los límites de dosis establecidos en el artículo 9.
2. Las condiciones posteriores de exposición se someterán al acuerdo del médico autorizado o de los servicios autorizados de salud laboral.

Artículo 36

Además de la vigilancia médica de los trabajadores expuestos prevista en los artículos 30 y 31, se garantizará cualquier otra medida en relación con la protección sanitaria de los individuos expuestos que el médico autorizado o los servicios autorizados de salud laboral consideren necesaria, como otros exámenes, medidas de descontaminación o tratamiento terapéutico de urgencia.

Sección 3 Recursos

Artículo 37

Cada Estado miembro establecerá los procedimientos de recurso contra las conclusiones y decisiones a que se llegue en virtud de los artículos 32, 33, y 35.

CAPÍTULO IV RESPONSABILIDADES DE LOS ESTADOS MIEMBROS RESPECTO A LA PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS

Artículo 38

1. Cada Estado miembro creará uno o varios sistemas de inspección con vistas a hacer cumplir las disposiciones establecidas de conformidad con la presente Directiva e iniciar medidas de vigilancia y de intervención siempre que sean necesarias.
2. Cada Estado miembro exigirá que los trabajadores tengan acceso, a petición propia, a los resultados de su control individual, incluidos los resultados de las mediciones que hayan podido utilizarse para su estimación o a las evaluaciones de sus dosis, efectuadas como resultado de mediciones en el lugar de trabajo.
3. Cada Estado miembro adoptará, según corresponda, las disposiciones necesarias para reconocer la capacidad de:
 - los médicos autorizados,

- los servicios autorizados de salud laboral,
- los servicios dosimétricos autorizados,
- los expertos cualificados.

Con este fin, cada Estado miembro garantizará que se dispone la formación de tales especialistas.

4. Cada Estado miembro exigirá que las unidades responsables dispongan de los medios necesarios para la protección radiológica correcta. Deberá crearse una unidad especializada de protección radiológica, distinta de las unidades de producción y operación en el caso de unidades internas, autorizada para llevar a cabo tareas de protección radiológica y proporcionar asesoramiento específico en aquellas instalaciones en que las autoridades competentes lo juzguen necesario. Dicha unidad podrá ser común a varias instalaciones.

5. Cada Estado miembro facilitará, dentro de la Comunidad Europea, el intercambio entre autoridades competentes, médicos o servicios autorizados de salud laboral, expertos cualificados o servicios dosimétricos autorizados, de toda la información útil referente a las dosis anteriormente recibidas por un trabajador, a fin de llevar a cabo el examen médico previo a la contratación o la clasificación como trabajador de la categoría A previstos en el artículo 31 y de controlar la exposición posterior de los trabajadores.

CAPÍTULO V PROTECCIÓN OPERACIONAL DE LOS APRENDICES Y LOS ESTUDIANTES

Artículo 39

1. Las condiciones de exposición y la protección operacional de los aprendices y los estudiantes mayores de 18 años mencionadas en el apartado 1 del artículo 11 serán equivalentes a las de los trabajadores expuestos de las categorías A o B, según el caso.

2. Las condiciones de exposición y la protección operacional de los aprendices y estudiantes con edades comprendidas entre 16 y 18 años mencionadas en el apartado 2 del artículo 11 serán equivalentes a las de los trabajadores expuestos de la categoría B.

TÍTULO VII INCREMENTO SIGNIFICATIVO DE LA EXPOSICIÓN DEBIDA A FUENTES NATURALES DE RADIACIÓN

Artículo 40

Aplicación

1. El presente título se aplicará a las actividades laborales no reguladas por el apartado 1 del artículo 2 en las que la presencia de fuentes naturales de radiación dé lugar a un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

2. Cada Estado miembro garantizará que se lleve a cabo la identificación, mediante estudios u otras medidas adecuadas, de las actividades laborales que puedan constituir motivo de preocupación. Éstas incluirán, en particular:

- a) actividades laborales en que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas;
- b) actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de miembros del público;
- c) actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran

radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los miembros del público y, en su caso, de los trabajadores;

d) operación de aviones.

3. Los artículos 41 y 42 se aplicarán en la medida en que los Estados miembros hayan declarado que la exposición a estas fuentes naturales de radiación debida a las actividades laborales identificadas con arreglo al apartado 2 del presente artículo debería ser objeto de especial atención y estar sujeta a control.

Artículo 41

Protección contra las exposiciones a las fuentes terrestres de radiación natural

Los Estados miembros podrán exigir, para cada actividad laboral que declaren pertinente, la aplicación de dispositivos adecuados de vigilancia de las exposiciones y, cuando sea necesario:

a) la aplicación de acciones correctoras destinadas a reducir las exposiciones de acuerdo, total o parcialmente, con el título IX;

b) la aplicación de medidas de protección radiológica de acuerdo, total o parcialmente, con los títulos III, IV, V, VI y VIII.

Artículo 42

Protección del personal de tripulación de aviones

Cada Estado miembro adoptará las disposiciones necesarias para que las compañías aéreas tomen en consideración la exposición a los rayos cósmicos del personal de tripulación de aviones que pueda estar expuestos a más de 1 mSv al año. Las empresas tomarán las medidas oportunas; en particular:

- evaluarán la exposición del personal de que se trate;
- tendrán en cuenta la exposición evaluada al organizar los planes de trabajo a fin de reducir la exposición en el caso del personal de tripulación más expuesto;
- informarán a los trabajadores de que se trate sobre los riesgos para la salud que entraña su trabajo;
- aplicarán el artículo 10 al personal femenino de tripulación aérea.

TÍTULO VIII APLICACIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LA POBLACIÓN EN CIRCUNSTANCIAS NORMALES

Artículo 43

Principios básicos

Cada Estado miembro creará las condiciones necesarias para garantizar la mejor protección posible de la población con arreglo a los principios establecidos en el artículo 6 y para aplicar los principios fundamentales que rigen la protección operacional de la población.

Artículo 44

Condiciones para la autorización de prácticas con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes para la población

En circunstancias normales, la protección operacional de la población frente a prácticas supeditadas a una autorización previa significa aplicar todas las disposiciones y controles para detectar y eliminar todos los factores que, durante cualquier operación que implique una exposición a la radiación ionizante, puedan crear un riesgo de exposición de la población que no puede despreciarse desde el punto de vista de la protección radiológica. Dicha protección incluirá las tareas siguientes:

a) examen y aprobación de los planes de instalaciones que impliquen un riesgo de exposición y de los proyectos de implantación de dichas instalaciones dentro del te-

ritorio en cuestión, desde el punto de vista de la protección radiológica;

b) autorización de puesta en servicio de estas nuevas instalaciones supeditada a que se facilite adecuada protección contra toda exposición o contaminación radiactiva que pueda desbordar el perímetro, teniendo en cuenta, en su caso, las condiciones demográficas, meteorológicas, geológicas, hidrológicas y ecológicas;

c) examen y aprobación de los planes de evaluación de los efluentes radiactivos. Estas tareas se llevarán a cabo de conformidad con las normas establecidas por las autoridades competentes según la importancia del riesgo de exposición de que se trate.

Artículo 45

Estimaciones de las dosis recibidas por la población

Las autoridades competentes:

- a) garantizarán que las estimaciones de las dosis relativas a las prácticas a las que se refiere el artículo 44 se realizarán de la forma más realista posible para el conjunto de la población y para grupos de referencia de la población, en todos los lugares donde tales grupos puedan existir;
- b) decidirán sobre la frecuencia de las evaluaciones y tomarán todas las medidas necesarias para identificar los grupos de referencia de la población, teniendo en cuenta las vías efectivas de transferencia de las sustancias radiactivas;
- c) garantizarán que, teniendo en cuenta los riesgos radiológicos, las estimaciones de las dosis recibidas por la población incluyan:
- la evaluación de las dosis debidas a radiación externa, con la indicación, según el caso, de la calidad de las radiaciones de que se trate,
 - la evaluación de la incorporación de radionucleidos, con la indicación de la naturaleza de los radionucleidos y, en caso necesario, sus estados físicos y químicos, así como la determinación de la actividad y de las concentraciones de dichos radionucleidos,
 - la evaluación de las dosis que los grupos de referencia de la población puedan recibir y especificación de las características de dichos grupos;
- d) obligarán a conservar los registros relativos a las mediciones de la exposición externa y a las estimaciones de la incorporación de radionucleidos y de la contaminación radiactiva, así como los resultados de la evaluación de las dosis recibidas por los grupos de referencia y por la población.

Artículo 46

Inspección

Por lo que se refiere a la protección sanitaria de la población, cada Estado miembro establecerá un sistema de inspección destinado a hacer cumplir las disposiciones introducidas con arreglo a la presente Directiva y dar comienzo a un control en el ámbito de la protección contra las radiaciones.

Artículo 47

Responsabilidades de las empresas

1. Cada Estado miembro exigirá a la empresa responsable de una práctica, tal y como se define en el artículo 2, que ésta se lleve a cabo de acuerdo con los principios de protección sanitaria de la población en el ámbito de la protección contra las radiaciones y, en particular, realizar las tareas siguientes dentro de sus instalaciones:

- a) consecución y mantenimiento de un nivel de protección óptimo del medio ambiente y de la población;
- b) comprobación de la eficacia de los dispositivos técnicos de protección del medio ambiente y de la población;
- c) autorización de puesta en servicio, desde el punto de vista de la vigilancia de la

protección radiológica, de equipos y procedimientos de medición y, en su caso, evaluación de la exposición y de la contaminación radiactiva del medio ambiente y de la población;

d) calibración periódica de los instrumentos de medición y comprobación periódica del buen estado y funcionamiento de los instrumentos de medición.

2. La ejecución de estas tareas será competencia de expertos cualificados y, en su caso, de la unidad especializada de protección radiológica prevista en el apartado 4 del artículo 38.

TÍTULO IX INTERVENCIONES

Artículo 48

Aplicación

1. El presente Título se aplicará a toda intervención en caso de emergencia radiológica o en caso de exposición perdurable como consecuencia de los efectos residuales de una situación de emergencia radiológica o de prácticas o actividades laborales ejercidas en el pasado.

2. La aplicación y la magnitud de las intervenciones se considerarán respetando los principios siguientes:

- sólo se emprenderá una intervención cuando la reducción del detrimento debido a la radiación sea suficiente para justificar los efectos nocivos y los costes de la intervención, incluidos los costes sociales;
- la forma, magnitud y duración de la intervención deberán optimizarse de manera que el beneficio correspondiente a la reducción del detrimento de la salud, una vez deducido el perjuicio asociado a la intervención, sea máximo;
- los límites de las dosis, con arreglo a los artículos 9 y 13, no se aplicarán en caso de intervención; no obstante, los niveles de intervención establecidos en aplicación del apartado 2 del artículo 50 constituirán indicaciones para determinar en qué situaciones es adecuada una intervención; además, en los casos de exposición perdurable regulados por el artículo 53, los límites de las dosis establecidos en el artículo 9 deberían ser normalmente los adecuados para los trabajadores que realicen las intervenciones.

Sección I Intervención en caso de emergencia radiológica

Artículo 49

Exposiciones potenciales

Cuando proceda, los Estados miembros exigirán:

- que se considere la posibilidad de emergencias radiológicas derivadas de prácticas sometidas al régimen de declaración y de autorización definido en el título III;
- que se evalúe la distribución en el espacio y en el tiempo de las sustancias radiactivas dispersas como resultado de una posible emergencia radiológica;
- que se evalúen las exposiciones potenciales correspondientes.

Artículo 50

Preparación de la intervención

1. Cada Estado miembro garantizará que se tenga en cuenta el hecho de que puedan producirse emergencias radiológicas en conjunción con prácticas dentro o fuera de su territorio, y que afecten a su territorio.

2. Cada Estado miembro garantizará que se establezcan a nivel nacional o local, e incluso dentro de las instalaciones, planes adecuados de intervención que tengan en cuenta tanto los principios generales de protección radiológica de intervención a que se refiere el apartado 2 del artículo 48 como los niveles de intervención adecuados fijados por las autoridades competentes, con el fin de hacer frente a los dis-

tintos tipos de emergencia radiológica, y por que, en la medida adecuada, dichos planes sean objeto de ejercicios periódicos.

3. En caso necesario, cada Estado miembro garantizará que se tomen medidas para la creación de equipos especiales de intervención técnica, médica y sanitaria y para la formación adecuada de los mismos.

4. Cada Estado miembro procurará colaborar con los demás Estados miembros o con terceros Estados en relación con las emergencias radiológicas que puedan presentarse en instalaciones situadas en su territorio que pudieran afectar a otros Estados miembros o a terceros Estados, con el fin de facilitar la organización de la protección radiológica en estos Estados.

Artículo 51

Aplicación de la intervención

1. Cada Estado miembro dispondrá que la empresa responsable de las prácticas de que se trate notifique inmediatamente a las autoridades competentes cualquier emergencia radiológica que se presente en su territorio, y exigirá la adopción de todas las medidas que se consideren oportunas para reducir sus consecuencias.

2. Cada Estado miembro garantizará que, en el caso de una emergencia radiológica en su propio territorio, la empresa responsable de las prácticas de que se trate realice una evaluación provisional inicial de las circunstancias y de las consecuencias de la situación y preste su ayuda en las intervenciones.

3. Cada Estado miembro garantizará que, si la situación lo requiere, se tomen medidas para llevar a cabo intervenciones en relación con:

- la fuente, con el fin de reducir o detener la irradiación directa y la emisión de radionucleidos;
- el medio ambiente, con el fin de reducir la transferencia de sustancias radiactivas hacia las personas;
- las personas, con el fin de reducir la exposición y organizar el tratamiento de las víctimas.

4. En el caso de una emergencia radiológica en su territorio o fuera de él, cada Estado miembro exigirá:

- a) la organización de una intervención adecuada, teniendo en cuenta las características reales de la emergencia;
- b) la evaluación y el registro de las consecuencias de la emergencia radiológica y de la eficacia de las intervenciones.

5. En el caso de una emergencia radiológica en una instalación situada en su territorio o que pueda tener consecuencias radiológicas sobre el mismo, cada Estado miembro establecerá relaciones con el fin de cooperar con cualquier otro Estado miembro o tercer Estado que pueda verse afectado.

Artículo 52

Exposición ocupacional de emergencia

1. Cada Estado miembro adoptará las medidas adecuadas a las situaciones en que los trabajadores o el personal de intervención que participen en los diferentes tipos de intervención puedan verse sometidos a exposiciones en situación de emergencia y reciban dosis que sobrepasen los límites de dosis fijados para los trabajadores expuestos. Con este fin, cada Estado miembro establecerá los niveles de exposición teniendo en cuenta las obligaciones técnicas y los riesgos para la salud; dichos niveles serán orientaciones prácticas. Podrá admitirse con carácter excepcional una exposición por encima de estos niveles especiales para salvar vidas humanas y solamente a cargo de voluntarios que sean informados de los riesgos de su intervención.

2. Cada Estado miembro exigirá el control radiológico y la vigilancia médica de los equipos especiales de emergencia que realicen las intervenciones.

Sección II Intervención en caso de exposición perdurable

Artículo 53

En caso de que los Estados miembros hayan detectado una situación que dé lugar a una exposición perdurable como consecuencia de los efectos residuales de una situación de emergencia radiológica o del ejercicio de una práctica anterior, garantizarán, en caso necesario y en función de los riesgos que entrañe la exposición:

- a) la delimitación de la zona afectada,
- b) la aplicación de un sistema de vigilancia de las exposiciones,
- c) la realización de toda intervención que se considere oportuna, teniendo en cuenta las características reales de la situación,
- d) la regulación del acceso o del uso de los terrenos o edificios situados dentro de la zona delimitada.

TÍTULO X DISPOSICIONES FINALES

Artículo 54

1. La presente Directiva establece las normas básicas de seguridad aplicables a la protección de la salud de los trabajadores y de los miembros del público frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes para su aplicación uniforme en todos los Estados miembros. En caso de que un Estado miembro adopte límites de dosis más estrictos que los previstos en la presente Directiva, informará de ello a la Comisión y a los demás Estados miembros.

Artículo 55

Aplicación en la legislación de los Estados miembros

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento de lo establecido en la presente Directiva antes del 13 de mayo de 2000. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en el momento de su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión las principales disposiciones de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

Artículo 56

Derogaciones

Quedan derogadas las Directivas de 2 de febrero de 1959, la Directiva de 5 de marzo de 1962 y las Directivas 66/45/Euratom, 76/579/Euratom, 80/836/Euratom y 84/467/Euratom con efecto a partir del 13 de mayo de 2000.

Artículo 57

Los destinatarios de la presente Directiva serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 13 de mayo de 1996.

Por el Consejo

El Presidente

S. AGNELLI

(1) DO n° C 128 de 9. 5. 1994, p. 209.

(2) DO n° C 108 de 19. 4. 1993, p. 48.

(3) DO n° 11 de 20. 2. 1959, p. 211/59.

(4) DO n° 57 de 6. 7. 1962, p. 1633/62.

- (5) DO nº 216 de 26. 11. 1966, p. 3693/66.
- (6) DO nº L 187 de 12. 7. 1976, p. 1.
- (7) DO nº L 83 de 3. 4. 1979, p. 18.
- (8) DO nº L 246 de 17. 9. 1980, p. 1.
- (9) DO nº L 265 de 5. 10. 1984, p. 4.
- (10) DO nº L 265 de 5. 10. 1984, p. 1.
- (11) DO nº L 371 de 30. 12. 1987, p. 76.
- (12) DO nº L 371 de 30. 12. 1987, p. 11. Reglamento modificado por el Reglamento (Euratom) nº 2218/89 (DO nº L 211 de 22. 7. 1989, p. 19).
- (13) DO nº L 357 de 7. 12. 1989, p. 31.
- (14) DO nº L 349 de 13. 12. 1990, p. 21. Directiva modificada por el Acta de adhesión de 1994.
- (15) DO nº L 35 de 12. 2. 1992, p. 24.
- (16) DO nº L 148 de 19. 6. 1993, p. 1.

ANEXO I

CRITERIOS QUE DEBERÁN CONSIDERARSE PARA LA APLICACIÓN DEL ARTÍCULO 3

1. Una práctica podrá ser eximida del requisito de declaración, sin ulterior consideración, de conformidad con las letras a) o b) del apartado 2 del artículo 3, respectivamente, siempre y cuando la cantidad o la concentración de actividad, según el caso, de los radionucleidos no supere los valores indicados en las columnas 2 o 3 de la tabla A.
2. Los criterios básicos para el cálculo de los valores de la tabla A, en relación con la aplicación de la exención de prácticas, son los siguientes:
 - a) los riesgos radiológicos para los individuos causados por la práctica exenta deberán ser suficientemente bajos para que carezca de objeto su reglamentación;
 - b) el impacto radiológico colectivo de la práctica exenta deberá ser tan bajo que en las circunstancias existentes no sea preciso su control reglamentario, y
 - c) la práctica exenta deberá carecer intrínsecamente de significación radiológica, sin que exista probabilidad apreciable que pudiera conducir a un incumplimiento de los criterios definidos en las letras a) y b).
3. Excepcionalmente, según establezca el artículo 3, los Estados miembros podrán disponer que una práctica sea objeto, en su caso, de una exención sin ulterior consideración de acuerdo con los criterios básicos, incluso en aquellos casos en que los radionucleidos correspondientes no sigan los valores de la tabla A, siempre y cuando se cumplan los siguientes criterios en todas las situaciones posibles:
 - a) la dosis efectiva esperable para cualquier miembro del público a causa de la práctica exenta sea del orden de 10 μ Sv al año, o inferior, y
 - b) la dosis colectiva efectiva comprometida por cada año de ejecución de la práctica no sea superior a aproximadamente 1 Sv por persona, o bien una evaluación de la optimización de la protección muestre que la exención es la opción óptima.
4. Para los radionucleidos no recogidos en la tabla A, la autoridad competente asignará valores adecuados para las cantidades y las concentraciones de actividad por unidad de masa, cuando sea necesario. Los valores asignados de esta forma serán complementarios a los de la tabla A.
5. Los valores que se establecen en la tabla A, se aplicarán al inventario total de sustancias radiactivas poseídas por una persona o empresa en cualquier momento.
6. Los nucleidos con el sufijo «+» o «sec» de la tabla A representan los nucleidos «padres» en equilibrio secular con sus nucleidos «hijos» correspondientes indicados en la tabla B. En este caso, los valores dados en la tabla A se refieren únicamente al nucleido «padre», pero ya tienen en cuenta el (los) nucleido(s) «hijo(s)» presente(s).
7. En los demás casos de mezcla de más de un nucleido, la exigencia de declaración podrá suprimirse si la suma de los cocientes entre la cantidad total presente de

cada nucleido y el valor correspondiente que figura en la tabla A es inferior o igual a 1. Esta regla se aplicará también a las concentraciones de actividad cuando los diversos nucleidos afectados estén contenidos en la misma matriz.

>SITIO PARA UN CUADRO>

>SITIO PARA UN CUADRO>

ANEXO II

A. Definición de los términos utilizados en el presente Anexo

Dosis equivalente ambiental $H^*(d)$: dosis equivalente en un punto determinado de un campo de radiación que sería producida por el correspondiente campo expandido y alineado en la esfera ICRU, a una profundidad «d», sobre el radio opuesto a la dirección del campo alineado. El nombre especial de la unidad de la dosis equivalente ambiental es el sievert (Sv).

Dosis equivalente direccional $H'(d, Z)$: dosis equivalente en un punto determinado de un campo de radiación que sería producida por el correspondiente campo expandido en la esfera ICRU, a una profundidad «d», sobre un radio en una dirección especificada, Z. El nombre especial de la unidad de la dosis equivalente direccional es el sievert (Sv).

Campo expandido y alineado: campo de radiación en el que la fluencia y sus distribuciones direccional y energética son las mismas que en el campo expandido, pero la fluencia es unidireccional.

Campo expandido: campo de radiación que se deriva del campo actual en el que la fluencia y sus distribuciones direccional y energética tienen el mismo valor a través de todo el volumen de interés que el campo de radiación real en el punto de referencia.

Fluencia \ddot{O} : es el cociente entre dN y da , donde dN es el número de partículas que entran en una esfera de una sección normal da :

$$\ddot{O} = \frac{dN}{da}$$

>DEN>

Factor de calidad medio (>PRINCIPIO DE GRÁFICO>

>FIN DE GRÁFICO>

): valor medio del factor de calidad en un punto en un tejido en el que la dosis absorbida es transmitida por partículas con valores diferentes de L. Se calcula de acuerdo con la expresión:

>PRINCIPIO DE GRÁFICO>

>FIN DE GRÁFICO>

$$= \frac{\sum Q(L)D(L)dL}{\sum D(L)dL}$$

>DEN>>PRINCIPIO DE GRÁFICO>

>FIN DE GRÁFICO>

$$Q_f \propto Q(L)D(L)dL$$

En donde $D(L)dL$ es la dosis absorbida a 10 mm entre las transferencias lineales de energía L y L + dL; y $Q(L)$ es el correspondiente factor de calidad en el punto de interés. Las relaciones Q-L se indican en el apartado C.

Dosis equivalente personal $H_p(d)$: dosis equivalente en tejidos blandos a una profundidad adecuada «d», por debajo de un punto determinado del cuerpo. El nombre especial de la unidad de dosis equivalente personal es el sievert (Sv).

Factor de calidad (Q): una función de la transferencia lineal de energía (L) que se utiliza para ponderar la dosis absorbida en un punto, de forma tal que pueda tenerse en cuenta la calidad de la radiación.

Factor de ponderación de la radiación (w_R): factor adimensional que se utiliza para ponderar la dosis absorbida en un tejido u órgano. Los valores apropiados de w_R se especifican en el apartado B.

Dosis absorbida en un órgano o tejido (DT): es el cociente entre la energía total comunicada a un órgano o tejido (T) y la masa de dicho órgano o tejido.

Factor de ponderación de los tejidos (w_T): factor adimensional que se utiliza para ponderar la dosis equivalente en un tejido u órgano (T). Los valores apropiados de w_T se especifican en el apartado D.

Transferencia lineal de energía no restringida (L_∞): es una magnitud definida como:

$$L_\infty = \frac{dE}{dL}$$

donde dE es la energía media perdida por una partícula cargada de energía E al atravesar una distancia dL en el agua. En la Directiva se denominará L a L_∞ .

Esfera ICRU: cuerpo introducido por el Comité Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (ICRU) para aproximar el cuerpo humano en lo relativo a la absorción de energía de las radiaciones ionizantes. Consiste en una esfera de 30 cm de diámetro de material equivalente a tejido con una densidad de 1 g cm^{-3} y una masa compuesta por 76,2 % de oxígeno, 11,1 % de carbono, 10,1 % de hidrógeno y 2,6 % de nitrógeno.

B. Valores del factor de ponderación de la radiación, w_R

Los valores del factor de ponderación de la radiación, w_R dependen del tipo y de la calidad del campo de radiación externo o del tipo y de la calidad de la radiación emitida por un radionucleido depositado internamente.

Cuando el campo de radiación se compone de tipos y energías con diferentes valores de w_R , la dosis absorbida se subdividirá en bloques, cada uno de ellos con su propio valor de w_R que se sumarán para obtener la dosis equivalente total. Alternativamente, la dosis equivalente se podrá expresar como una distribución continua en energía en la que cada elemento de dosis absorbida del elemento de energía entre E y $E + dE$ se multiplica por el valor de w_R correspondiente de la tabla que se expone a continuación.

>SITIO PARA UN CUADRO>

En los cálculos relativos a neutrones, pueden surgir dificultades al aplicar valores de la función en escalón. En estos casos, puede resultar preferible utilizar la función continua que se describe en la siguiente relación matemática:

$$w_R = 5 + 17e^{-(\ln(2E))^{2/6}}$$

donde E es la energía del neutrón en MeV.

La figura 1 representa una comparación de los dos enfoques.

>REFERENCIA A UN GRÁFICO>

Figura 1

Factor de ponderación de la radiación para neutrones. La curva en línea discontinua debe tratarse como una aproximación

Para tipos y energías de radiación que no se incluyen en la tabla, puede obtenerse una aproximación de w_R calculando el factor de calidad medio >PRINCIPIO DE GRÁFICO>

>FIN DE GRÁFICO>

a una profundidad de 10 mm en la esfera ICRU.

C. Relación entre el factor de calidad, $Q(L)$, y la transferencia lineal de energía no restringida, L

>SITIO PARA UN CUADRO>

D. Valores del factor de ponderación de los tejidos, w_T (1*)

Los valores del factor de ponderación de los tejidos, w_T , se enumeran a continuación:

>SITIO PARA UN CUADRO>

E. Magnitudes operacionales para la radiación externa

Las magnitudes operacionales para la radiación externa se utilizan en protección radiológica para la vigilancia individual.

1. Vigilancia individual:

dosis equivalente personal $H_p(d)$,
d: profundidad en el cuerpo en mm.

2. Vigilancia de área:

dosis equivalente ambiental $H^*(d)$,
dosis equivalente direccional $H'(d, Z)$,

d: profundidad en mm bajo la superficie de la esfera ICRU,
Z: ángulo de incidencia.

3. Para radiación fuertemente penetrante se recomienda una profundidad de 10 mm, mientras que para las radiaciones débilmente penetrantes se recomienda una profundidad de 0,07 mm para la piel y de 3 mm para el cristalino de los ojos.

(1*) Los valores se han calculado a partir de una población con igual número de personas de ambos sexos y una amplia gama de edades. En la definición de la dosis efectiva, estos valores se aplican a trabajadores, a toda la población y a ambos sexos.

ANEXO III

A. Salvo disposición en contrario, en toda la Directiva los límites de dosis se aplicarán a la suma de las correspondientes dosis derivadas de la exposición externa en un período especificado, y las correspondientes dosis comprometidas de cincuenta años (hasta los setenta años de edad para los niños) derivadas de incorporaciones producidas en el mismo período. El período especificado se indica en los artículos 9 y 13 referentes a los límites de las dosis.

En general, la dosis eficaz E a que se hubiera expuesto un individuo perteneciente al grupo de edad g se determinará con arreglo a la siguiente fórmula:

$$E = E_{\text{external}} + \sum_j h(g)_{j,\text{ing}} J_{j,\text{ing}} + \sum_j h(g)_{j,\text{inh}} J_{j,\text{inh}}$$

donde E_{external} es la correspondiente dosis eficaz derivada de exposición externa; $h(g)_{j,\text{ing}}$ y $h(g)_{j,\text{inh}}$ representan la dosis eficaz comprometida por unidad de incorporación por radionucleido j (Sv/Bq) ingerido o inhalado por un individuo perteneciente al grupo de edad g ; $J_{j,\text{ing}}$ y $J_{j,\text{inh}}$ representan, respectivamente, la correspondiente incorporación por ingestión o inhalación del radionucleido j (Bq).

B. Con excepción de la progenie del radón y el torón, los valores de la dosis efectiva comprometida por unidad de incorporación mediante ingestión e inhalación relativas al público en general, así como a los aprendices y estudiantes entre dieciséis y dieciocho años de edad, se indican en las tablas A y B del presente Anexo.

Salvo la progenie del radón y el torón, los valores de la dosis efectiva comprometida por unidad de incorporación mediante ingestión e inhalación relativas a los trabajadores expuestos, así como a los aprendices y estudiantes de dieciocho años o más, se indican en la tabla C del presente Anexo.

En lo que se refiere a la exposición del público en general, la tabla A incluye, para la ingestión, los valores correspondientes a diversos factores f_1 para niños pequeños y personas mayores. Asimismo, en lo que respecta a la exposición del público en general, la tabla B incluye, para la inhalación, los valores relativos a diversos tipos de retención pulmonar con los correspondientes valores f_1 para el componente de la incorporación depositada en el tracto gastrointestinal. Si se dispone de datos sobre dichos parámetros, se utilizará el valor pertinente; si no, se utilizará el valor más restrictivo. En lo que se refiere a la exposición laboral, la tabla C incluye, para la ingestión, los valores correspondientes a diversos factores f_1 de tránsito intestinal y, para la inhalación, los valores relativos a diversos tipos de retención pulmonar, con los pertinentes valores f_1 para el componente de la incorporación depositado en el tracto gastrointestinal.

La tabla D presenta factores f_1 de tránsito intestinal por elemento y por compuestos, relativos a los trabajadores y, en su caso, al público en general en los casos de incorporación mediante ingestión. La tabla E presenta factores de tránsito intestinal f_1 , por elemento y por compuestos, relativos a trabajadores expuestos así como a

aprendices y estudiantes de dieciocho años o más, por incorporación mediante inhalación.

Para el público en general, los tipos de absorción pulmonar y los factores de tránsito intestinal f_1 incluirán la forma química del elemento según las orientaciones internacionales disponibles. En general, cuando no se disponga de ninguna información sobre estos parámetros se utilizará el valor más restrictivo.

C. En lo que se refiere a la progenie del radón y del torón se aplicarán los siguientes factores de conversión convencionales de dosis efectiva por unidad de exposición potencial de energía alfa (Sv pro Jhm-3):

Radón en el hogar: 1,1

Radón en el trabajo: 1,4

Torón en el trabajo: 0,5

Energía alfa potencial (de la progenie del radón y de la progenie del torón): la energía alfa total emitida finalmente durante la desintegración de la progenie del radón y de la progenie del torón a través de la cadena de desintegración hasta un ^{210}Pb de la progenie del ^{222}Rn no inclusive y un ^{208}Pb estable de la progenie de ^{220}Rn . La unidad es el julio (J). En el caso de las exposiciones a una determinada concentración durante un tiempo determinado, la unidad es el Jhm-3.

D. Tablas:

- a) coeficientes de la dosis de ingestión para el público en general,
- b) coeficientes de la dosis de inhalación para el público en general,
- c) coeficientes de la dosis de ingestión y de inhalación para los trabajadores,
- d) valores f_1 para el cálculo de los coeficientes de la dosis de ingestión,
- e) tipos de absorción pulmonar y valores de f_1 para las formas químicas de los elementos en relación con el cálculo de los coeficientes de la dosis de inhalación.

>SITIO PARA UN CUADRO>

>SITIO PARA UN CUADRO>

>SITIO PARA UN CUADRO>

>SITIO PARA UN CUADRO>

>SITIO PARA UN CUADRO>

>SITIO PARA UN CUADRO>