



XXIV CONFERENCIA SANITARIA PANAMERICANA

XLVI REUNION DEL COMITE REGIONAL

WASHINGTON, D.C.
SEPTIEMBRE 1994

Tema 5.5 del programa provisional

CSP24/16 (Esp.)
11 julio 1994
ORIGINAL: INGLES

NORMAS BASICAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION CONTRA LA RADIACION IONIZANTE Y PARA LA SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACION

La 113^a Reunión del Comité Ejecutivo examinó el Documento CE113/13, *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación* (NBIS).

Las NBIS son patrocinadas conjuntamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia para la Energía Nuclear (NEA) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estas normas representan el primer esfuerzo del Comité Interinstitucional de Seguridad Radiológica (IACRS), creado en 1990 como foro de consulta y colaboración en cuestiones de seguridad radiológica entre organizaciones internacionales. Este Comité está integrado por las seis organizaciones patrocinadoras de las NBIS, por la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE) y por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). El IACRS ha reconocido como entidades observadoras a la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (CIUMR), la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), la Asociación Internacional de Protección Radiológica (AIPR) y la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Es necesario controlar las radiaciones ionizantes debido a sus efectos nocivos sobre la salud. Sus aplicaciones en el terreno de la medicina están aumentando en todo el mundo. En los países en desarrollo, esta tendencia es resultado del mayor acceso a los servicios de salud de individuos y familias de los estratos socioeconómicos de

menores ingresos, y también del envejecimiento de la población, lo que incrementa los procedimientos radiológicos. El UNSCEAR y la OPS han estudiado la situación relativa a los usos diagnósticos y terapéuticos de las radiaciones ionizantes y han documentado que solo aproximadamente la mitad de los países de las Américas tienen alguna autoridad reguladora reconocida que dicte normas en este campo.

Son numerosas las razones para adoptar las NBIS. Estas normas se basan en recomendaciones formuladas por la CIPR en 1994, en las que se afirma que la mortalidad por cáncer debida a las radiaciones es de tres a cuatro veces mayor que la cifra que se pensaba anteriormente, lo cual crea la necesidad de reducir los límites de dosis, tanto para las personas expuestas por razones de trabajo como para el público general. Las Normas no solo abarcan las grandes fuentes de radiación como las centrales nucleares, sino también las fuentes pequeñas como las que se emplean en medicina, que son las más comunes en la Región de las Américas.

Las NBIS contienen requisitos generales y específicos —adaptados a las exposiciones ocupacionales, médicas y del público— complementados con información numérica detallada en términos de límites, niveles de referencia, niveles de intervención y niveles de exención, aplicables tanto a las exposiciones normales como a las potenciales. Los requisitos y pautas generales de las NBIS se han armonizado a nivel internacional. El consenso sobre las NBIS se logró en una reunión del Comité Técnico celebrada en la sede del OIEA en Viena, en diciembre de 1993. La reunión contó con la asistencia de 127 expertos de 52 países y 11 organizaciones. Otra de las ventajas de las NBIS es que pueden aplicarse en caso de accidentes relacionados con las radiaciones, como algunos de los ocurridos recientemente en la Argentina, México, el Brasil, El Salvador y los Estados Unidos de América, que ocasionaron víctimas y exigieron métodos especiales de localización de fuentes, de descontaminación de áreas y de tratamiento médico, con las consiguientes pérdidas económicas. Se pone de relieve la posibilidad de futuros accidentes en la Región de las Américas por causa, principalmente, de la eliminación indebida de fuentes radiactivas equivalentes en actividad a las causantes de los accidentes en México y el Brasil.

Las NBIS se presentan a la XXIV Conferencia Sanitaria Panamericana con miras a instar a los Estados Miembros a considerarlas y aplicarlas, a su discreción, en futuros programas y políticas de protección contra las radiaciones.

Se pide a los Estados Miembros que den su apoyo a las NBIS y a su aplicación por las autoridades nacionales en el establecimiento de reglamentos y criterios operativos adaptados a las situaciones locales. La OPS sigue comprometida a prestar la asistencia requerida.

La 113^a Reunión del Comité Ejecutivo, después de considerar el Documento CE113/13 (anexo), aprobó la siguiente resolución (CE113.R7):

LA 113^a REUNION DEL COMITE EJECUTIVO,

Visto el Documento CE113/13, "Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación",

RESUELVE:

Recomendar a la XXIV Conferencia Sanitaria Panamericana que apruebe una resolución conforme a los siguientes términos:

LA XXIV CONFERENCIA SANITARIA PANAMERICANA,

Visto el Documento CSP24/16, "Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación";

Consciente de que cada vez se utilizan más las radiaciones ionizantes en aplicaciones médicas, y de sus posibles efectos nocivos sobre la salud;

Haciendo hincapié en la importancia de la armonización internacional en el campo de la seguridad de las radiaciones;

Reconociendo la función coordinadora del Comité Interinstitucional de Seguridad Radiológica (IACRS) —compuesto por la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia para la Energía Nuclear (NEA) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización Panamericana de la Salud (OPS)— en la preparación de las mencionadas normas básicas internacionales de seguridad, atendiendo, entre otras cosas, a las recomendaciones formuladas en 1991 por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, y

Reconociendo que, dentro del marco del IACRS, se creó la Secretaría Mixta, formada por la FAO, el OIEA, la OIT, la NEA, la OMS y la OPS, para elaborar las normas básicas internacionales de seguridad,

RESUELVE:

1. Respalda las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación.
2. Instar a los Estados Miembros a que se apoyen en la orientación que brindan las Normas básicas internacionales de seguridad, cuando se trate de establecer reglamentos y criterios de funcionamiento en el terreno de la seguridad de las radiaciones.
3. Pedir al Director que, de acuerdo con la disponibilidad de recursos en la Organización, continúe cooperando con los Estados Miembros en la preparación y ejecución de planes nacionales sobre seguridad de las radiaciones.

Anexo

comité ejecutivo del
consejo directivo



ORGANIZACION
PANAMERICANA
DE LA SALUD

grupo de trabajo del
comité regional

ORGANIZACION
MUNDIAL
DE LA SALUD



113ª Reunión
Washington, D.C.
27 junio a 1 julio 1994

CSP24/16 (Esp.)
ANEXO

Tema 4.5 del programa provisional

CE113/13 (Esp.)
17 mayo 1994
ORIGINAL: INGLES

**NORMAS BASICAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD
PARA LA PROTECCION CONTRA LA RADIACION IONIZANTE
Y PARA LA SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACION**

El documento técnico *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación* (NBIS) se presenta a los Estados Miembros para instarlos a que lo consideren y lo apliquen, a su discreción, en los futuros reglamentos de protección contra las radiaciones.

Con miras a poder hacer frente al uso cada vez mayor de las fuentes de radiación y de las instalaciones nucleares, y en vista del carácter particular de los riesgos de las radiaciones, durante las últimas décadas los organismos especializados en protección contra las radiaciones han creado un sistema singular y complejo de conceptos, principios y técnicas para la prevención y el control de los riesgos radiológicos. Las bases científicas y conceptuales para este sistema las establece la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en forma de recomendaciones que se actualizan y adaptan periódicamente a los nuevos conocimientos científicos. En su publicación de 1991, la ICRP adoptó un modelo diferente para el riesgo de las radiaciones así como una dosimetría modificada de las explosiones atómicas de Hiroshima y Nagasaki. La consecuencia principal de la adopción de ese nuevo modelo es que la mortalidad por cáncer debida a las radiaciones es de tres a cuatro veces mayor de lo que se pensaba anteriormente. De allí que haya surgido la necesidad de reducir los límites de dosis, tanto para las personas ocupacionalmente expuestas como para el público general. Otra nueva característica de la publicación de la ICRP de 1991 fue la introducción del concepto de "exposiciones potenciales", es decir, las que podrían ocurrir en caso de accidente y que requieren medidas de seguridad especiales para prevenirlas.

En virtud de que las recomendaciones de la ICRP se redactan deliberadamente en términos generales y científicos, hay un amplio margen para su interpretación y aplicación por los usuarios, en especial las autoridades de cada país. Por lo tanto, existe la necesidad constante de traducir las pautas de la ICRP a términos que sean lo suficientemente prácticos y directos para incorporarlas a las normas legales y de funcionamiento a nivel de país.

Fue solo en 1982 que se reconoció la necesidad de la armonización internacional, cuando el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el Organismo de Energía Nuclear (NEA) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) patrocinaron conjuntamente la edición anterior de las NBIS. En 1990, se constituyó el Comité Interinstitucional de Seguridad Radiológica (IACRS) como entidad de consulta entre las organizaciones internacionales para la colaboración en materia de seguridad radiológica. Este Comité está compuesto por la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el OIEA, la OIT, el NEA/OCDE, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) --que se unió al grupo en 1991-- el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y la OMS. La ICRP, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), la Asociación Internacional de Protección contra las Radiaciones (IRPA) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) participan en el IACRS en calidad de observadores. La primera iniciativa del IACRS consistió en preparar la versión actual de las NBIS, que es patrocinada conjuntamente por la FAO, el OIEA, la OIT, el NEA/OCDE, la OPS y la OMS.

Este campo no es nuevo para la OPS, pues a partir de los años cincuenta inició actividades relacionadas con la salud pública y las radiaciones, dando a conocer los aspectos de las radiaciones que atañen a la salud pública y otorgando becas para el adiestramiento de médicos y otros profesionales en el campo de las radiaciones aplicadas a la medicina. En 1960, fue creada a nivel regional una Unidad de Protección contra las Radiaciones. Actualmente, el programa de salud radiológica abarca los usos de las radiaciones ionizantes y no ionizantes en los servicios de salud, como el diagnóstico por imágenes, la radioterapia y la medicina nuclear, y hace hincapié en la protección y la seguridad relacionadas con las radiaciones, incluyendo adiestramiento en preparativos y ayuda para casos de emergencias radiológicas.

La OPS está interesada en patrocinar el documento para velar por que las Normas reflejen las necesidades de sus Estados Miembros, ya que en ellos la mayoría de las aplicaciones de radiación no entrañan fuentes grandes como las centrales nucleares, sino fuentes pequeñas principalmente en el campo de la medicina. Se piensa que el documento podría ser empleado por la mayoría de los gobiernos de América Latina y el

Caribe que carecen de la infraestructura necesaria de seguridad radiológica o tienen que actualizar su legislación y sus reglamentos. Además, la orientación específica del documento hacia accidentes puede emplearse en caso de emergencias radiológicas, como las que han tenido lugar en esta Región recientemente. En 1984, uno de esos accidentes ocurrido en la Argentina ocasionó la muerte de un trabajador. Otros dos accidentes graves se debieron a fuentes radiactivas utilizadas en medicina: uno de ellos fue en Ciudad Juárez, México, en 1982 (donde más de 4.000 personas estuvieron expuestas a las radiaciones y los costos de recuperación sumaron US\$ 34 millones) y otro en 1987 en Goiânia, Brasil (donde hubo que poner en observación a más de 100.000 personas, cuatro personas murieron debido a las radiaciones y solamente los costos de descontaminación ascendieron a más de US\$ 20 millones). En El Salvador, en 1989, un accidente en un irradiador industrial ocasionó la muerte de un trabajador y la amputación de ambas piernas de otro (el costo total del accidente fue de US\$ 20 millones). El último accidente grave en la Región ocurrió en noviembre de 1992 en los Estados Unidos de América (Indiana, Pensilvania), cuando una enferma de carcinoma del recto recibió una sobredosis mortal de radiación a consecuencia de la falla de un dispositivo de braquiterapia de carga diferida remota con alta tasa de dosis. A raíz de este suceso, se examinó a 94 personas para determinar posibles sobreexposiciones. Todavía se están evaluando las repercusiones económicas de este caso.

El propósito principal de las NBIS es brindar orientación a las autoridades nacionales para el establecimiento de reglamentos y criterios operativos adaptados a las situaciones locales. A los requisitos de aplicación y a las pautas de las NBIS se les dio carácter de "normas" para que las autoridades nacionales pudieran emplearlos directamente como fundamento legal para la protección de los trabajadores y del público, o simplemente como material de referencia. Los Estados Miembros, en efecto, no están formalmente comprometidos a modificar su legislación de conformidad con las normas, que no están destinadas a reemplazar leyes o reglamentos nacionales. Otra función de las NBIS es proporcionar orientación técnica a los organismos directivos que tienen responsabilidades de radioprotección en sus propias operaciones, así como a los profesionales especializados en la protección radiológica.

Las Normas abarcan la protección para todas las fuentes de radiación controlables. Estas incluyen fuentes de radiación natural, actividades relacionadas con el ciclo del combustible nuclear, aplicaciones médicas de la radiación y fuentes usadas en la industria, la investigación, la agricultura. Las disposiciones de las Normas abordan la exposición de los trabajadores, del público y de los pacientes a las fuentes de radiación médica. La sección de "Exposiciones médicas" se ha ampliado considerablemente con respecto a las versiones anteriores y fue preparada casi en su totalidad por un funcionario de la OPS.

Las Normas contienen requisitos generales y específicos que, en algunos casos, se amplían mediante una información numérica detallada en términos de límites, niveles de referencia, niveles de intervención y niveles de exención. La extensión de esta información numérica difiere por tipo de exposición, según el grado de consenso internacional que fue posible lograr.

Para alcanzar el consenso internacional, los sucesivos borradores han pasado por procesos complejos de revisión. (Ver la lista adjunta de reuniones celebradas.) Las organizaciones representadas en la Secretaría Conjunta efectuaron la revisión de los diversos borradores internos desde diferentes puntos de vista: por ejemplo, la OMS y la OPS hicieron hincapié en la protección para los usos médicos de las radiaciones; la OIT tuvo muy presentes las reacciones de los empleadores y de los trabajadores; la FAO se mostró particularmente interesada en las medidas de intervención relativas a los alimentos y a la agricultura; y el OIEA y el NEA/OCDE, en las consecuencias prácticas de la energía nuclear y de las aplicaciones nucleares.

El proceso de emitir dichas normas está llegando a su etapa final. En realidad, el consenso sobre el borrador definitivo de las NBIS lo lograron los expertos de los Estados Miembros presentes en la reunión del Comité Técnico celebrada en la Sede del OIEA en Viena, en diciembre de 1993, a la que asistieron 152 representantes de 48 países y 11 organizaciones internacionales. Actualmente, el documento se encuentra en la etapa de consideración y adopción por los órganos rectores de las seis organizaciones patrocinantes. Se tiene previsto publicarlo en 1995.

Anexos

ANEXO 1

REVISIONES DE LAS NORMAS BASICAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION CONTRA LA RADIACION IONIZANTE Y PARA LA SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACION

Reuniones del Comité Interinstitucional sobre la Seguridad de las Radiaciones

OMS, Ginebra, Suiza: 4 al 5 de febrero de 1991
CCE, Bruselas, Bélgica: 19 al 20 de octubre de 1992
OPS, Washington, Estados Unidos de América: 19 de abril de 1993

Reuniones de la Secretaría Conjunta

NEA/OCDE, París, Francia: 9 al 12 de abril de 1991
OIEA/Viena, Austria: 9 al 13 de diciembre de 1991
NEA/OCDE, París, Francia: 21 al 23 de octubre de 1992
OPS, Washington, Estados Unidos de América: 20 al 23 de abril de 1993

Reuniones del Comité Técnico

OIEA, Viena, Austria: 14 al 18 de diciembre de 1992
OIEA, Viena, Austria: 13 al 17 de diciembre de 1993

Reunión de expertos de alto nivel

Viena, Austria: 24 al 28 de febrero de 1992

Reuniones de consultores

Londres, Reino Unido: 24 al 28 de junio de 1991; Ottawa, Canadá: 23 al 27 de
septiembre de 1991
Viena, Austria: 6 al 10 de enero de 1992, 20 al 24 de enero de 1992,
23 al 27 de marzo de 1992, 9 al 13 de noviembre de 1992, 7 al 19 de noviembre de 1993

Grupos de trabajo ad hoc

OIT, Ginebra, Suiza: 29 de marzo al 1 de abril de 1993
NEA/OCDE, París, Francia: 8 al 10 de marzo de 1993



FAO



IAEA



ILO



AEN
NEA



PAHO



WHO

NORMAS BASICAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD

para
LA PROTECCION CONTRA LA RADIACION IONIZANTE
y para la
SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACION*

Patrocinadas conjuntamente por:
la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE
el Organismo Internacional de Energía Atómica
la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
la Organización Internacional del Trabajo
la Organización Mundial de la Salud y
la Organización Panamericana de la Salud

* La versión en español de las Normas básicas de seguridad no se ha preparado aún técnicamente para la imprenta.

PROLOGO

del Director General
(a la edición provisional)

Las presentes Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiación representan la culminación de los trabajos que se vienen realizando desde hace varios decenios para armonizar las normas de protección y seguridad radiológicas a nivel internacional. Las organizaciones que conjuntamente patrocinan las Normas son la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (las "Organizaciones patrocinadoras").

En la tarea internacional sin precedentes dedicada a la redacción y examen de las Normas participaron centenares de expertos de los Estados Miembros de las Organizaciones patrocinadoras, y de organizaciones especializadas. A la reunión del Comité Técnico que aprobó las Normas, en diciembre de 1993, asistieron 127 expertos de 52 países y 11 organizaciones.

La Junta de Gobernadores del OIEA aprobó las Normas en su ... sesión, el ... de junio de 1994, y el Organismo las publica ahora de manera provisional (en inglés solamente). Una vez que hayan sido adoptadas o reconocidas oficialmente por las demás Organizaciones patrocinadoras, las Normas se publicarán en forma definitiva, como parte de la Colección Seguridad del OIEA, en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso.

PREFACIO

Antecedentes

Si bien la armonización internacional de la protección y la seguridad radiológicas concierne a todas las Organizaciones patrocinadoras, el OIEA está específicamente autorizado, en virtud de su Estatuto, a establecer normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida, en consulta con las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados. No es, pues, sorprendente que, dentro del sistema de las organizaciones gubernamentales internacionales, el primer esfuerzo por establecer normas de seguridad radiológica se realizara en el OIEA. La Junta de Gobernadores del OIEA aprobó las primeras medidas de protección y seguridad radiológicas en marzo de 1960^{1/}, oportunidad en la que se declaró que "Las normas básicas de seguridad del Organismo ... se basarán, en la medida de lo posible, en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR)". La Junta aprobó las primeras normas básicas de seguridad en junio de 1962; el OIEA las publicó como Vol. Núm. 9 de la Colección Seguridad^{2/}. En 1967 apareció una versión revisada^{3/}. El OIEA publicó una tercera revisión como Vol. Núm. 9 de la Colección Seguridad, Edición de 1982^{4/}; esta edición fue patrocinada conjuntamente por el OIEA, la OIT, la AEN/OCDE y la OMS.

En 1990 se dio un paso importante hacia la armonización internacional de la seguridad radiológica: se constituyó el Comité Interinstitucional de Seguridad Radiológica (IACRS) como foro de consulta y colaboración en cuestiones de seguridad radiológica entre organizaciones internacionales^{5/}. El IACRS estaba formado inicialmente por la AEN/OCDE, la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), el Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME) (hoy día desaparecido), la FAO, el OIEA, la OIT y la OMS. Más adelante, se sumó la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

-
- 1/ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Medidas del Organismo en materia de seguridad y protección de la salud, INFCIRC/18, OIEA, Viena (1960); Normas y medidas de seguridad del Organismo, INFCIRC/18/Rev.1, OIEA, Viena (1976).
- 2/ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica, Colección Seguridad Núm. 9, OIEA, Viena (1962).
- 3/ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica (Edición de 1967), Colección Seguridad Núm. 9, OIEA, Viena (1968).
- 4/ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica (Edición de 1982), Colección Seguridad Núm. 9, OIEA, Viena (1983).
- 5/ Véase el Informe Anual del OIEA para 1990, OIEA/GC(XXXV)/953, pág. 80.

El IACRS ha reconocido como entidades observadoras a la Asociación Internacional de Protección Radiológica (AIPR), la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), la CIPR, la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (CIUMR) y la Organización Internacional de Normalización (ISO). El objetivo del IACRS es promover la coherencia y coordinación de las normativas en lo que respecta a los siguientes campos de interés común: aplicación de los principios, criterios y normas de seguridad radiológica y su plasmación en términos reglamentarios, coordinación de las actividades de investigación y desarrollo, progreso de la enseñanza y la capacitación, promoción del intercambio generalizado de información, facilitación de la transferencia de tecnología y conocimientos especializados, y prestación de servicios de seguridad radiológica.

Sobre esta base, las Organizaciones patrocinadoras crearon una secretaría mixta (la "Secretaría Mixta") encargada de preparar las Normas básicas internacionales de seguridad y para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, (las "Normas"), contenidas en esta publicación. La coordinación de la Secretaría Mixta corrió a cargo del OIEA. Las Normas sustituyen a las anteriores normas básicas internacionales y reflejan los conocimientos adquiridos con posterioridad y la evolución registrada en el campo de la protección y seguridad radiológicas y esferas conexas.

Las Normas se basan principalmente en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR). La CIPR es una organización científica no gubernamental fundada en 1928 con el fin de establecer principios y recomendaciones básicos en materia de protección radiológica; las recomendaciones más recientes de la CIPR se publicaron en 1991^{6/}. Además, en lo que atañe a la seguridad, las Normas tienen en cuenta los principios recomendados por el Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG), el cual viene elaborando desde 1985, bajo los auspicios del OIEA, conceptos de seguridad nuclear como, por ejemplo, los Principios básicos de seguridad para centrales nucleares^{7/}; muchos de estos principios son aplicables a las fuentes de radiación e instalaciones distintas de las instalaciones nucleares. Las magnitudes y unidades utilizadas en las Normas son principalmente las recomendadas por la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (CIUMR), organización emparentada con la CIPR.

Las Normas se publican como parte de la Colección Seguridad del OIEA. Esta colección comprende volúmenes dedicados a nociones fundamentales de seguridad, normas de seguridad, guías de seguridad y prácticas de seguridad relativas a la seguridad nuclear y

6/ COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLOGICA, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford y Nueva York (1991).

7/ GRUPO INTERNACIONAL ASESOR EN SEGURIDAD NUCLEAR, Principios básicos de seguridad para centrales nucleares, Colección Seguridad Núm. 75-INSAG-3, OIEA, Viena (1989).

la protección radiológica, incluida la gestión de desechos radiactivos^{8/}. En la mencionada colección del OIEA figuran otras normas internacionales conexas, tales como las Normas de seguridad nuclear (NUSS) para las centrales nucleares, el Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, y las Normas para la gestión de desechos radiactivos (RADWASS), que pronto aparecerán. Las demás organizaciones participantes en la Secretaría Mixta han elaborado también códigos y guías en sus respectivas esferas de actividad. Por ejemplo, la OIT ha publicado un código de práctica para la protección radiológica de los trabajadores así como otros documentos afines; la OPS y la OMS han publicado buen número de documentos relativos a la seguridad del personal técnico y los pacientes en las aplicaciones médicas de las radiaciones; la FAO y la OMS han establecido, por medio de la Comisión del Codex Alimentarius, niveles orientativos para las sustancias radiactivas presentes en los artículos alimenticios objeto de comercio internacional; finalmente, la AEN/OCDE ha publicado documentos sobre determinados temas relativos a la seguridad radiológica.

Objetivo

La finalidad de las Normas es establecer los requisitos fundamentales relativos a la protección contra los riesgos derivados de la exposición a la radiación ionizante (llamada en adelante la "radiación"), y relativos a la seguridad de las fuentes de radiación que pueden causar dicha exposición.

Las Normas se han establecido partiendo de principios ampliamente aceptados de protección y seguridad radiológicas, como los contenidos en la publicación "Annals" de la CIPR y en la Colección Seguridad del OIEA. Su finalidad es preservar la seguridad de todos los tipos de fuentes de radiación y, al cumplir esa función, complementar otras normas ya establecidas para las fuentes de radiación de gran tamaño y complejas, tales como los reactores nucleares y las grandes instalaciones de gestión y evacuación de desechos nucleares. En el caso de tales fuentes, es característica la necesidad de normas más específicas, tales como las publicadas por el OIEA, para conseguir niveles aceptables de seguridad. Puesto que esas normas más específicas son en general coherentes con las presentes Normas, al cumplirlas, dichas instalaciones más complejas cumplirán también en general estas Normas.

Las Normas se limitan a especificar los requisitos básicos de seguridad radiológica, aunque ofrecen cierta orientación sobre la manera de aplicarlos. Las publicaciones de las Organizaciones patrocinadoras facilitan orientaciones generales sobre la aplicación de

^{8/} Se está preparando un documento titulado "Nociones fundamentales de seguridad radiológica" que resume los objetivos, conceptos y principios en que se inspiran las Normas.

algunos de los requisitos y se elaborarán las orientaciones adicionales que sean necesarias a la luz de la experiencia adquirida con la aplicación de las Normas.

Alcance

Las Normas prescriben los requisitos fundamentales que han de cumplirse en toda actividad que implique exposición a la radiación. Tales requisitos tienen la fuerza que se deriva de las disposiciones estatutarias de las Organizaciones patrocinadoras. No suponen ninguna obligación por parte de los Estados de ajustar a ellos su legislación, ni es su fin sustituir las disposiciones de las leyes o reglamentos nacionales o las normas vigentes. Antes bien, su objetivo es servir de guía práctica a las autoridades y servicios públicos, los empleadores y los trabajadores, los organismos especializados de protección radiológica, las empresas y los comités encargados de la seguridad y protección de la salud. Los requisitos establecen los principios básicos e indican los diferentes aspectos que debe abarcar un programa eficaz de protección radiológica. El fin perseguido no es que se apliquen sin modificaciones en todos los países y regiones, sino que se interpreten teniendo en cuenta las circunstancias locales, los recursos técnicos, la magnitud de las instalaciones y otros factores que determinarán las posibilidades de aplicación.

Las Normas tienen por objeto una amplia gama de prácticas y fuentes que producen o podrían producir exposición a la radiación, por lo que muchos requisitos se formulan en términos generales. En consecuencia, es posible que un requisito determinado tenga que cumplirse de manera diferente para distintos tipos de práctica y fuente, según la naturaleza de las operaciones y las posibilidades de exposición. No todos los requisitos serán de aplicación a cada práctica o a cada fuente, e incumbe a la autoridad reglamentadora competente especificar qué requisitos son aplicables en cada caso.

El campo de aplicación de las Normas se limita a la protección de los seres humanos exclusivamente; se considera que, si las normas de protección son adecuadas para ese fin, también servirán para garantizar que ninguna otra especie resulte amenazada como población, aunque ciertos individuos de la especie puedan sufrir daños. Además las Normas se aplican únicamente a la radiación ionizante, es decir a los rayos gamma y X y a las partículas alfa, beta y otras que pueden causar ionización. No son de aplicación a la radiación no ionizante; tampoco se aplican al control de otros aspectos no radiológicos de salud y seguridad. Las Normas admiten que la radiación no es más que una de las muchas fuentes de riesgo en la vida, y que al ponderar los riesgos de ella derivados no solo hay que poner en la balanza sus beneficios, sino también considerar tales riesgos en perspectiva con los inherentes a otras fuentes.

Estructura

El contenido de las Normas está formado por: Preámbulo, Requisitos principales, Apéndices y Anexos. El Preámbulo expone los objetivos y las bases de las Normas, explica los principios y la filosofía que las inspiran, y esboza los mecanismos nacionales adecuados para la aplicación de las Normas. Los Requisitos principales especifican las medidas indispensables para conseguir los objetivos de las Normas. Los requisitos detallados que de ellos se derivan, subsidiarios de los requisitos principales, se especifican en los Apéndices. En los Anexos se presentan normas y orientación de carácter cuantitativo. Se incluyen también un glosario, la lista de los expertos que colaboraron en el proceso de redacción y examen, y la lista de los representantes de los países y organizaciones componentes del Comité Técnico, que aprobaron las Normas en diciembre de 1993. En la cara interior de la contracubierta figura una breve reseña de las Organizaciones patrocinadoras.

INDICE

PREAMBULO: PRINCIPIOS Y OBJETIVOS FUNDAMENTALES

REQUISITOS PRINCIPALES

Sección I. Requisitos generales

- I.1. Finalidad
- I.2. Definiciones
- I.3. Campo de aplicación
- I.4. Exclusiones
- I.5. Partes responsables
- I.6. Inspecciones
- I.7. Incumplimiento
- I.8. Entrada en vigor
- I.9. Solución de conflictos
- I.10. Interpretación
- I.11. Comunicaciones

Sección II. Requisitos relativos a las prácticas

- II.1. Aplicación
- II.2. Obligaciones fundamentales
- II.3. Requisitos administrativos
- II.4. Requisitos de protección radiológica
- II.5. Requisitos de gestión
- II.6. Requisitos técnicos
- II.7. Verificación de la seguridad

Sección III. Intervención

- III.1. Aplicación
- III.2. Obligaciones fundamentales
- III.3. Requisitos administrativos
- III.4. Requisitos de protección radiológica

APENDICES: REQUISITOS DETALLADOS

Apéndice I: Exposición ocupacional

1. Responsabilidades
2. Condiciones de servicio
3. Clasificación de las zonas
4. Reglas y supervisión locales
5. Equipo protector personal
6. Cooperación entre los empleadores, los titulares registrados y los titulares licenciados
7. Vigilancia radiológica y evaluación de la exposición individuales
8. Vigilancia radiológica de los puestos de trabajo

9. Vigilancia médica
10. Registros
11. Circunstancias especiales

Apéndice II: Exposición médica

1. Responsabilidades
2. Justificación de las exposiciones médicas
3. Optimización de la protección relativa a las exposiciones médicas
4. Niveles orientativos
5. Restricciones de dosis
6. Actividad máxima en pacientes sometidos a terapia, al ser dados de alta en un hospital
7. Investigación de exposiciones médicas accidentales
8. Registros

Apéndice III: Exposición del público

1. Responsabilidades
2. Control de los visitantes
3. Fuentes de irradiación externa
4. Contaminación radiactiva en los espacios cerrados
5. Desechos radiactivos
6. Vertido de sustancias radiactivas al medio ambiente
7. Vigilancia radiológica y vigilancia radiológica ambiental
8. Productos de consumo

Apéndice IV: Exposiciones potenciales: seguridad de las fuentes

1. Responsabilidades
2. Evaluación de la seguridad
3. Requisitos de diseño
4. Requisitos de explotación
5. Garantía de calidad

Apéndice V: Situaciones de exposición de emergencia

1. Responsabilidades
2. Planes de emergencia
3. Intervención en las situaciones de exposición de emergencia
4. Evaluación y vigilancia radiológica a raíz de accidentes
5. Fin de la intervención tras un accidente
6. Protección de los trabajadores participantes en una intervención

Apéndice VI: Situaciones de exposición crónica

1. Responsabilidades
2. Planes de acciones reparadoras
3. Niveles de actuación para las situaciones de exposición crónica

ANEXOS

Anexo I	Exenciones
Anexo II	Límites de dosis
Anexo III	Niveles orientativos para la exposición médica
Anexo IV	Niveles de dosis para los que es de suponer una intervención en cualesquiera circunstancias
Anexo V	Orientaciones sobre los niveles de intervención en situaciones de exposición de emergencia
Anexo VI	Orientaciones sobre los niveles de actuación en situaciones de exposición crónica

GLOSARIO

DIRECCION, REDACCION Y REVISION

APROBACION

LAS ORGANIZACIONES PATROCINADORAS

PREAMBULO:

PRINCIPIOS Y OBJETIVOS FUNDAMENTALES

Desde los primeros estudios sobre los rayos X y los minerales radiactivos se observó que la exposición a niveles elevados de radiación puede causar daños clínicamente identificables a los tejidos del cuerpo humano. Además, prolongados estudios epidemiológicos de las poblaciones expuestas a las radiaciones, especialmente de los supervivientes de los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki ocurridos en el Japón en 1945, han demostrado que la exposición a la radiación puede también provocar enfermedades malignas diferidas. Es, pues, esencial que las actividades que implican exposición a la radiación, tales como la producción y el empleo de fuentes y materiales radiactivos, tales como la explotación de instalaciones nucleares y la gestión de los desechos radiactivos que éstas producen, se sometan a ciertas normas de seguridad para proteger a las personas expuestas adventiciamente a la radiación.

La radiación ionizante y las sustancias radiactivas son fenómenos naturales y permanentes del medio ambiente y, en consecuencia, los riesgos derivados de dicha radiación en todas sus formas pueden solo restringirse, pero no eliminarse por completo. Además, se ha generalizado el empleo de la radiación de origen artificial. Las fuentes de radiación ionizante son indispensables para la moderna atención de salud: los materiales médicos desechables esterilizados por irradiación intensa son de gran utilidad en la lucha contra las enfermedades; la radiología es un instrumento fundamental de diagnóstico; la radioterapia es un elemento habitual del tratamiento de las enfermedades malignas. La utilización de la energía nuclear y las aplicaciones de sus subproductos, es decir, la radiación ionizante y las sustancias radiactivas, siguen aumentando en todo el mundo. Las técnicas nucleares encuentran aplicaciones crecientes en la industria, la agricultura, la medicina y muchos campos de la investigación, beneficiando a cientos de millones de personas y ofreciendo empleo a millones de trabajadores en las profesiones conexas. La irradiación se emplea en todo el mundo para conservar los alimentos y reducir su desperdicio, y las técnicas de esterilización se utilizan para erradicar insectos y plagas portadores de enfermedades. La radiografía industrial se usa habitualmente, por ejemplo para examinar soldaduras, detectar fisuras y prevenir la rotura de construcciones mecánicas.

La aceptación por la sociedad de los riesgos derivados de la radiación se condiciona a los beneficios que reporte su utilización. De todas formas, hay que restringir tales riesgos y ofrecer protección contra ellos mediante la aplicación de normas de seguridad radiológica. Estas Normas son expresión de un conveniente consenso internacional con tal fin.

Al elaborar las Normas se han tenido en cuenta la información resultante de la extensa labor de investigación y desarrollo realizada por entidades científicas y técnicas en los planos nacional e internacional, la información sobre los efectos que tiene en la salud la radiación y sobre las técnicas de diseño y explotación seguros de las fuentes de radiación, así como la experiencia que han adquirido muchos países en la utilización de las radiaciones y las técnicas nucleares. El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), órgano constituido por las Naciones Unidas en 1955, recopila, evalúa y difunde información sobre los efectos de la radiación en la salud y sobre los niveles de exposición a la radiación debida a las diferentes fuentes; esta información se ha tenido en cuenta al elaborar las Normas. Sin embargo, las consideraciones puramente científicas no son más que un elemento parcial del fundamento de las decisiones en materia de protección y seguridad, y las Normas alientan implícitamente a los responsables de las decisiones a hacer juicios de valor sobre la importancia relativa de los riesgos de diferentes clases y sobre la forma de equilibrar riesgos y beneficios.

Efectos de la radiación

La exposición a la radiación puede causar efectos perjudiciales a la salud. Para grandes dosis, los efectos de la radiación tales como náuseas, enrojecimiento de la piel o, en los casos graves, síndromes más agudos, se manifiestan clínicamente en los individuos expuestos poco tiempo después de la exposición; dichos efectos se denominan "deterministas" porque su aparición es segura si la dosis rebasa un nivel umbral. La exposición a la radiación puede también producir efectos tales como enfermedades malignas, que se manifiestan tras un período de latencia y pueden ser detectables epidemiológicamente en una población; se supone que tales efectos se producen en toda la gama de dosis, sin nivel umbral. Los efectos hereditarios resultantes de la exposición a la radiación se han detectado estadísticamente en otras poblaciones de mamíferos y se supone que también se dan en las poblaciones humanas. Estos efectos epidemiológicamente detectables --enfermedades malignas y efectos hereditarios-- se denominan efectos "estocásticos" por su naturaleza fortuita.

Los efectos deterministas debidos a la exposición a la radiación son resultado de procesos diferentes, principalmente de muerte celular y demora en la división celular que, si son lo suficientemente amplios, pueden deteriorar la función del tejido expuesto. La gravedad de un efecto determinista dado en un individuo expuesto aumenta con la dosis por encima del umbral de aparición del efecto.

Los efectos estocásticos pueden presentarse cuando una célula irradiada no muere, sino que se modifica. Las células modificadas pueden, al cabo de un período prolongado, degenerar en cáncer. Los mecanismos de reparación y defensa del organismo hacen que tal desenlace sea muy improbable para las dosis pequeñas; ahora bien, no hay prueba alguna

de que exista una dosis umbral por debajo de la cual sea imposible la producción de un cáncer. La probabilidad de aparición del cáncer aumenta con la dosis, pero la gravedad de un eventual cáncer resultante de la irradiación es independiente de la dosis. Asimismo, si una célula germinal cuya función es transmitir información genética a la progenie es dañada por exposición a la radiación, es concebible que en los descendientes de la persona expuesta se manifiesten efectos hereditarios de diversos tipos. Se supone que la probabilidad de los efectos estocásticos es proporcional a la dosis recibida, también sin dosis umbral.

Además de los efectos mencionados, pueden producirse otros efectos sobre la salud de los niños a causa de la exposición del embrión o feto a la radiación. Entre tales efectos cabe mencionar una mayor probabilidad de leucemia y, en caso de exposición por encima de distintos valores de la dosis umbral durante ciertos períodos del embarazo, retraso mental y deformaciones congénitas graves.

Puesto que se supone que incluso para las dosis más bajas existe una pequeña probabilidad de aparición de efectos estocásticos, las Normas son aplicables en toda la gama de dosis, con el fin de reducir todo detrimento por radiación que pueda producirse. Las múltiples facetas del concepto de detrimento por radiación hacen poco conveniente adoptar una sola magnitud para representarlo. En consecuencia, las Normas se basan en un concepto de detrimento recomendado por la CIPR que, en lo tocante a los efectos estocásticos, engloba las siguientes magnitudes: la probabilidad de un cáncer mortal atribuible a la exposición a la radiación, la probabilidad ponderada de contraer un cáncer no mortal, la probabilidad ponderada de efectos hereditarios graves, y el período de vida que se pierde si sobreviene el daño.

Prácticas e intervenciones

En las Normas se denominan "prácticas" las actividades humanas que hacen aumentar la exposición que las personas sufren normalmente a causa de la radiación de fondo, o que incrementan la probabilidad de que sufran una exposición. Las actividades humanas cuyo fin es reducir la exposición existente a la radiación, o la probabilidad existente de sufrir una exposición que no sea parte de una práctica controlada, se denominan "intervenciones". Las Normas se aplican tanto al inicio como a la continuación de las prácticas que llevan o podrían llevar aparejada una exposición a la radiación, y también a las situaciones de hecho existentes en que sea posible reducir o prevenir una exposición o su probabilidad mediante una intervención. Cuando se trata de una práctica, pueden elaborarse disposiciones de protección y seguridad radiológicas antes de su comienzo, y las correspondientes exposiciones a la radiación y su probabilidad pueden restringirse desde el principio. En el caso de la intervención, las circunstancias que originan la exposición o la probabilidad de exposición existen ya y su reducción solo puede conseguirse con medidas reparadoras o protectoras.

Las prácticas para las que las Normas tratan de establecer las bases de protección radiológica son, entre otras, las siguientes: las actividades que implican la producción de fuentes de radiación; el empleo de radiaciones y sustancias radiactivas en medicina, investigación, industria, agricultura y enseñanza; la producción de energía nucleoelectrica, inclusive el ciclo completo de actividades conexas, desde la extracción y tratamiento de los minerales radiactivos a la explotación de los reactores nucleares y las instalaciones del ciclo del combustible así como la gestión de desechos radiactivos; asimismo, actividades como la extracción bajo tierra de carbón y minerales fosfáticos y de otro género que pueden aumentar la exposición a las sustancias radiactivas naturales. Las situaciones que pueden exigir una intervención son por ejemplo: la exposición crónica a fuentes de radiación naturales como el radón en las viviendas, y a los residuos radiactivos de actividades y sucesos pasados; los casos de exposición de emergencia que pudieran ser resultado de accidentes o de deficiencias en las instalaciones existentes.

Tipos de exposición a la radiación

Es virtualmente seguro que la realización de las prácticas tendrá por resultado ciertas exposiciones a la radiación cuya magnitud se podrá predecir, aunque con cierto grado de incertidumbre: estas exposiciones previstas se denominan en las Normas "exposiciones normales". También pueden contemplarse escenarios en que haya posibilidades de exposición, pero ninguna certidumbre de que tal exposición tendrá lugar efectivamente; estas exposiciones, que no son de esperar pero sí posibles, se denominan "potenciales". Las exposiciones potenciales pueden convertirse en exposiciones reales si la situación inesperada se produce efectivamente, por ejemplo a consecuencia de un fallo del equipo, de errores de diseño o explotación, o de alteraciones imprevistas de las condiciones ambientales, por ejemplo en un emplazamiento de evacuación de desechos radiactivos. Si es posible prever la ocurrencia de tales sucesos, se puede estimar la probabilidad de que ocurran y la consiguiente exposición a la radiación.

El medio que se especifica en las Normas para controlar las exposiciones normales es la restricción de las dosis recibidas. El principal medio para controlar las exposiciones potenciales es el buen diseño de las instalaciones, el equipo y los procedimientos de explotación; esto tiene el fin de limitar la probabilidad de que ocurran sucesos que pudieran producir exposiciones no planificadas y restringir la magnitud de las exposiciones que pudieran producirse si ocurrieran tales sucesos.

Las exposiciones a la radiación que contemplan las Normas son la exposición, tanto normal como potencial, de los trabajadores en el ejercicio de sus ocupaciones, la de los pacientes en las actividades de diagnóstico o de tratamiento, y la de los miembros del público que puedan ser afectados por una práctica o una intervención. En las situaciones de intervención la exposición puede ser crónica o, en algunos casos de emergencia, temporal.

Así pues, las exposiciones se dividen en: "exposiciones ocupacionales" que se sufren en el trabajo y principalmente como resultado del trabajo; "exposiciones médicas" que consisten principalmente en la exposición de los pacientes en las actividades de diagnóstico o de tratamiento; y "exposiciones del público" que abarcan todas las demás exposiciones, las potenciales, las de emergencia y las crónicas.

El objetivo de las Normas es la protección de todas las personas que puedan estar expuestas a las radiaciones, incluidas las de las generaciones futuras que pudieran ser afectadas por prácticas o intervenciones actuales.

Principios básicos

Los principios de protección y seguridad radiológicas en que se fundan las Normas son los establecidos por la CIPR y el INSAG. La enunciación detallada de estos principios puede verse en las publicaciones de la CIPR y el INSAG y es imposible parafrasearlos sin que se pierda su esencia. Ahora bien, dichos principios se pueden recapitular de manera escueta, aunque simplificada, como sigue: una práctica que conlleve o pueda conllevar exposición a la radiación solo debe adoptarse si reporta a los individuos expuestos o a la sociedad un beneficio suficiente para compensar el detrimento radiológico que cause o pueda causar (es decir, la práctica ha de ser justificada)^{9/}; las dosis individuales debidas a la combinación de todas las prácticas significativas al respecto no deben sobrepasar los límites de dosis especificados; las fuentes de radiación y las instalaciones deben dotarse de las mejores medidas de protección y seguridad que sean asequibles en las circunstancias existentes, de forma que la magnitud y probabilidad de las exposiciones y el número de individuos expuestos sean los más bajos que puedan razonablemente alcanzarse teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, y las dosis que causen y el riesgo que generen deben restringirse (es decir la protección y la seguridad deben optimizarse); la exposición debida a fuentes de radiación que no formen parte de una práctica debe reducirse por medio de una intervención cuando ello sea justificado, y las medidas de intervención deben optimizarse; la persona jurídica autorizada a realizar una práctica que implique la presencia de una fuente de radiación debe ser la principal responsable de la protección y la seguridad; debe inculcarse una cultura de la seguridad que rijan las actitudes y el comportamiento, en relación con la protección y la seguridad, de todos los individuos y entidades que se ocupen de fuentes de radiación; el diseño y los procedimientos de explotación de las fuentes de radiación deben prever medidas de defensa en profundidad para contrarrestar posibles fallos de las medidas de protección o seguridad; la protección y la seguridad deben garantizarse por medio de principios sólidos de gestión y tecnología, garantía de calidad, capacitación y

^{9/} Corrientemente, en lo que respecta a un tipo de actividad, el cumplimiento del principio de justificación se demuestra adecuadamente con la existencia o el establecimiento de reglamentos específicos para el tipo de actividad.

cualificación del personal, evaluaciones minuciosas de la seguridad y aprovechamiento de las enseñanzas derivadas de la experiencia y la investigación.

Magnitudes y unidades

Aunque la mayoría de los requisitos prescritos por las Normas son cualitativos, dichas Normas establecen también límites cuantitativos y niveles orientativos. A tales fines, las principales magnitudes físicas usadas en las Normas son la tasa de transformación nuclear de los radionucleidos (la actividad) y la energía que la unidad de masa de una sustancia absorbe de la radiación a la que está expuesta (la dosis absorbida). La unidad de actividad es la inversa de segundo, que representa el número de transformaciones (o desintegraciones nucleares por segundo) y se denomina bequerel (Bq). La unidad de dosis absorbida es el joule por kilogramo, denominada gray (Gy).

La dosis absorbida es la magnitud dosimétrica física básica de las Normas. Ahora bien, no es enteramente satisfactoria a los efectos de la protección radiológica, pues los efectos dañinos en los tejidos humanos varían según los diferentes tipos de radiación ionizante. En consecuencia, la dosis absorbida por los tejidos se multiplica por un factor de ponderación de la radiación para tener en cuenta la intensidad con que el tipo considerado de radiación produce efectos sobre la salud; la magnitud resultante se denomina dosis equivalente. La magnitud "dosis equivalente" se utiliza cuando se irradian órganos o tejidos determinados, pero la probabilidad de efectos nocivos estocásticos debidos a una dosis equivalente dada varía según los diferentes órganos y tejidos. Por consiguiente, la dosis equivalente en cada órgano y tejido se multiplica por un factor de ponderación tisular para tener en cuenta la radiosensibilidad del órgano. La suma total de esas dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos expuestos de un individuo se denomina la dosis efectiva. La unidad de dosis equivalente y de dosis efectiva es la misma que la unidad de dosis absorbida, a saber el joule por kilogramo, pero se usa el término sievert (Sv) para evitar la confusión con la unidad de dosis absorbida.

Cuando se introducen radionucleidos en el cuerpo, la dosis resultante se recibe durante todo el período que los mismos permanecen en el organismo. La dosis comprometida es la dosis total producida durante este período de tiempo y se calcula integrando, para el tiempo de que se trate, la tasa de recepción de tal dosis. Toda restricción de dosis en este aspecto se aplica a la dosis comprometida resultante de esa incorporación.

El impacto total de la exposición a la radiación debida a una práctica o fuente determinadas depende del número de individuos expuestos y de las dosis que reciben. En consecuencia, para caracterizar el impacto radiológico de una práctica o fuente se puede emplear la dosis colectiva, que se define como la sumación de los productos de la dosis

media a los diversos grupos de personas expuestas por el número de individuos de cada grupo. La unidad de dosis colectiva es el sievert-hombre (Sv-hombre).

Reglamentación nacional

La finalidad de las Normas es prescribir requisitos a las personas jurídicas autorizadas a realizar prácticas que causan exposición a la radiación, o a intervenir con el fin de reducir exposiciones existentes; tales personas son las principales responsables de la aplicación de las Normas. En cambio, la responsabilidad de hacerlas cumplir incumbe a las autoridades nacionales, generalmente por medio de un sistema del que forma parte una autoridad reglamentadora; también incumbe a aquéllas la adopción de planes y medidas en circunstancias diferentes. Además, las autoridades nacionales suelen encargarse de ciertos servicios esenciales de seguridad radiológica y de las intervenciones que rebasan o complementan las posibilidades de las personas jurídicas autorizadas para la realización de las prácticas.

Así pues, las Normas se basan en el supuesto de que existe una infraestructura nacional que permite a las autoridades públicas cumplir sus responsabilidades en materia de protección y seguridad radiológicas.

Infraestructuras nacionales

Los elementos esenciales de una infraestructura nacional son: la legislación y reglamentos, una autoridad reglamentadora facultada para autorizar e inspeccionar las actividades reglamentadas y para hacer cumplir la legislación y los reglamentos, recursos adecuados y personal capacitado en número suficiente. La infraestructura ha de ofrecer también medios y procedimientos para responder a las inquietudes de la sociedad que van más allá de las responsabilidades jurídicas de las personas autorizadas a realizar prácticas que implican la presencia de fuentes de radiación. Por ejemplo, las autoridades nacionales velan por que se adopten disposiciones adecuadas para la detección de todo aumento de las sustancias radiactivas presentes en el medio ambiente en general, para la evacuación de los desechos radiactivos y para la preparación de intervenciones, sobre todo en el caso de emergencias que pudieran dar lugar a la exposición del público en general. También han de encargarse del control de las fuentes de radiación de las que no sea responsable ninguna otra entidad, tales como las fuentes naturales y los residuos radiactivos resultantes de prácticas pasadas.

Las infraestructuras nacionales han de prever lo necesario para que las personas responsables en la materia tomen medidas adecuadas para la enseñanza y capacitación de especialistas en protección y seguridad radiológicas, así como para el intercambio de información entre los especialistas. Una responsabilidad conexas es la de establecer medios

apropiados para informar al público, a sus representantes y a los medios de comunicación sobre las cuestiones de salud y seguridad ligadas a las actividades que implican exposición a la radiación y sobre los procesos de reglamentación. Así se suministra información para facilitar el proceso político de establecimiento de prioridades nacionales y asignación de recursos para la protección y seguridad y se contribuye a hacer más fácilmente comprensible el proceso reglamentador.

Las infraestructuras nacionales han de prever también las instalaciones y servicios esenciales para la protección y seguridad radiológicas, pero que excedan de la capacidad exigible a las personas autorizadas para realizar las prácticas. Entre esas instalaciones y servicios cabe señalar los necesarios para una intervención, la dosimetría personal y la vigilancia radiológica ambiental, y para la calibración e intercomparación del equipo de medición de radiaciones. Los servicios pueden incluir la organización de registros centrales de expedientes de exposición ocupacional y el suministro de información sobre la fiabilidad del equipo. La prestación de tales servicios a nivel nacional no exonera a las personas autorizadas a realizar las prácticas de la responsabilidad fundamental que les incumbe en materia de seguridad radiológica.

Autoridad reglamentadora

La plena y correcta aplicación de las Normas exige que los Gobiernos creen una autoridad reglamentadora encargada de regular la introducción y realización de toda práctica que implique el uso de fuentes de radiación. Dicha autoridad reglamentadora ha de estar dotada de atribuciones y recursos suficientes para una regulación efectiva y debe ser independiente de todo departamento u organismo gubernamental encargado de la promoción y el desarrollo de las prácticas objeto de regulación. La autoridad reglamentadora ha de ser también independiente de los titulares registrados, los titulares licenciados y los diseñadores y constructores de las fuentes de radiación que se utilicen para dichas prácticas. Tiene que haber una efectiva y clara delimitación de responsabilidades entre las funciones de la autoridad reglamentadora y las de toda otra parte, de forma que los funcionarios reglamentadores conserven su independencia de juicio y decisión como autoridades en cuestiones de seguridad.

Las Normas se han redactado suponiendo que una sola autoridad reglamentadora se encarga de todos los aspectos de la protección y seguridad radiológicas en un país. Ahora bien, es posible que en algunos países la función de reglamentación de diferentes prácticas o diferentes aspectos de la seguridad radiológica esté dividida entre diferentes autoridades. En consecuencia, en las Normas se entiende en general por "autoridad reglamentadora" la autoridad competente para la reglamentación de la fuente o de la cuestión de seguridad radiológica de que concretamente se trate. Con independencia de la división de las funciones reglamentadoras, las autoridades nacionales han de cuidar de que se abarquen todos los

aspectos; por ejemplo, han de cuidar de que exista un órgano concreto encargado de la vigilancia reglamentaria de las medidas de protección y seguridad aplicables a los pacientes y de las medidas de garantía de calidad relativas al equipo y las técnicas utilizados en las aplicaciones médicas de la radiación.

El tipo de sistema reglamentador adoptado en un país dependerá de la amplitud, complejidad y aspectos de seguridad de las prácticas y fuentes reguladas, así como de la tradición del país en materia de reglamentación. Los mecanismos de desempeño de las funciones reglamentadoras pueden variar, existiendo autoridades que son completamente autónomas y otras que delegan ciertas funciones de inspección, evaluación o de otra índole en diversos organismos oficiales, públicos o privados. Una autoridad reglamentadora puede ser también autónoma en lo que atañe a conocimientos especializados o puede recurrir a los servicios de expertos y comités asesores.

En general, las funciones de la autoridad reglamentadora incluyen las siguientes: la evaluación de las solicitudes de permiso para la realización de prácticas que impliquen o puedan implicar la exposición a la radiación; la autorización de tales prácticas y de las fuentes a ellas ligadas, con sujeción a ciertas condiciones especificadas; la realización de inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de dichas condiciones; la aplicación de toda medida necesaria para garantizar el cumplimiento de los reglamentos y normas. A tales fines son necesarios mecanismos de notificación, registro y licencia de las fuentes adscritas a las prácticas, con disposiciones para excluir o eximir las fuentes o prácticas del cumplimiento de los requisitos reglamentarios en ciertas condiciones. También es necesario prever la vigilancia, control radiológico, examen, verificación e inspección de las fuentes y hacer que existan planes adecuados para responder a los accidentes que impliquen exposición a radiaciones y para llevar a cabo intervenciones de emergencia. Es preciso evaluar la eficacia de las medidas de protección y seguridad radiológicas para cada práctica autorizada, así como los efectos globales potenciales de las prácticas autorizadas.

Han de definirse claramente las facultades de los inspectores de la autoridad reglamentadora y ha de velarse por la aplicación coherente de lo reglamentado, previendo mecanismos de apelación para los responsables de las fuentes. Las directrices dadas a los inspectores y a las personas sujetas a reglamentación han de ser claras. Es posible que la autoridad reglamentadora tenga que facilitar orientación sobre cómo han de cumplirse ciertos requisitos reglamentarios en el caso de diversas prácticas, por ejemplo en documentos con directrices reglamentarias. Ha de estimularse una actitud de apertura y cooperación entre las personas sometidas a reglamentación y los inspectores, lo que incluye facilitar el acceso de estos últimos a las instalaciones y la información.

Otra responsabilidad que incumbe a la autoridad reglamentadora es exigir a todas las partes involucradas que establezcan una cultura de la seguridad caracterizada en especial por:

un compromiso individual y colectivo con la seguridad por parte de los trabajadores, del personal directivo y de los funcionarios reglamentadores, la responsabilidad de todos los individuos en lo que respecta a la protección y seguridad, incluidos los individuos a nivel directivo superior, y medidas para estimular una actitud interrogante y deseosa de aprender, así como para desincentivar la complacencia con respecto a la seguridad.

Es necesario que tanto la autoridad reglamentadora como las personas sometidas a reglamentación tengan debidamente en cuenta la experiencia general y las novedades en materia de protección radiológica y seguridad de las fuentes.

NOTA DE REDACCION

1. En los "Requisitos principales" de las Normas, contenidos en el cuerpo principal del texto, se emplea por lo general el término **deberá(n)** (en inglés "shall") cuando se enuncian requisitos, deberes y obligaciones. En los "Requisitos detallados", que figuran en los apéndices, se emplea también el término **deberá(n)** al enunciar medidas que son consecuencia de los "Requisitos principales", lo que significa que son aplicables esos requisitos a no ser que se hayan establecido otras opciones más idóneas para la protección y la seguridad. Como excepción a esta regla general, en los requisitos que versan o se relacionan con la justificación de las prácticas e intervenciones, en las disposiciones referentes a la declaración de embarazo por parte de las trabajadoras y en una serie de prescripciones sobre las exposiciones médicas se usa la forma **debe(n)** (en inglés "should") para indicar que se trata de una opción deseable y una condición previa para la protección y la seguridad.

2. Muchos de los "Requisitos principales" de las Normas no van dirigidos a ninguna de las partes en concreto, lo que significa que deben ser cumplidos por la parte o partes a las que correspondan. En cambio, en los "Requisitos detallados" de los Apéndices se especifican por lo general la parte o partes a las que corresponde cumplir el requisito.

REQUISITOS PRINCIPALES

SECCION I REQUISITOS GENERALES

I.1. FINALIDAD

1. Las presentes Normas especifican los requisitos básicos para la *protección* de las personas contra la *exposición* a la *radiación* y para la *seguridad* de las *fuentes de radiación*, denominadas en adelante *protección y seguridad*.

I.2. DEFINICIONES

2. Los términos que figuran en bastardilla deberán entenderse en el sentido en que se definen en el glosario de las Normas.

I.3. CAMPO DE APLICACION

3. Las Normas se aplican a las *prácticas*, las *fuentes* adscritas a las *prácticas* y las *intervenciones* que:

- a) se realicen en un Estado que opte por adoptar las Normas o pida a una de las *Organizaciones patrocinadoras* que vele por la aplicación de las Normas;
- b) desarrollen Estados con asistencia del OIEA, la FAO, la OIT, la OMS o la OPS, cuenta habida de las leyes y reglamentos nacionales pertinentes;
- c) realice el OIEA o se realicen empleando materiales, servicios, equipo, medios e información inédita facilitados por el OIEA o a petición suya o bajo su control o supervisión;
- d) se realicen en virtud de un acuerdo bilateral o multilateral en el que las partes pidan al OIEA que vele por la aplicación de las Normas.

I.4. EXCLUSIONES

4. Se considera *excluida* del ámbito de las Normas toda *exposición* cuya magnitud o probabilidad no sea, por esencia, susceptible de control aplicando los requisitos por ellas prescritos^{10/}.

^{10/} Por ejemplo, la exposición debida al ⁴⁰K presente en el organismo, a la radiación cósmica en la superficie terrestre o a la concentración, no modificada, de los radionucleidos presentes en la mayor parte de las materias primas.

I.5. PARTES RESPONSABLES

5. La *autoridad reglamentadora* y, en caso de *intervención*, las *entidades intervinientes* deberán ser las responsables de asegurar el cumplimiento de las Normas.

6. Las partes principales fundamentalmente responsables de la aplicación de las Normas deberán ser:

- a) los *titulares registrados* o los *titulares licenciados*;
- b) los *empleadores*.

7. Las demás partes deberán tener responsabilidades subsidiarias en cuanto a la aplicación de las Normas. Estas partes pueden ser, según el caso:

- a) los *suministradores*;
- b) los *trabajadores*;
- c) los *oficiales de protección radiológica*;
- d) los *facultativos médicos*;
- e) los *profesionales de la salud*;
- f) los *expertos cualificados*;
- g) los *comités de examen ético*;
- h) cualquier otra parte en la que una parte principal haya delegado responsabilidades específicas.

8. Las partes deberán asumir las responsabilidades generales y específicas prescritas por las Normas.

9. Las responsabilidades generales de las partes principales, en el marco de los requisitos especificados por la *autoridad reglamentadora*, son:

- a) fijar los objetivos de *protección y seguridad* en conformidad con los requisitos pertinentes prescritos por las Normas;
- b) establecer, ejecutar y documentar un programa de *protección y seguridad* que esté en consonancia con la naturaleza y magnitud de los riesgos inherentes a las *prácticas e intervenciones* que tengan encomendadas, y sea suficiente para garantizar el cumplimiento de los requisitos prescritos por las Normas y, en el marco de este programa:
 - i) determinar las medidas y recursos necesarios para conseguir los objetivos de *protección y seguridad* y velar por que se asignen los recursos y se ejecuten correctamente las medidas;

- ii) mantener continuamente en examen esas medidas y recursos y verificar regularmente la consecución de los objetivos de *protección y seguridad*;
- iii) detectar eventuales faltas y deficiencias en las medidas y recursos de *protección y seguridad* y actuar para corregirlas y evitar su repetición;
- iv) establecer mecanismos para facilitar la consulta y la cooperación en materia de *protección y seguridad* entre todas las partes interesadas, por medio de representantes si procede;
- v) mantener registros adecuados relativos al cumplimiento de sus responsabilidades.

I.6. INSPECCIONES

10. Las partes principales deberán permitir que representantes debidamente autorizados de la *autoridad reglamentadora*, y de las *Organizaciones patrocinadoras* competentes cuando proceda, inspeccionen los registros de *protección y seguridad* de dichas *partes* y efectúen inspecciones adecuadas de las actividades *autorizadas* a las mismas.

I.7. INCUMPLIMIENTO

11. En caso de quebrantamiento de cualquier requisito aplicable prescrito por las Normas, las *partes* principales deberán, según proceda:

- a) investigar el quebrantamiento y sus causas, circunstancias y consecuencias;
- b) tomar medidas apropiadas para enmendar las circunstancias que condujeron al quebrantamiento e impedir que se repitan quebrantamientos parecidos;
- c) comunicar a la *autoridad reglamentadora*, y a las *Organizaciones patrocinadoras* competentes, cuando proceda, las causas del quebrantamiento y las medidas correctoras o preventivas adoptadas o que se hayan de adoptar;
- d) tomar cualesquiera otras medidas necesarias prescritas por las Normas.

12. La comunicación de un quebrantamiento de las Normas deberá ser rápida y deberá ser inmediata siempre que se haya gestado o se esté gestando una situación de *exposición de emergencia*.

13. El hecho de no adoptar medidas correctoras o preventivas en un plazo de tiempo razonable de conformidad con la reglamentación nacional deberá ser causa de modificación, suspensión o retirada de toda *autorización* concedida por la *autoridad reglamentadora* o la *Organización patrocinadora* competente.

14. El quebrantamiento deliberado, la tentativa de quebrantamiento o la conspiración para el quebrantamiento de cualquier requisito prescrito por las Normas están sujetos a las disposiciones sobre tales infracciones prescritas por la legislación nacional pertinente del Estado, o por la *autoridad reglamentadora* o, cuando proceda, por la *Organización patrocinadora* competente.

I.8. ENTRADA EN VIGOR

15. Las Normas entran en vigor un año después de la fecha en que las adopte o las reconozca, según proceda, la *Organización patrocinadora* competente.

16. Si un Estado decide adoptar las Normas, éstas deberán entrar en vigor en la fecha indicada en el acto de adopción oficial por parte del Estado.

17. Si la *autoridad reglamentadora* o, cuando proceda, la *Organización patrocinadora* competente prescribe una modificación de una *práctica* o una *fuentes* ya existentes, para que se cumpla algún requisito estipulado por las Normas, debe darse efecto a dicha prescripción en un plazo *aprobado*, si tal plazo es necesario para la modificación.

I.9. SOLUCION DE CONFLICTOS

18. Los requisitos prescritos por las Normas son adicionales y no sustitutivos de otros requisitos aplicables tales como los prescritos por las convenciones vinculantes y las reglamentaciones nacionales existentes al respecto.

19. En caso de conflicto entre los requisitos prescritos por las Normas y otros requisitos aplicables, la *autoridad reglamentadora* deberá determinar qué requisito ha de cumplirse.

20. Nada de lo prescrito en las Normas deberá interpretarse en el sentido de restringir cualquier otra medida que pueda ser necesaria para la *protección y seguridad*.

I.10. INTERPRETACION

21. Salvo si ello es expresamente *autorizado* por el órgano rector estatutario de una *Organización patrocinadora* competente, no será vinculante para dicha organización ninguna interpretación de las Normas, por parte de un alto cargo o un funcionario de la misma, que difiera de la interpretación escrita dada por el Director General de la *Organización patrocinadora*.

I.11. COMUNICACIONES

22. La *parte* responsable correspondiente deberá informar, conforme a lo establecido por las Normas, sobre el cumplimiento de los requisitos prescritos por las mismas.

23. Los informes sobre el cumplimiento y demás comunicaciones relativas a la interpretación oficial de las Normas se dirigirán a la *autoridad reglamentadora* o a las *Organizaciones patrocinadoras* competentes, según proceda.

SECCION II REQUISITOS RELATIVOS A LAS PRACTICAS

II.1. APLICACION

II.1.1. Prácticas

24. Las *prácticas* a las que deberán aplicarse las Normas son, en particular:

- a) la producción de *fuentes* y el uso de *radiación* o de sustancias radiactivas con fines médicos, industriales, veterinarios o agrícolas, o con fines de enseñanza, capacitación o investigación, incluida toda actividad relacionada con dicho uso y que conlleve o pudiera conllevar *exposición a radiación* o a sustancias radiactivas;
- b) la generación de energía nucleoelectrica, incluida cualquier actividad del *ciclo del combustible nuclear* que implique o pudiera implicar *exposición a radiación* o a sustancias radiactivas;
- c) las prácticas que conlleven *exposición a fuentes naturales* que, según especifique la *autoridad reglamentadora*, requieran control;
- d) toda otra *práctica* especificada por la *autoridad reglamentadora*.

II.1.2. Fuentes

25. Las *fuentes* adscritas a una *práctica* a las que deberán aplicarse los requisitos prescritos por las Normas para las *prácticas*, son, en particular:

- a) las sustancias radiactivas y los dispositivos que contienen sustancias radiactivas o producen *radiación*, entre ellos los *productos de consumo*, las *fuentes selladas*, las *fuentes no selladas* y los *generadores de radiación*, incluidos los *equipos móviles de radiografía*;
- b) las instalaciones que contienen sustancias o dispositivos radiactivos que producen *radiación*, entre ellas las *instalaciones de irradiación*, las *minas e instalaciones de tratamiento de minerales radiactivos*, las *instalaciones de tratamiento de sustancias radiactivas*, las *instalaciones nucleares* y las *instalaciones de gestión de desechos*;
- c) cualquier otra *fente* especificada por la *autoridad reglamentadora*.

26. Los requisitos prescritos por las Normas deberán aplicarse a cada una de las *fuentes de radiación* existentes en una instalación y a la instalación total considerada como fuente, según proceda, con arreglo a lo prescrito por la autoridad reglamentadora.

II.1.3. Exposiciones

27. Las *exposiciones* a las que son aplicables los requisitos prescritos por las Normas son toda *exposición ocupacional*, *exposición médica* o *exposición del público* debida a cualquier *práctica* considerada o a cualquier *fuentes* adscrita a la *práctica*, incluidas tanto las *exposiciones normales* como las *exposiciones potenciales*.

28. La *exposición a fuentes naturales* deberá considerarse normalmente una situación de *exposición crónica* y, si es necesario, estar sujeta a los requisitos de *intervención*, con las siguientes salvedades^{11/}:

- a) La *exposición del público* causada por los vertidos de efluentes o la evacuación de desechos radiactivos resultantes de una *práctica* que implique la presencia de *fuentes naturales* deberá estar sujeta a los requisitos relativos a *prácticas* prescritos en esta sección, a no ser que la exposición sea *excluida* o la *fuentes* se declare *exenta*;
- b) La *exposición ocupacional* de los *trabajadores* a las *fuentes naturales* deberá estar sujeta a los requisitos relativos a *prácticas* prescritos en esta sección, si estas *fuentes* originan:
 - i) *exposición al radón* exigida por el trabajo o directamente relacionada con él^{12/}, independientemente de que la *exposición* sea mayor o menor que el *nivel de actuación* aplicable a una *acción reparadora* en relación con situaciones de *exposición crónica* que impliquen la presencia de *radón* en los puestos de trabajo^{13/}, a no ser que la *exposición* sea *excluida* o la *práctica* o la *fuentes* sea declarada *exenta*; o bien

^{11/} En el momento de ser aprobadas las Normas, las recomendaciones de la CIPR de tipo cuantitativo existentes para la protección contra la *exposición a fuentes naturales* se referían solo al radón. Por tanto se decidió que los "Requisitos generales" sobre protección contra las *fuentes naturales* serán que esa *exposición a las fuentes naturales*, que normalmente es una situación de *exposición crónica*, debe estar sujeta a *intervención* y que los requisitos relativos a las *prácticas* deben limitarse en general a la *exposición al radón*, suponiéndose que a la *exposición a otras fuentes naturales* se aplicarán disposiciones de *exclusión* o *exención de la fuentes*, u otros criterios, a discreción de la *autoridad reglamentadora*.

^{12/} Se entiende que la expresión "[*exposiciones*]" exigidas por el trabajo o directamente relacionadas con él" se refiere a la finalidad del trabajo, es decir a una *exposición* a un material que se use específicamente por sus propiedades radiactivas.

^{13/} Véase el Anexo VI, "Orientaciones sobre niveles de actuación en situaciones de exposición crónica", párrafo VI.3, "Radón en puestos de trabajo".

- ii) *exposición* al *radón* causada accesoriamente por el trabajo, pero tal *exposición* es mayor que el *nivel de actuación* aplicable a una *acción reparadora* en relación con situaciones de *exposición crónica* que impliquen la presencia de *radón* en los puestos de trabajo^{12/}, a no ser que la *exposición* sea *excluida*; o bien
- iii) una *exposición* que, por especificación de la *autoridad reglamentadora*, haya de someterse a tales requisitos.

29. Los requisitos detallados relativos a las *exposiciones ocupacionales*, *exposiciones médicas*, *exposiciones del público* y *exposiciones potenciales* se especifican, respectivamente, en los Apéndices I, II, III y IV. Estos se considerarán requisitos derivados, subsidiarios de los establecidos en esta sección, a no ser que la *autoridad reglamentadora* o, cuando proceda, la *Organización patrocinadora* competente establezca otras opciones más deseables para la *protección y seguridad*.

II.2. OBLIGACIONES FUNDAMENTALES

II.2.1. Obligación general

30. Ninguna *práctica* deberá ser adoptada, introducida, realizada, interrumpida o suprimida y ninguna *fuentes* adscrita a una *práctica* deberá ser, según el caso, extraída, preparada mecánicamente, tratada, diseñada, fabricada, construida, montada, comprada, importada, exportada, vendida, prestada, alquilada, recibida, emplazada, situada, puesta en servicio, poseída, usada, explotada, mantenida, reparada, transferida, clausurada, desmontada, transportada, almacenada o evacuada, sino en conformidad con los requisitos pertinentes prescritos por las Normas, a no ser que la *exposición* causada por dicha *práctica* o *fuentes* esté excluida del ámbito de las Normas, o que la *práctica* o *fuentes* esté *exenta* de los requisitos prescritos por las Normas, incluidos los de *notificación* y *autorización*.

31. La aplicación de los requisitos prescritos por las Normas a cualquier *práctica* o cualquier *fuentes* adscrita a una *práctica*, o a cualquiera de las acciones especificadas en el párrafo precedente, deberá estar en consonancia con las características de la *práctica* o *fuentes* y con la magnitud y probabilidad de las *exposiciones*, y deberá también satisfacer cualesquiera requisitos especificados por la *autoridad reglamentadora* o, cuando corresponda, por las *Organizaciones patrocinadoras* competentes. No todos los requisitos son de aplicación a cada *práctica* o *fuentes*, ni a todas las acciones especificadas en el párrafo precedente.

II.2.2. Transporte

32. El transporte de *fuentes* radiactivas está sujeto a lo prescrito por el Reglamento del OIEA para el transporte seguro de materiales radiactivos^{14/} y a toda convención internacional aplicable.

II.3. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

II.3.1. Notificación; autorización por inscripción en registro o concesión de licencia

33. Toda *persona* que se proponga realizar alguna de las acciones especificadas en la "Obligación general" en relación con las *prácticas* objeto de las Normas deberá notificar a la *autoridad reglamentadora* ese propósito. En el caso de los *productos de consumo*, la notificación solo es necesaria en lo que respecta a la fabricación, montaje, importación y distribución.

34. La *persona* responsable de una *fente sellada*, una *fente no sellada* o un *generador de radiación* deberá: solicitar a la *autoridad reglamentadora* una *autorización* que deberá revestir la forma de una *inscripción en registro*^{15/} o una *licencia*, a menos que la *fente* sea declarada *exenta*.

35. La *persona* responsable de cualquier *instalación de irradiación*, *mina o instalación de tratamiento de minerales radiactivos*, *instalación de tratamiento de sustancias radiactivas*, *instalación nuclear*, *instalación de gestión de desechos radiactivos*, o bien responsable de cualquier uso de una *fente* que la *autoridad reglamentadora* no haya señalado como apta para la *inscripción en registro*, deberá solicitar a la *autoridad reglamentadora* una *autorización* que revestirá la forma de una *licencia*.

36. Toda *persona* que solicite una *autorización* deberá:

- a) presentar a la *autoridad reglamentadora* y, si procede a la *Organización patrocinadora* competente, la información de interés necesaria en apoyo de la solicitud;

^{14/} La última edición del Reglamento del OIEA para el transporte seguro de materiales radiactivos, Colección Seguridad, Núm. 6, OIEA, Viena, se publicó en 1990.

^{15/} Casos típicos de prácticas susceptibles de inscripción en registro son aquellas en que: a) la seguridad puede conseguirse en gran medida gracias al diseño de las instalaciones y el equipo; b) los procedimientos operacionales son de fácil aplicación; c) las necesidades de instrucción en materia de seguridad son mínimas; d) existe un historial con escasos problemas de seguridad en las operaciones. La inscripción en registro es el trámite más adecuado para las prácticas en que las operaciones no varían apreciablemente.

- b) abstenerse de realizar cualquiera de las acciones enumeradas en la "Obligación general" estipulada en los "Requisitos principales" de las Normas para las *prácticas*, hasta que se haya concedido la *inscripción en registro* o la *licencia*, según proceda;
- c) hacer una evaluación de la naturaleza, magnitud y probabilidad de las *exposiciones* atribuidas a la *fuerza* y adoptar todas las medidas necesarias para la *protección y seguridad* de los *trabajadores* y del público;
- d) si el potencial de una *exposición* es superior a cualquier nivel especificado por la *autoridad reglamentadora*, se efectuará y presentará a esta autoridad una *evaluación de la seguridad* como parte componente de la solicitud.

37. En caso de solicitud de *autorización* de una *fuerza* que se vaya a utilizar para prescribir *exposición médica*, la *persona* responsable de dicha *fuerza* deberá incluir en la solicitud:

- a) las cualificaciones en materia de protección radiológica de los *facultativos médicos*, que han de ser designados nominalmente en la *inscripción en registro* o la *licencia*; o bien
- b) una declaración afirmando que solo los *facultativos médicos* que posean las cualificaciones en protección radiológica especificadas en el reglamento correspondiente o que se especifiquen en la *inscripción en registro* o la *licencia*, tendrán permiso para prescribir una *exposición médica* por medio de la *fuerza autorizada*.

II.3.2. Personas jurídicas autorizadas: titulares registrados y titulares licenciados

38. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán ser los responsables de establecer y aplicar las medidas técnicas y organizativas necesarias para garantizar la *protección y seguridad* de las *fuentes* para cuyo uso estén *autorizados*. Podrán nombrar a otras personas que ejecuten acciones y tareas relacionadas con esa responsabilidad, pero deberán seguir siendo ellos mismos los responsables de esas acciones y tareas. Los *titulares registrados* o los *titulares licenciados* deberán indicar concretamente las personas encargadas de velar por el cumplimiento de estas Normas.

39. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán notificar a la *autoridad reglamentadora* su intención de introducir modificaciones en cualquier *práctica* o *fuerza* para las que hayan sido *autorizados*, siempre que las modificaciones pudieran tener repercusiones significativas en la *protección* o la *seguridad*, y no deberán realizar ninguna modificación de ese género a no ser que sean expresamente *autorizados* por la *autoridad reglamentadora*.

II.3.3. Exención

40. Las *prácticas* y las *fuentes* adscritas a una *práctica* podrán declararse *exentas* de los requisitos prescritos por las Normas siempre que tales *fuentes* se ajusten:

- a) a los requisitos de exención especificados en el Anexo I, o bien
- b) a cualesquier niveles de *exención* fijados por la *autoridad reglamentadora* basándose en los criterios de *exención* especificados en el Anexo I.

41. No se deberá conceder la *exención* en el caso de las prácticas que se considere no son justificadas.

II.3.4. Dispensa

42. Las *fuentes*, inclusive sustancias, materiales y objetos, adscritas a *prácticas notificadas* o *autorizadas* podrán ser liberadas de los requisitos prescritos por las Normas siempre que se ajusten a los niveles de *dispensa* aprobados por la *autoridad reglamentadora*. Dichos niveles de *dispensa* deberán tener en cuenta los criterios de exención especificados en el Anexo I y no deberán ser mayores que los niveles de *exención* especificados en el Anexo I, a no ser que la *autoridad reglamentadora* apruebe otra cosa^{16/}.

II.4. REQUISITOS DE PROTECCION RADIOLOGICA

II.4.1. Justificación de las prácticas

43. No debe ser *autorizada* ninguna *práctica* o *fuentes* adscrita a una *práctica* a no ser que la *práctica* produzca a los individuos expuestos o a la sociedad un beneficio suficiente para compensar los daños por *radiación* que pudiera causar, es decir: a no ser que la *práctica* esté justificada, teniendo en cuenta los factores sociales y económicos así como otros factores pertinentes.

44. Los requisitos detallados relativos a la justificación de las *prácticas* que impliquen *exposiciones médicas* figuran en el Apéndice 2.

45. Con excepción de las *prácticas* justificadas que impliquen *exposiciones médicas*, se considera que las siguientes *prácticas* carecen de justificación siempre que su resultado sea

^{16/} La *dispensa* de grandes cantidades de materiales, cuya concentración de *actividad* sea menor que los niveles de *exención* especificados en el Anexo I, puede requerir un estudio más a fondo por parte de la *autoridad reglamentadora*.

un aumento, por adición o *activación* deliberadas, de la actividad de las sustancias radiactivas presentes en los artículos o los productos conexos:

- a) las *prácticas* que afecten a alimentos, bebidas, cosméticos o cualesquier otros artículos o productos destinados a su ingestión, inhalación o *incorporación* percutánea por un ser humano, o a su aplicación al mismo;
- b) las *prácticas* que impliquen el uso frívolo de *radiación* o sustancias radiactivas en artículos o productos tales como juguetes y objetos de joyería o adorno personal.

II.4.2. Limitación de dosis

46. La *exposición normal* de los individuos se deberá restringir de modo que ni el total de la *dosis efectiva* ni el total de la *dosis equivalente* a órganos o tejidos de interés, causadas por la posible combinación de *exposiciones* originadas por *prácticas autorizadas*, excedan de cualesquier *límites de dosis* especificados al respecto en el Anexo II, salvo en circunstancias especiales, previstas en el Apéndice I. Los *límites de dosis* no deberán ser aplicables a las *exposiciones médicas* debidas a *prácticas autorizadas*.

II.4.3. Optimización de la protección y seguridad

47. En relación con una *fente* determinada adscrita a una *práctica*, salvo en el caso de las *exposiciones médicas* terapéuticas, la *protección* y *seguridad* deberán optimizarse de forma que la magnitud de las *dosis* individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de sufrir *exposiciones*, se reduzcan al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, con la condición de que se apliquen *restricciones* a las *dosis* causadas en los individuos por la *fente*.

48. El proceso de optimización de las medidas de *protección* y *seguridad* puede abarcar desde análisis cualitativos de naturaleza intuitiva hasta análisis cuantitativos apoyados en técnicas de ayuda para la toma de decisiones, pero deberá permitir tener en cuenta de manera coherente todos los factores de interés a fin de contribuir al logro de los siguientes objetivos:

- a) determinar medidas de *protección* y *seguridad* optimizadas para las circunstancias reinantes, cuenta habida de las opciones existentes en materia de *protección* y *seguridad* así como de la naturaleza, magnitud y probabilidad de las *exposiciones*;
- b) establecer criterios, basados en los resultados de la optimización, para la restricción de las *exposiciones* y sus probabilidades mediante medidas de prevención de *accidentes* y de atenuación de sus consecuencias.

II.4.4. Restricciones

49. Salvo en el caso de la *exposición médica*, la optimización de las medidas de *protección y seguridad* relativas a una *fuentes* determinada adscrita a una *práctica* deberá someterse a *restricciones de dosis* que:

- a) no excedan de los valores pertinentes establecidos o aceptados por la *autoridad reglamentadora* para tal *fuentes*, ni de valores a causa de los cuales se puedan rebasar los *límites de dosis*;
- b) den la seguridad, en el caso de las *fuentes* (incluidas las *instalaciones de gestión de desechos radiactivos*) que puedan emitir sustancias radiactivas al medio ambiente, de que el efecto acumulativo de cada emisión anual de la *fuentes* se restringe de forma que sea improbable que la *dosis efectiva* en un año cualquiera a un *miembro del público*, incluidas las personas distantes de la *fuentes* y las personas de generaciones futuras, rebase el *límite de dosis* aplicable, teniendo en cuenta las *exposiciones* que se prevea causarán todas las demás *fuentes* y *prácticas* pertinentes sometidas a control.

II.4.5. Niveles orientativos para la exposición médica

50. Deberán establecerse *niveles orientativos para la exposición médica* que sirvan de guía a los *facultativos médicos*. Los *niveles orientativos* se conciben como niveles que:

- a) sean una indicación razonable de las *dosis* que pueden lograrse en el caso de pacientes de tamaño corporal medio;
- b) sean establecidos por órganos profesionales competentes en consulta con la *autoridad reglamentadora*, ateniéndose a los requisitos detallados del Apéndice II y a los *niveles orientativos* indicados en el Anexo III;
- c) ofrezcan orientación sobre lo que debiera poder conseguirse con una buena práctica actual y no sobre lo que debiera considerarse un resultado óptimo;
- d) se apliquen con flexibilidad para permitir *exposiciones* mayores si éstas son indicadas por un sano criterio clínico;
- e) se revisen conforme progresen la tecnología y las técnicas.

II.5. REQUISITOS DE GESTION

II.5.1. Cultura de la seguridad

51. Se deberá establecer y mantener una *cultura de la seguridad* para estimular, ante la protección y seguridad, una actitud interrogante y deseosa de aprender, y desincentivar la complacencia, para lo cual deberá velarse por que:

- a) se establezcan principios rectores y procedimientos que estipulen claramente que la *protección y seguridad* del público y los *trabajadores* es un asunto de la más alta prioridad;
- b) los problemas que afecten a la *protección y seguridad* se detecten y corrijan rápidamente, de manera que esté en consonancia con su importancia;
- c) se precise claramente la responsabilidad de cada individuo, incluso la de los situados a nivel directivo superior, en materia de *protección y seguridad*, y cada individuo tenga la capacitación y cualificación adecuadas;
- d) se establezcan claras estructuras jerárquicas para las decisiones en materia de *protección y seguridad*;
- e) se adopten disposiciones organizativas y se establezcan cauces de comunicación cuyo resultado sea la circulación expedita de la información sobre la *protección y seguridad* en los diversos niveles de la entidad del *titular registrado* o el *titular licenciado*, así como entre dichos niveles.

II.5.2. Garantía de calidad

52. Deberán establecerse programas de garantía de calidad que permitan, según corresponda:

- a) cerciorarse adecuadamente de que se satisfacen los requisitos prescritos en lo referente a *protección y seguridad*;
- b) disponer de mecanismos y procedimientos de control de calidad para examinar y evaluar la efectividad global de las medidas de *protección y seguridad*.

II.5.3. Factores humanos

53. Deberá preverse lo necesario para reducir en todo lo posible la contribución de errores humanos a los *accidentes* y otros sucesos que pudieran originar *exposiciones*, velando por que:

- a) todo el personal del que dependan la *protección y seguridad* posea la capacitación y cualificación adecuadas para tener plena noción de su responsabilidad

- y desempeñar sus funciones con el discernimiento debido y con arreglo a los procedimientos definidos;
- b) al diseñar el equipo y los procedimientos para las operaciones, se sigan, según corresponda, principios ergonómicos sólidos, de forma que se facilite la explotación o utilización segura del equipo, sea mínima la posibilidad de errores operacionales que originen *accidentes*, y se reduzca la posibilidad de una falsa interpretación de las indicaciones de existencia de condiciones normales o anormales;
 - c) se cuente con el equipo, los sistemas de *seguridad* y los requisitos de procedimiento apropiados y se adopten otras disposiciones necesarias para:
 - i) reducir, en todo lo factible, la posibilidad de un error humano que origine la *exposición* inadvertida o no intencionada de alguna persona;
 - ii) disponer de medios para detectar los errores humanos y corregirlos o compensarlos;
 - iii) facilitar la *intervención* en caso de fallo de los sistemas de *seguridad* o de otras medidas protectoras.

II.5.4. Expertos cualificados

54. Se deberá designar *expertos cualificados* y disponer de sus servicios para que presten asesoramiento sobre la observancia de las Normas.

55. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán informar a la *autoridad reglamentadora* de las medidas adoptadas a fin de disponer de los servicios de expertos necesarios para la prestación de asesoramiento sobre la observancia de las Normas. La información presentada deberá incluir el alcance de las funciones de todo *experto cualificado* designado.

II.6. REQUISITOS TECNICOS

56. Las partes principales competentes deberán velar por que las medidas de *protección* y *seguridad* relativas a las *prácticas* y *fuentes*, aparte de las *instalaciones nucleares* y las *instalaciones de gestión de desechos radiactivos* de las que sean responsables, se rijan por los requisitos técnicos mutuamente relacionados prescritos en esta subsección II.6. Estos requisitos técnicos deberán aplicarse cuando proceda y en un grado que esté en consonancia con la magnitud y la probabilidad de las *exposiciones* que se prevea causará la *práctica* o la

fuelle. Las instalaciones nucleares y las instalaciones de gestión de desechos radiactivos, incluidas las instalaciones de evacuación, son típicamente objeto de requisitos más específicos, tales como los formulados en el marco de los programas NUSS^{17/} y RADWASS^{18/} del OIEA, así como de otros requisitos aplicables de las Organizaciones patrocinadoras. Puesto que tales requisitos más específicos son en general coherentes con las Normas, la consecuencia es que esas instalaciones más complejas, al cumplirlos, deben satisfacer también las Normas en general.

II.6.1. Seguridad física de las fuentes

57. Las *fuentes* se deberán guardar en condiciones de seguridad que impidan su robo o deterioro y que impidan a toda persona no autorizada realizar alguna de las acciones especificadas en la subsección "Obligación fundamental" de los "Requisitos principales", velándose por que:

- a) no se abandone el control de una *fuelle* sin dar cumplimiento a todos los requisitos aplicables especificados en la *inscripción en registro* o la *licencia* y sin cursar una comunicación inmediata a la *autoridad reglamentadora*, y cuando proceda a la *Organización patrocinadora* competente, informando sobre toda *fuelle* descontrolada, perdida, robada o desaparecida;
- b) no se efectúe la transferencia de una *fuelle* a no ser que el destinatario posea una *autorización* válida;
- c) se haga un inventario periódico de las *fuentes* movibles, a intervalos apropiados, para cerciorarse de que permanecen en los lugares asignados y en condiciones de seguridad.

II.6.2. Defensa en profundidad

58. Deberá aplicarse a las *fuentes* un sistema del tipo de barreras múltiples de dispositivos de *protección y seguridad*, que esté en consonancia con la magnitud y la probabilidad de las *exposiciones potenciales* de que se trate, de modo que un fallo en una barrera sea compensado o corregido en las barreras siguientes, con el fin de:

- a) prevenir los *accidentes* que puedan causar *exposición*;
- b) atenuar las consecuencias de un *accidente* de ese género que efectivamente ocurra;

^{17/} Organismo Internacional de Energía Atómica; publicaciones en el marco del programa NUSS, Colección Seguridad, Núm. 50, OIEA, Viena (1989).

^{18/} Organismo Internacional de Energía Atómica. A Series of International Consensus Documents on the Safe Management and Disposal of Radioactive Wastes, Programa RADWASS, OIEA, Viena (1992).

- c) restablecer el estado de seguridad de las *fuentes* tras un *accidente* de tal género.

II.6.3. Buena práctica tecnológica

59. El emplazamiento o la ubicación, diseño, construcción, montaje, puesta en servicio, explotación, mantenimiento y clausura, según el caso, de las *fuentes* adscritas a las *prácticas*, deberán fundarse en sólidos criterios tecnológicos, los cuales deberán, según corresponda:

- a) tener en cuenta los códigos y normas *aprobados* así como otros instrumentos debidamente documentados;
- b) estar respaldados por características fiables a nivel de gestión y organización, con el objetivo de garantizar la *protección* y *seguridad* durante toda la vida de las *fuentes*;
- c) prever márgenes de seguridad suficientes en el diseño y la construcción de las *fuentes*, y en las operaciones realizadas con las *fuentes*, de forma que se logre un comportamiento fiable en condiciones de funcionamiento normal, cuenta habida de los aspectos relativos a calidad, redundancia y facilidad de inspección, atendiendo en especial a la prevención de *accidentes*, a la atenuación de sus consecuencias y a la restricción de todas las *exposiciones* futuras;
- d) tener en cuenta las innovaciones significativas en cuanto a criterios técnicos, así como los resultados de todas las investigaciones sobre *protección* o *seguridad* y las enseñanzas de la experiencia que sean de interés.

II.7. VERIFICACION DE LA SEGURIDAD

II.7.1. Evaluaciones de la seguridad

60. Deberán efectuarse evaluaciones de la seguridad relativas a las medidas de *protección* y *seguridad* aplicables a las *fuentes* adscritas a las *prácticas* en fases diferentes, en particular en las de selección del emplazamiento, diseño, fabricación, construcción, montaje, puesta en servicio, explotación, mantenimiento y clausura, según corresponda, a fin de:

- a) determinar en qué formas podrían producirse *exposiciones normales* y *potenciales*, teniendo en cuenta los efectos de sucesos externos a las *fuentes* así como los sucesos que afecten directamente a las *fuentes* y al equipo conexo;
- b) determinar la magnitud prevista de las *exposiciones normales* y, en la medida que sea razonable y práctico, estimar la probabilidad y la magnitud de las *exposiciones potenciales*;

- c) juzgar la calidad y la amplitud de las disposiciones en materia de *protección y seguridad*.

II.7.2. Vigilancia radiológica y verificación del cumplimiento

61. Se deberán realizar actividades de *vigilancia radiológica* y verificación de los parámetros necesarios para demostrar el cumplimiento de los requisitos prescritos por las Normas.

62. Para la *vigilancia radiológica* y la verificación del cumplimiento de los requisitos, se deberá disponer de equipo adecuado de *vigilancia radiológica* y establecer procedimientos de verificación. El equipo deberá ser correctamente mantenido y ensayado y se deberá calibrar a intervalos apropiados usando como referencia patrones que se basen, de manera fácilmente comprobable, en patrones nacionales o internacionales.

II.7.3. Registros

63. Deberán mantenerse registros que den constancia de los resultados de la *vigilancia radiológica* y de la verificación del cumplimiento, incluidos registros de los ensayos y calibraciones realizados en conformidad con las Normas.

SECCION III INTERVENCION

III.1. APLICACION

64. Las situaciones de *intervención* a las que se aplican las Normas son:

- a) las situaciones de *exposición de emergencia* que requieren una *acción protectora* para reducir o evitar exposiciones temporales, entre ellas:
 - i) las *situaciones de accidente y de emergencia* en que se han activado un *plan de emergencia* o procedimientos de *emergencia*;
 - ii) toda otra situación de *exposición* temporal que, por determinación de la *autoridad reglamentadora* o de la *entidad interviniente*, aconseje una *intervención*;
- b) las situaciones de *exposición crónica* que requieren una *acción reparadora* para reducir o evitar la *exposición crónica*, entre ellas:
 - i) la *exposición natural*, tal como la exposición al radón en los edificios y puestos de trabajo;
 - ii) la *exposición* a residuos radiactivos originados por sucesos pasados, por ejemplo a la contaminación radiactiva causada por *accidentes*, una vez finalizada la situación que requiere *acción protectora*, así como originados por la realización de *prácticas* y el uso de *fuentes* no sometidas al sistema de *notificación* y *autorización*;
 - iii) toda otra situación de *exposición crónica* que, por determinación de la *autoridad reglamentadora* o de la *entidad interviniente*, aconseje una *intervención*.

65. En los Apéndices V y VI se formulan, respectivamente, los requisitos detallados relativos a las situaciones de *exposición de emergencia* y a las situaciones de *exposición crónica*. Esos requisitos se deberán considerar derivados y subsidiarios de los especificados en esta sección, a no ser que la *autoridad reglamentadora* o, cuando proceda, una *Organización patrocinadora* competente establezca otras opciones más convenientes en materia de *protección y seguridad*.

III.2. OBLIGACIONES FUNDAMENTALES

66. Siempre que estén justificadas, se deberán llevar a cabo *acciones protectoras* o *reparadoras* para reducir o evitar *exposiciones* en las situaciones de *intervención*.

67. La forma, extensión y duración de toda acción *protectora* o *reparadora* de ese género deberá optimizarse de forma que produzca el máximo beneficio neto --entendido en sentido amplio-- en las condiciones sociales y económicas reinantes.

68. En caso de situaciones de *exposición de emergencia*, normalmente no suelen ser necesarias *acciones protectoras* a no ser que se rebasen o puedan ser rebasados *niveles de intervención* o de actuación^{19/}.

69. En caso de situaciones de *exposición crónica*, normalmente no suelen ser necesarias *acciones reparadoras* a no ser que se rebasen los *niveles de actuación*^{19/} correspondientes.

III.3. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

III.3.1. Responsabilidades

70. En caso de *exposiciones ocupacionales* sufridas por *trabajadores* en el curso de una intervención, las responsabilidades enunciadas en el Apéndice V deberán incumbir al *titular registrado* o al *titular licenciado*, al *empleador* y a las *entidades intervinientes*, según lo prescrito por la *autoridad reglamentadora*.

71. En caso de *exposición del público* en situaciones de *intervención*, la responsabilidad de las diversas funciones organizativas y de otra índole necesarias para asegurar una *intervención* eficaz, conforme determinen y designen las autoridades nacionales, deberá incumbir:

- a) a las correspondientes *entidades intervinientes* nacionales, regionales o locales;
- b) al *titular registrado* o al *titular licenciado*, si se trata de una *práctica* o una *fuentes* que ha sido objeto de *registro* o de *licencia*.

^{19/} Los *niveles de intervención* y los *niveles de actuación* sirven para proteger a los miembros del público y se especifican por separado para las diferentes *acciones protectoras* y *acciones reparadoras*. Normalmente se adoptan niveles optimizados, aplicables a *intervenciones* justificadas, para su inclusión en los planes de emergencia y los planes de acciones reparadoras y, en caso de accidente, se revalúan, en el momento de aplicarlos, en función de las condiciones existentes.

72. Las *entidades intervinientes* competentes deberán preparar uno o más planes generales de coordinación y ejecución de las medidas necesarias en apoyo de las *acciones protectoras* previstas en los *planes de emergencia* establecidos para los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, así como para otras situaciones que pueden exigir una *intervención* rápida. Esto incluye las situaciones suscitadas por las *fuentes de exposición* tales como las introducidas ilegalmente en un país, las caídas de satélites dotados de fuentes o las materias radiactivas resultantes de *accidentes* ocurridos más allá de las fronteras nacionales.

73. Todo *titular registrado* o *titular licenciado*, que sea responsable de *fuentes* que puedan hacer necesaria una *intervención* rápida, deberá cuidar de que haya un *plan de emergencia* que defina las responsabilidades existentes en el emplazamiento, tenga en cuenta las responsabilidades existentes fuera de él, adecuadas a la *fente* en cuestión, y provea a la ejecución de cada forma de *acción protectora* pertinente, como prescribe el Apéndice V.

74. En las situaciones de *exposición crónica*, en que sean o puedan ser sobrepasados los *niveles de actuación* aplicables en caso de acciones reparadoras, las *entidades intervinientes* competentes deberán cuidar de que se elaboren *planes de acción reparadora* genéricos o específicos para los emplazamientos, según sea preciso. Cuando haya de realizarse una *acción reparadora*, la *persona jurídica* responsable de ejecutarla deberá cuidar de que la *acción reparadora* adoptada esté en conformidad con el *plan de acción reparadora* genérico, o de que sean elaborados, *aprobados* y ejecutados *planes de acción reparadora* específicos.

III.3.2. Requisitos de notificación

75. Los *titulares registrados* o los *titulares licenciados* deberán notificar rápidamente a la *autoridad reglamentadora* y a las *entidades intervinientes* competentes en caso de que surja o se prevea que va a surgir una situación que requiera *acción protectora*, y deberán mantenerlas al corriente de:

- a) la evolución de la situación y del curso que se prevé seguirá;
- b) las medidas tomadas para la *protección* de los *trabajadores* y los *miembros del público*;
- c) las *exposiciones* que se han sufrido y las que se prevé que se sufrirán.

III.4. REQUISITOS DE PROTECCION RADIOLOGICA

76. Una *intervención* debe justificarse solo si se prevé que con ella se hará más bien que mal, teniendo debidamente en cuenta los factores sanitarios, sociales y económicos. Las *acciones protectoras* o las *acciones reparadoras* se justificarán casi siempre si los *niveles de dosis* se aproximan, o se prevé que se aproximen, a los *niveles* especificados en el Anexo IV.

77. Deberán especificarse *niveles de intervención* y *niveles de actuación* optimizados en los planes relativos a las situaciones de *intervención*, basándose en las orientaciones dadas en los Anexos V y VI, modificadas atendiendo a condiciones locales y nacionales tales como:

- a) las *exposiciones* individuales y colectivas que se han de evitar con la *intervención*;
- b) los *riesgos* para la salud, radiológicos y no radiológicos, más los costos y beneficios financieros y sociales inherentes a la *intervención*.

78. Durante la respuesta a un accidente, deberá reconsiderarse la justificación de la intervención y la optimización de los *niveles de intervención*, cuenta habida de:

- a) los factores característicos de la situación real, tales como la naturaleza de la emisión, las condiciones meteorológicas y otros factores no radiológicos importantes;
- b) la probabilidad de que las *acciones protectoras* reporten un beneficio neto, dado que las circunstancias futuras pueden ser inciertas.

APENDICES

REQUISITOS DETALLADOS

APENDICE I EXPOSICION OCUPACIONAL

1. RESPONSABILIDADES

79. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, así como los *empleadores* de los *trabajadores* dedicados a actividades que impliquen una *exposición normal* o *potencial*, deberán ser responsables de:

- a) la *protección* de los *trabajadores* contra la *exposición ocupacional*;
- b) el cumplimiento de todos los demás requisitos aplicables de las Normas.

80. Los *empleadores* que sean a la vez *titulares registrados* o *titulares licenciados* deberán asumir las responsabilidades tanto de los *empleadores* como de los *titulares registrados* o los *titulares licenciados*.

81. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán aplicar los requisitos prescritos por las Normas a toda *exposición ocupacional*, ya provenga de *fuentes naturales* o artificiales, que no esté excluida del ámbito de las Normas.

82. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán cuidar, en el caso de todos los *trabajadores* dedicados a actividades que impliquen o pudieran implicar *exposición ocupacional*, de que:

- a) se limiten las *exposiciones ocupacionales* en conformidad con lo especificado en el Anexo II;
- b) la *protección* y la *seguridad* ocupacionales se optimicen conforme a los requisitos principales prescritos por las Normas;
- c) se registren las decisiones relativas a las medidas de *protección* y *seguridad* ocupacional y se pongan en conocimiento de las partes interesadas, por medio de sus representantes cuando así proceda, conforme a lo especificado por la *autoridad reglamentadora*;
- d) se establezcan principios rectores, procedimientos y disposiciones organizativas de *protección* y *seguridad* para dar cumplimiento a los requisitos aplicables prescritos por las Normas, concediendo prioridad a las medidas de diseño y de naturaleza técnica para controlar los riesgos de radiación;
- e) se faciliten medios, equipo y servicios idóneos y suficientes de *protección* y *seguridad*, de tipo e importancia adecuados a la magnitud y probabilidad previstas de la *exposición ocupacional*;

- f) se presten todos los servicios necesarios de *vigilancia médica* y atención médica;
- g) se faciliten dispositivos protectores y equipo de *vigilancia radiológica* adecuados y se adopten medidas para su uso correcto;
- h) se prevean recursos humanos idóneos y suficientes más una capacitación adecuada en materia de *protección y seguridad*, así como las actividades periódicas de readiestramiento y puesta al día que sean menester para asegurar el nivel de competencia necesario;
- i) se mantengan registros adecuados, conforme a lo prescrito por las Normas;
- j) se adopten disposiciones para facilitar la consulta y cooperación con los *trabajadores* en cuestiones de *protección y seguridad*, por medio de sus representantes, cuando proceda, acerca de todas las medidas necesarias para lograr la aplicación efectiva de las Normas;
- k) existan todas las condiciones necesarias para promover una *cultura de la seguridad*.

83. Los *empleadores*, los *titulares registrados* o los *titulares licenciados* deberán velar por que los *trabajadores* expuestos a *radiación de fuentes* que no sean naturales ni guarden relación directa con su trabajo, o que no sean necesarias para el trabajo, reciban el mismo nivel de *protección* que si fueran *miembros del público*.

84. Los *titulares registrados* o los *titulares licenciados* deberán, como condición previa para dar ocupación a *trabajadores* que no sean empleados suyos, obtener de los *empleadores*, incluidos los individuos empleados por cuenta propia, el historial de *exposición* anterior de esos trabajadores y demás información necesaria para ofrecerles *protección y seguridad* en consonancia con las Normas.

85. Si los *trabajadores* han de realizar trabajos que impliquen o pudieran implicar la presencia de una *fuentes* no sometida al control de su *empleador*, el *titular registrado* o el *titular licenciado* responsable de la *fuentes* deberá suministrar:

- a) información apropiada al *empleador*, al efecto de demostrar que los *trabajadores* reciben *protección* en conformidad con las Normas;
- b) toda información complementaria disponible que pida el *empleador* sobre el cumplimiento de las Normas antes, durante y tras el período de ocupación de esos trabajadores por el *titular registrado* o el *titular licenciado*.

86. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán adoptar las medidas administrativas necesarias para que los *trabajadores* sean informados de que la *protección y seguridad* son elementos integrantes de un programa general de *salud y*

seguridad ocupacionales en el que les incumben ciertas obligaciones y responsabilidades para su propia *protección* y la de terceros contra la *radiación* y para la *seguridad* de las *fuentes*.

87. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán facilitar el cumplimiento de los requisitos prescritos en las Normas, por parte de los *trabajadores*.

88. Los *trabajadores* deberán:

- a) observar todas las reglas y procedimientos aplicables de *protección* y *seguridad* especificados por el *empleador*, el *titular registrado* o el *titular licenciado*;
- b) usar correctamente los dispositivos de *vigilancia radiológica* así como el equipo y la ropa de protección que se les hayan suministrado;
- c) cooperar con el *empleador*, el *titular licenciado* o el *titular registrado* en lo que atañe a la *protección* y *seguridad*, así como a la ejecución de los programas de *vigilancia médica* radiológica y de evaluación de *dosis*;
- d) facilitar al *empleador*, al *titular registrado* o al *titular licenciado* toda información sobre sus actividades laborales pasadas y presentes que sea de interés para garantizar la *protección* y *seguridad* efectivas y completas de ellos mismos y de terceros;
- e) abstenerse de todo acto deliberado que pudiera originar, para ellos mismos o para terceros, situaciones de infracción de los requisitos prescritos por las Normas;
- f) aceptar toda la información, instrucción y capacitación en materia de *protección* y *seguridad* que les permita realizar su trabajo de conformidad con los requisitos prescritos por las Normas.

89. Si por cualquier razón un *trabajador* puede darse cuenta de que existen circunstancias que pudieran tener efectos negativos para el cumplimiento de las Normas, el *trabajador* deberá dar parte lo antes posible de tales circunstancias al *empleador*, *titular registrado* o *titular licenciado*.

90. Los *empleadores*, *titulares registrados* o *titulares licenciados* deberán registrar todo informe recibido de un *trabajador* en que se dé parte de circunstancias que pudieran afectar al cumplimiento de las Normas, y deberán adoptar las medidas adecuadas.

91. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, como condición previa para dar ocupación a *trabajadores* en actividades que impliquen o pudieran implicar *exposición* debida a una *fuentes* no sometida al control de dichos titulares, presentar al *empleador* toda información sobre la *protección de los trabajadores* conforme a las Normas,

que el *empleador* pida con el fin de demostrar el cumplimiento de otras leyes y reglamentos aplicables en materia de riesgos laborales.

92. Nada de lo prescrito en estas Normas deberá interpretarse como dispensa a los *empleadores* del cumplimiento de las leyes y reglamentos, nacionales y locales, aplicables en materia de riesgos laborales, incluidos los riesgos relativos a la *radiación* causada por *fuentes naturales* que no guarden ninguna relación con el trabajo.

2. CONDICIONES DE SERVICIO

2.1. Compensaciones especiales

93. Las condiciones de servicio de los *trabajadores* deberán ser independientes de la existencia o la posibilidad de *exposición ocupacional*. No se deberán conceder ni utilizar, como sustitutivo de la adopción de medidas de *protección y seguridad* adecuadas para garantizar el cumplimiento de lo prescrito por las Normas, compensaciones especiales o un tratamiento de preferencia en lo que respecta a sueldo o protección especial por un seguro, horas de trabajo, duración de las vacaciones, días libres suplementarios o prestaciones de jubilación.

2.2. Mujeres embarazadas

94. Una *trabajadora* que se dé cuenta de que está embarazada debe notificarlo al *empleador* para que se modifiquen sus condiciones de trabajo si es necesario.

95. La notificación de embarazo no se deberá considerar una razón para separar a la interesada del trabajo, pero el *empleador* deberá adaptar las condiciones de trabajo de una *trabajadora* que haya notificado su embarazo, en lo que atañe a la *exposición ocupacional*, a fin de proporcionar al embrión o al feto el mismo nivel general de *protección* que se prescribe para los *miembros del público*.

2.3. Empleo sustitutivo

96. Los *empleadores* deberán hacer todo esfuerzo razonable para dar a los *trabajadores* un empleo sustitutivo adecuado cuando se determine, por parte de la *autoridad reglamentadora* o en el contexto del programa de *vigilancia médica* prescrito por las Normas, que el *trabajador* no puede continuar, por razones de salud, en un empleo que implique *exposición ocupacional*.

2.4. Condiciones relativas a los jóvenes

97. Ninguna *persona* menor de 16 años deberá estar sometida a *exposición ocupacional*.

98. No deberá permitirse a ninguna *persona* menor de 18 años que trabaje en una *zona controlada* a no ser que lo haga bajo supervisión y exclusivamente con fines de capacitación.

3. CLASIFICACION DE LAS ZONAS

3.1. Zonas controladas

99. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán definir como *zona controlada* toda zona en la que se prescriban o pudieran prescribirse medidas protectoras o disposiciones de *seguridad* específicas para:

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

100. Al determinar los límites de toda *zona controlada*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán tener en cuenta la magnitud de las *exposiciones normales* previstas, la probabilidad y magnitud de las *exposiciones potenciales*, y la naturaleza y alcance de los procedimientos de *protección* y *seguridad* requeridos.

101. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán:

- a) delimitar por medios físicos las *zonas controladas* o, cuando esto no sea razonablemente factible, por otros medios adecuados;
- b) cuando una *fente* quede al descubierto o sea excitada solo intermitentemente, o se traslade de un lugar a otro, delimitar una *zona controlada* adecuada y especificar los tiempos de *exposición* por medios idóneos en las circunstancias existentes;
- c) colocar un símbolo de advertencia, tal como el recomendado por la ISO^{20/}, y las instrucciones apropiadas en los puntos de acceso y otros lugares adecuados del interior de las *zonas controladas*;
- d) establecer medidas de *protección* y *seguridad* ocupacional inclusive reglas y procedimientos locales apropiados para las *zonas controladas*;

^{20/} Organización Internacional de Normalización, símbolo fundamental de la radiación ionizante, ISO 361, 1975.

- e) restringir el acceso a las *zonas controladas* por medio de procedimientos administrativos, tales como el uso de pases de trabajo, y mediante barreras físicas, que podrían incluir dispositivos de cierre o enclavamiento, siendo el grado de restricción proporcionado a la magnitud y probabilidad de las *exposiciones* previstas;
- f) proporcionar, en los puntos de entrada en las *zonas controladas*, según proceda:
 - i) ropa y equipo de protección;
 - ii) equipo de vigilancia radiológica;
 - iii) un lugar adecuado para guardar la ropa personal;
- g) proporcionar, en los puntos de salida de las *zonas controladas*, según proceda:
 - i) equipo de *vigilancia radiológica* de la *contaminación* de la piel y la ropa;
 - ii) equipo de *vigilancia radiológica* de la *contaminación* de todo objeto o sustancia que se saque de la zona;
 - iii) instalaciones de lavado o ducha;
 - iv) un lugar adecuado para guardar la ropa y el equipo de protección contaminados;
- h) examinar periódicamente las condiciones para determinar la posible necesidad de revisar las medidas de *protección* o las disposiciones de *seguridad*, o bien los límites de la *zonas controladas*.

3.2. Zonas supervisadas

102. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán definir como *zona supervisada* toda zona que no haya sido ya definida como *zona controlada*, pero en la que sea preciso mantener bajo examen las condiciones de *exposición ocupacional*, aunque normalmente no sean necesarias medidas de *protección* ni disposiciones de *seguridad* específicas.

103. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, teniendo en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos de radiación existentes en las *zonas supervisadas*:

- a) delimitar las *zonas supervisadas* por medios apropiados;
- b) colocar señales *aprobadas* en los puntos adecuados de acceso a las *zonas supervisadas*;

- c) examinar periódicamente las condiciones para determinar toda necesidad de medidas protectoras y disposiciones de *seguridad*, o de modificación de los límites de las *zonas supervisadas*.

4. REGLAS Y SUPERVISION LOCALES

104. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, en consulta con los trabajadores, por medio de sus representantes si procede:

- a) establecer por escrito las reglas y procedimientos locales necesarios para garantizar niveles suficientes de *protección y seguridad* a los *trabajadores* y demás personas;
- b) indicar en las reglas y procedimientos locales los valores correspondientes a todo nivel de *investigación* o nivel *autorizado* aplicable, y el procedimiento a seguir en caso de que se rebase cualquiera de esos valores;
- c) poner las reglas y procedimientos locales así como las medidas protectoras y las disposiciones de *seguridad* en conocimiento de los *trabajadores* a los que sean aplicables y de las demás personas a las que puedan afectar;
- d) velar por que todo trabajo que implique *exposición ocupacional* sea supervisado adecuadamente y hacer todo lo que sea razonable para garantizar la observancia de las reglas, procedimientos, medidas protectoras y disposiciones de *seguridad*;
- e) cuando lo prescriba la *autoridad reglamentadora*, designar un *oficial de protección radiológica*.

105. En cooperación con los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, los *empleadores* deberán:

- a) facilitar a todos los *trabajadores* información adecuada sobre los riesgos para la salud derivados de su *exposición ocupacional*, ya se trate de una *exposición normal* o *potencial*, instrucción y capacitación adecuadas en materia de *protección y seguridad*, e información adecuada sobre la significación de sus actos desde el punto de vista de la *protección y seguridad*;
- b) facilitar a las *trabajadoras* que posiblemente tengan que entrar en *zonas controladas* o *supervisadas*, información apropiada sobre:
 - i) los riesgos que la *exposición* de una mujer embarazada supone para el embrión o el feto;
 - ii) la importancia de que una *trabajadora* que sospeche que está embarazada lo notifique cuanto antes a su *empleador*;

- iii) el riesgo que supone para un niño de pecho ingerir sustancias radiactivas por conducto de la lactancia;
- c) facilitar información, instrucción y capacitación adecuadas a los *trabajadores* que pudieran ser afectados por un plan de emergencia;
- d) mantener registros de la capacitación impartida a cada uno de los *trabajadores*.

5. EQUIPO PROTECTOR PERSONAL

106. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que:

- a) se proporcione a los *trabajadores* equipo protector personal adecuado y suficiente que satisfaga las normas o especificaciones aplicables, en particular, según proceda:
 - i) ropa protectora;
 - ii) equipo protector respiratorio de cuyas características de protección se informe a los usuarios;
 - iii) delantales y guantes protectores y escudos de protección de órganos;
- b) los *trabajadores* reciban, cuando corresponda, instrucción adecuada en el empleo correcto del equipo protector respiratorio, que incluya la manera de comprobar su buen ajuste;
- c) las tareas que exijan el uso de cierto equipo protector personal específico se confíen solamente a los *trabajadores* que, según el oportuno asesoramiento médico, sean capaces de aguantar sin riesgos el esfuerzo suplementario necesario;
- d) todo el equipo protector personal se mantenga en estado satisfactorio y, cuando proceda, se ensaye a intervalos regulares;
- e) se mantenga listo para su empleo, en caso de *intervención*, equipo protector personal adecuado;
- f) si se piensa utilizar equipo protector personal para una tarea determinada, se tengan en cuenta la *exposición* adicional que pudiese producirse a causa del tiempo o de inconvenientes suplementarios, así como cualesquier *riesgos* no radiológicos adicionales que pudiera suponer el hecho de realizar la tarea usando equipo protector.

107. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán reducir al mínimo la necesidad de recurrir a controles administrativos y a equipo protector personal con fines de

protección y seguridad en situaciones de funcionamiento normal, previendo a tal efecto medidas protectoras y disposiciones de *seguridad* apropiadas, en particular mecanismos de control tecnológicamente adecuados y condiciones de trabajo satisfactorias.

6. COOPERACION ENTRE LOS EMPLEADORES, LOS TITULARES REGISTRADOS Y LOS TITULARES LICENCIADOS

108. Si los *trabajadores* realizan una tarea que implique o pudiera implicar la presencia de una *fente* no sometida al control de los respectivos *empleadores*, el *titular registrado* o el *titular licenciado* responsable de la *fente* y los *empleadores* deberán cooperar intercambiando información y por otros medios que sean necesarios para facilitar las *medidas protectoras* y las disposiciones de *seguridad* correctas.

109. La cooperación entre el *titular registrado* o el *titular licenciado* y el *empleador* deberá incluir, cuando proceda:

- a) el establecimiento y aplicación de restricciones concretas de la *exposición* y otros medios a fin de garantizar que las *medidas protectoras* y las disposiciones de *seguridad* ofrecidas a esos *trabajadores* sean por lo menos tan satisfactorias como las brindadas a los empleados del *titular registrado* o del *titular licenciado*;
- b) evaluaciones específicas de las *dosis* recibidas por esos *trabajadores*;
- c) una atribución precisa, con la documentación correspondiente, de las responsabilidades respectivas de los *empleadores* y el *titular registrado* o el *titular licenciado* en materia de *protección y seguridad* ocupacionales.

7. VIGILANCIA RADIOLOGICA Y EVALUACION DE LA EXPOSICION INDIVIDUALES

110. El *empleador* de todo *trabajador*, así como los empleados por cuenta propia, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán ser los responsables de organizar la evaluación de la *exposición ocupacional* de los *trabajadores*, basada en la *vigilancia radiológica* individual, cuando proceda, y deberán cuidar de que se concierten las disposiciones adecuadas con servicios dosimétricos apropiados, con sujeción a un programa adecuado de garantía de calidad.

111. Cuando un *trabajador* realice normalmente sus actividades en una *zona controlada*, o trabaje ocasionalmente en una *zona controlada* y pueda sufrir una *exposición ocupacional* significativa, deberá ser objeto de *vigilancia radiológica* individual siempre que ello sea

procedente, adecuado y factible. En los casos en que la *vigilancia radiológica* individual no sea procedente, adecuada ni factible, la *exposición ocupacional* del trabajador deberá evaluarse en base a los resultados de la *vigilancia radiológica* del puesto de trabajo y a la información sobre los lugares y la duración de la *exposición* del *trabajador*.

112. Cuando un *trabajador* realice habitualmente su actividad profesional en una *zona supervisada*, o entre solo ocasionalmente en una *zona controlada*, no deberá ser necesaria su *vigilancia radiológica* individual, pero deberá evaluarse su *exposición* ocupacional. Esta evaluación deberá basarse en los resultados de la *vigilancia radiológica* del puesto de trabajo o bien en la *vigilancia radiológica* individual.

113. La naturaleza, frecuencia y precisión de la *vigilancia radiológica* individual deberán determinarse atendiendo a la magnitud y las posibles fluctuaciones de los niveles de *exposición*, así como a la probabilidad y magnitud de las *exposiciones potenciales*.

114. Los *empleadores* deberán velar por que sean identificados los *trabajadores* que puedan estar expuestos a *contaminación radiactiva*, incluidos los *trabajadores* que usen equipo protector respiratorio, y deberán organizar la adecuada *vigilancia radiológica* en la medida necesaria para demostrar la eficacia de la protección brindada y evaluar la *incorporación* de sustancias radiactivas o las *dosis comprometidas*, según proceda.

8. VIGILANCIA RADIOLOGICA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

115. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, en cooperación con los *empleadores* si procede, deberán establecer, conservar y mantener en examen un programa de *vigilancia radiológica* de los puestos de trabajo, bajo la supervisión de un experto cualificado y de un *oficial de protección radiológica* si así lo prescribe la *autoridad reglamentadora*.

116. La naturaleza y frecuencia de la *vigilancia radiológica* de los puestos de trabajo deberá:

- a) ser suficiente para permitir:
 - i) la evaluación de las condiciones radiológicas existentes en todos los puestos de trabajo;
 - ii) la evaluación de la *exposición* en las *zonas controladas* y en las *supervisadas*;
 - iii) el examen de la clasificación de las *zonas* en *controladas* y *supervisadas*;

- b) depender de los niveles de *dosis equivalente ambiental* y de concentración de la *actividad*, cuenta habida de las fluctuaciones previstas y la probabilidad y magnitud de las *exposiciones potenciales*.

117. Los programas de *vigilancia radiológica* de los puestos de trabajo deberán especificar:

- a) las magnitudes que han de medirse;
- b) dónde y cuándo han de efectuarse las mediciones y con qué frecuencia;
- c) los métodos y procedimientos de medición más apropiados;
- d) los *niveles de referencia* y las medidas a adoptar, si son rebasados.

118. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, en cooperación con los *empleadores* si procede, deberán mantener registros apropiados de las conclusiones del programa de *vigilancia radiológica* de los puestos de trabajo, conclusiones que se pondrán en conocimiento de los trabajadores, por medio de sus representantes cuando así proceda.

9. VIGILANCIA MEDICA

119. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán adoptar disposiciones para realizar una *vigilancia médica* adecuada en conformidad con los reglamentos establecidos por la *autoridad reglamentadora*.

120. Si uno o más *trabajadores* se ocupan de tareas que impliquen o pudieran implicar *exposición* debida a una *fuentes* no sometida al control de su empleador, el *titular registrado* o el *titular licenciado* responsable de la *fuentes* deberá, como condición previa a la ocupación en esas tareas, concertar con el *empleador* toda medida especial de *vigilancia médica* que sea necesaria para cumplir los reglamentos establecidos por la *autoridad reglamentadora*.

121. Los programas de *vigilancia médica* deberán:

- a) basarse en los principios generales de la sanidad ocupacional;
- b) tener por objetivo la evaluación de la aptitud inicial y permanente de los *trabajadores* para las tareas a que se les destine.

10. REGISTROS

122. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán mantener registros de la *exposición* de cada *trabajador* cuya *exposición ocupacional* haya de evaluarse conforme a la sección 7 de este Apéndice.

123. Si los *trabajadores* se ocupan de tareas que impliquen o pudieran implicar exposición debida a una *fuerza* no sometida al control de su *empleador*, el *titular registrado* o el *titular licenciado* responsable de la *fuerza* suministrará tanto al *trabajador* como al *empleador* de éste los registros de *exposición* pertinentes.

124. Los registros de *exposición* deberán contener:

- a) información sobre la naturaleza general del trabajo que conlleve *exposición ocupacional*;
- b) información sobre las *dosis*, *exposiciones* e *incorporaciones* que rebasen los respectivos niveles de registro, y los datos en los que se han basado las evaluaciones de *dosis*;
- c) cuando un *trabajador* resulte o haya resultado expuesto por razón de su ocupación estando al servicio de más de un *empleador*, información sobre las fechas de empleo por cada *empleador* y las *dosis*, *exposiciones* e *incorporaciones* sufridas en cada uno de esos empleos;
- d) constancia de todas las *dosis*, *exposiciones* o *incorporaciones* debidas a intervenciones de emergencia o a accidentes, las cuales deberán distinguirse de las *dosis*, *exposiciones* o *incorporaciones* sufridas durante el trabajo en condiciones normales y deberán incluir referencias a los informes sobre las investigaciones que se hubieren realizado al respecto.

125. Los *empleadores*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán:

- a) facilitar a los *trabajadores* el acceso a la información contenida en los registros de *exposición* de estos últimos;
- b) facilitar al supervisor del programa de *vigilancia médica*, a la *autoridad reglamentadora* y al *empleador* correspondiente, el acceso a los registros de *exposición*;
- c) facilitar el suministro de copias de los registros de *exposición de los trabajadores* a los nuevos *empleadores* cuando los *trabajadores* cambien de empleo;
- d) cuando un *trabajador* cese en el trabajo, adoptar las disposiciones necesarias para que los registros de *exposición del trabajador* sean guardados por la *autoridad reglamentadora*, o en un archivo nacional, o por el *titular registrado* o el *titular licenciado* correspondiente, según proceda;
- e) al cumplir lo prescrito en los apartados a) - d), prestar el cuidado y la atención debidos a la preservación de la adecuada confidencialidad de los registros.

126. Si los *empleadores*, los *titulares registrados* o los *titulares licenciados* cesan en las actividades que impliquen la *exposición ocupacional* de los *trabajadores*, deberán adoptar las

disposiciones necesarias para que los registros de *exposición de los trabajadores* sean guardados por la *autoridad reglamentadora*, o en un archivo nacional, o por el *titular registrado* o el *titular licenciado* que corresponda, según proceda.

127. Los registros de *exposición* de cada *trabajador* se deberán conservar durante la vida laboral del mismo y posteriormente, como mínimo hasta que el *trabajador* alcance o hubiera alcanzado la edad de 75 años, y durante 30 años, por lo menos, después de terminado el trabajo que implicaba la *exposición ocupacional*.

11. CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES

128. En circunstancias especiales, si una *práctica* es justificada conforme a lo prescrito por las Normas, y se ha diseñado y ejecuta con arreglo a un modo de hacer satisfactorio y se ha optimizado en ella la protección radiológica como prescriben las Normas, pero a pesar de todo las *exposiciones ocupacionales* siguen siendo superiores a los límites de *dosis*, y si es posible predecir que, con esfuerzos razonables, se conseguirá que las *exposiciones ocupacionales* se ajusten a los límites, la *autoridad reglamentadora* podrá aprobar excepcionalmente una modificación temporal del requisito de limitación de dosis estipulado por las Normas. Tales modificaciones solo deberán aprobarse si las solicita oficialmente el *titular licenciado*, si la *autoridad reglamentadora* determina que la *práctica* sigue siendo justificada y está segura de que se han celebrado las oportunas consultas con los *trabajadores* interesados.

129. De existir circunstancias especiales que requieran una modificación temporal de algún requisito de limitación de *dosis* prescrito por las Normas, el *titular registrado* o el *titular licenciado* podrá solicitar tal modificación temporal a la *autoridad reglamentadora*.

130. No se deberá efectuar ninguna modificación temporal del requisito de limitación de *dosis* sin la aprobación de la *autoridad reglamentadora*.

131. En toda solicitud de modificación temporal de un requisito de limitación de *dosis* prescrito por las Normas, el *titular registrado* o el *titular licenciado* deberá:

- a) exponer las circunstancias especiales que requieran la modificación temporal;
- b) presentar pruebas que demuestren que:
 - i) se ha hecho todo lo razonablemente posible por reducir las *exposiciones* y que las medidas protectoras y las disposiciones de *seguridad* se han optimizado conforme a lo prescrito por las Normas;
 - ii) se ha consultado con los *empleadores* y los *trabajadores* interesados, por medio de sus representantes cuando proceda, y se ha obtenido su

- conformidad en cuanto a la necesidad de una modificación temporal y a las condiciones de la modificación temporal;
- iii) se hace todo lo razonablemente posible por mejorar las condiciones de trabajo hasta el punto de que puedan observarse los *límites de dosis* especificados en el párrafo II.5 del Anexo II;
 - iv) la *vigilancia radiológica* y el registro de las *exposiciones* de cada *trabajador* son suficientes para probar el cumplimiento de los requisitos pertinentes del Anexo II y suficientes para facilitar la transferencia de los registros de *exposición* entre los *empleadores* que corresponda, conforme a lo prescrito por las Normas.

132. Toda modificación temporal del requisito de limitación de *dosis* prescrito por las Normas deberá:

- a) estar en conformidad con la limitación de *dosis* prescrita en el Anexo II para circunstancias especiales;
- b) preverse para un período de tiempo limitado;
- c) estar sujeta a un examen anual;
- d) no ser renovable;
- e) referirse a zonas de trabajo concretamente especificadas.

APENDICE II EXPOSICION MEDICA

1. RESPONSABILIDADES

133. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán cuidar de que:

- a) no se administre a ningún paciente ninguna *exposición médica* con fines diagnósticos o terapéuticos a no ser que prescriba tal *exposición* un *facultativo médico*;
- b) se asigne a los *facultativos médicos*, como misión y obligación primordial, la de velar por la *protección y seguridad* total de los pacientes cuando se les prescriba, y mientras se les administre, una exposición médica;
- c) se disponga del personal médico y paramédico necesario, constituido por *profesionales de la salud* o personas que hayan recibido capacitación apropiada para el desempeño adecuado de las tareas que tengan asignadas en la realización del procedimiento diagnóstico o terapéutico que prescriba el *facultativo médico*;
- d) en las aplicaciones terapéuticas de la *radiación* (incluida la teleterapia y la braquiterapia), el cumplimiento de los requisitos de calibración, dosimetría y garantía de calidad prescritos por las Normas se confíe a un *experto cualificado* en física radioterápica, o se efectúe bajo su supervisión;
- e) se restrinja, conforme a lo indicado en el Anexo II, la *exposición* sufrida a sabiendas por personas mientras prestan voluntariamente asistencia (no comprendida en sus ocupaciones) para el cuidado, alivio o bienestar de los pacientes sometidos a diagnóstico o tratamiento médicos.
- f) los criterios de capacitación sean especificados por la *autoridad reglamentadora* o estén sujetos a su aprobación, según proceda, en consulta con los órganos profesionales competentes.

134. En las aplicaciones diagnósticas de la radiación, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deben velar por que los requisitos sobre formación de imágenes y garantía de calidad prescritos por las Normas se satisfagan con el asesoramiento de un experto cualificado en física de radiodiagnóstico o en física de medicina nuclear, según proceda.

135. Los *facultativos médicos* deberán informar rápidamente al *titular registrado* o al *titular licenciado* sobre toda deficiencia o necesidad relacionadas con el cumplimiento de las Normas en lo que respecta a la *protección y seguridad* de los pacientes, y deberán adoptar todas las medidas que sean apropiadas para garantizar dicha *protección y seguridad*.

2. JUSTIFICACION DE LAS EXPOSICIONES MEDICAS

136. Las *exposiciones médicas* se deben justificar poniendo en la balanza, por una parte, los beneficios de tipo diagnóstico o terapéutico que produzcan y, por otra, el detrimento radiológico que pudieran causar, teniendo en cuenta los beneficios y riesgos de otras técnicas utilizables que no impliquen *exposición médica*.

137. En la justificación de cada tipo de examen diagnóstico por radiografía, fluoroscopia o medicina nuclear, se tendrán en cuenta las directrices pertinentes, tales como las establecidas por la OMS^{21/}, ^{22/}, ^{23/}.

138. Todo examen radiológico con fines ocupacionales, legales o de seguro médico, que se efectúe con independencia de indicaciones clínicas, se estima injustificado a no ser que se espere que proporcione información útil sobre la salud del individuo examinado, o que quienes lo pidan justifiquen, en consulta con órganos profesionales competentes, ese tipo específico de examen.

139. Los exámenes masivos de grupos de población que impliquen *exposición médica* se estiman injustificados a no ser que las ventajas previstas para los individuos examinados o la población en su conjunto sean tales que compensen los costos económicos y sociales, incluido el *detrimento* radiológico. Al efectuar la justificación debe tenerse en cuenta el potencial de detección de enfermedad que posea el procedimiento de examen, la probabilidad de tratamiento eficaz de los casos detectados y, en lo que respecta a ciertas enfermedades, las ventajas que tenga para la comunidad el control de la enfermedad.

140. La *exposición* de seres humanos con fines de investigación médica se estima injustificada a no ser que:

- a) esté en conformidad con las disposiciones de la Declaración de Helsinki^{24/} y se ajuste a las directrices elaboradas para la aplicación de ésta por el

^{21/} Organización Mundial de la Salud, Criterios aplicables a las exploraciones de radiodiagnóstico, Serie de Informes Técnicos, Núm. 689, OMS, Ginebra (1983).

^{22/} Organización Mundial de la Salud, Empleo racional del diagnóstico por imagen en pediatría, Serie de Informes Técnicos, Núm. 757, OMS, Ginebra (1987).

^{23/} Organización Mundial de la Salud, Elección apropiada de técnicas de diagnóstico por imagen en la práctica clínica, Serie de Informes Técnicos, Núm. 795, OMS, Ginebra (1990).

^{24/} Aprobada por la 18ª Asamblea Mundial de Medicina, Helsinki (Finlandia) 1974, y enmendada por la 29ª Asamblea Mundial de Medicina, Tokio (Japón) 1975, la 35ª Asamblea Mundial de Medicina, Venecia (Italia) 1983 y la 41ª Asamblea Mundial de Medicina, Hong Kong, 1989; puede solicitarse a World Medical Association Inc., 01210 Ferney-Voltaire (Francia).

Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (COICM)^{25/} y la OMS^{26/};

- b) se supedita al asesoramiento de un *comité de examen ético* (o de cualquier otro órgano institucional al que las autoridades nacionales hayan confiado funciones análogas) y a los reglamentos nacionales y locales aplicables.

141. Los exámenes radiológicos con fines de detección de robos se estiman injustificados; de todas formas, en caso de realizarse, no se deberán considerar *exposición médica*, sino que deberán estar sujetos a los requisitos sobre *exposición ocupacional y del público* prescritos por las Normas.

3. OPTIMIZACION DE LA PROTECCION RELATIVA A LAS EXPOSICIONES MEDICAS

142. Los requisitos prescritos en esta subsección deberán considerarse adicionales a todo requisito de interés para optimizar la *protección* especificado en otras partes de las Normas.

3.1. Consideraciones relativas al diseño

3.1.1. Generalidades

143. Los requisitos referentes a la seguridad de las *fuentes* especificados en otras partes de las Normas deberán aplicarse también a las *fuentes* utilizadas en *exposición médica*, cuando así proceda, y en particular, el equipo utilizado en *exposición médica* deberá diseñarse de modo que:

- a) sea rápidamente detectable el fallo de un solo componente del sistema, de forma que se reduzca al mínimo toda *exposición médica* no planificada de los pacientes;
- b) sea mínima la incidencia del error humano en la administración de una *exposición médica* no planificada.

144. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán:

^{25/} Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas en colaboración con la Organización Mundial de la Salud, *International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving Human Subjects*, COICM, Ginebra (1993).

^{26/} Organización Mundial de la Salud, *Uso de radiaciones ionizantes y de radionucleidos en seres humanos para la investigación y la formación médica y con fines no médicos*, Serie de Informes Técnicos, Núm. 611, OMS, Ginebra (1977).

- a) detectar, teniendo en cuenta la información facilitada por los *suministradores*, los posibles fallos del equipo y errores humanos que pudieran tener por resultado *exposiciones médicas* no planificadas;
- b) adoptar toda clase de medidas razonables para prevenir los fallos y errores, entre ellas la selección de personal suficientemente cualificado, el establecimiento de procedimientos adecuados de calibración, garantía de calidad y manejo del equipo diagnóstico y terapéutico, y la impartición al personal de capacitación adecuada y readiestramiento periódico en dichos procedimientos, incluidas las cuestiones de *protección y seguridad*;
- c) adoptar toda clase de medidas razonables para que sean mínimas las consecuencias de los fallos y errores que puedan ocurrir;
- d) elaborar planes de emergencia adecuados para responder a los sucesos que puedan ocurrir, hacer ostensibles dichos planes en lugares destacados y realizar periódicamente ejercicios prácticos.

145. En lo que respecta al equipo consistente en *generadores de radiación* y al que contenga *fuentes selladas* utilizadas para *exposiciones médicas*, los *titulares licenciados*, en colaboración específica con los suministradores, deberán velar por que:

- a) dicho equipo, ya sea importado o fabricado en el país donde se utilice, se ajuste a las normas aplicables de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y de la Organización Internacional de Normalización (ISO), o a normas nacionales equivalentes;
- b) se faciliten a los usuarios, en un idioma internacional importante comprensible para ellos y en conformidad con las normas aplicables de la CEI o la ISO relativas a "documentación acompañante", las especificaciones de comportamiento y las instrucciones de manejo y mantenimiento, incluidas instrucciones de *protección y seguridad*, y velar por que esta información sea traducida a idiomas de uso local cuando así proceda;
- c) cuando sea factible, se indiquen en las consolas de control, en un idioma internacional importante aceptable para el usuario, la terminología de trabajo (o sus abreviaturas) y los valores de funcionamiento;
- d) se suministren mecanismos de control del haz de *radiación*, incluidos dispositivos que indiquen claramente y sin posibilidad de fallo la presencia o la ausencia del haz;
- e) hasta donde sea factible, la *exposición* se limite a la región objeto de examen o tratamiento, utilizando dispositivos colimadores alineados con el haz de *radiación*;
- f) el campo de *radiación* en la región objeto de examen o tratamiento, sin elementos modificadores del haz de *radiación* (por ejemplo cuñas), sea lo más

uniforme posible y la falta de uniformidad sea especificada por el suministrador;

- g) las tasas de *exposición*, fuera de la región objeto de examen o tratamiento, debidas a la fuga o la dispersión de la *radiación* se reduzcan al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse.

3.1.2. Requisitos relativos a los *generadores de radiación* y al equipo provisto de *fuentes selladas* para uso en radiología diagnóstica

146. Los *titulares licenciados*, en cooperación específica con los suministradores, deberán velar por que:

- a) los *generadores de radiación* y sus accesorios se diseñen y fabriquen de forma que se facilite la reducción de las *exposiciones médicas* al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y sea compatible con la obtención de información suficiente para el diagnóstico;
- b) los parámetros de funcionamiento de los *generadores de radiación*, tales como potencial del tubo generador, filtración, posición de la mancha focal, distancia fuente-receptor de imagen, indicación del tamaño de campo y de la corriente del tubo y el tiempo, o del producto de ambos, se expresen con claridad y exactitud;
- c) el equipo radiográfico esté dotado de dispositivos que pongan fin automáticamente a la irradiación tras un tiempo, un producto corriente del tubo-tiempo o una *dosis* prefijados;
- d) el equipo fluoroscópico esté dotado de un dispositivo que excite el tubo de rayos X solo cuando sea continuamente oprimido (por ejemplo, de un interruptor tipo "hombre muerto") y provisto de indicadores del tiempo transcurrido y/o de monitores de la *dosis de entrada en superficie*.

3.1.3. Requisitos relativos a los generadores de radiación y a las instalaciones de irradiación para uso en radioterapia

147. Los *titulares licenciados*, en cooperación específica con los suministradores, deberán velar por que:

- a) los *generadores de radiación* y las *instalaciones de irradiación* estén provistos de medios de selección, indicación fiable y confirmación (cuando proceda y en la medida factible) de los parámetros de funcionamiento tales como el tipo de *radiación*, indicación de la energía, elementos modificativos del haz (por ejemplo filtros), distancia de tratamiento, amplitud del campo, orientación del haz y tiempo de tratamiento o *dosis* fijada de antemano;

- b) las *instalaciones de irradiación* provistas de *fuentes* radiactivas posean seguridad intrínseca en el sentido de que la *fente* sea automáticamente blindada en caso de interrupción de la alimentación eléctrica y permanezca blindada hasta que el mecanismo de regulación del haz sea reactivado desde el panel de control;
- c) el *equipo radioterápico de alta energía*:
 - i) esté provisto de dos sistemas independientes de seguridad intrínseca, como mínimo, para poner fin a la irradiación;
 - ii) esté provisto de enclavamientos de seguridad u otros medios con el fin de impedir el uso clínico del aparato en condiciones que no sean las seleccionadas en el panel de control;
- d) el diseño de los enclavamientos de seguridad sea tal que el manejo de la instalación durante las tareas de mantenimiento, si los enclavamientos son cortocircuitados, solo pueda efectuarse bajo el control directo del personal de mantenimiento utilizando los dispositivos, códigos o llaves apropiados;
- e) las *fuentes* radiactivas para uso en teleterapia o en braquiterapia se construyan de forma que satisfagan la definición de *fente sellada*;
- f) cuando proceda, se instale o se disponga de equipo de vigilancia radiológica que alerte sobre la existencia de una situación insólita en el empleo de los *generadores de radiación* y del equipo de terapia con radionucleidos.

3.2. Consideraciones relativas a las operaciones

3.2.1. Exposición con fines diagnósticos

148. En radiología con fines diagnósticos, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán cuidar de que:

- a) los *facultativos médicos* que prescriban o realicen los exámenes radiológicos diagnósticos:
 - i) velen por que se utilice el equipo adecuado;
 - ii) velen por que la exposición de los pacientes sea la mínima necesaria para conseguir el objetivo de diagnóstico requerido, teniendo en cuenta las normas de calidad aceptable de las imágenes establecidas por los órganos profesionales competentes, así como los *niveles orientativos* para la exposición médica que sean aplicables;
 - iii) tengan en cuenta la información pertinente procedente de exámenes anteriores para evitar exámenes adicionales innecesarios;
- b) el *facultativo médico*, el técnico radiólogo u otro personal encargado de la obtención de imágenes seleccionen los siguientes parámetros, cuando sean aplicables, de modo que su combinación produzca la mínima exposición de

los pacientes compatible con una calidad aceptable de las imágenes y la finalidad clínica del examen, prestando especial atención a esta selección en el caso de la radiología pediátrica y de la radiología de intervención:

- i) la región a examinar, el número y tamaño de las vistas por examen (por ejemplo el número de placas o de cortes tomográficos con computadora) o el tiempo por examen (por ejemplo el tiempo de examen fluoroscópico);
 - ii) el tipo de receptor de imagen (por ejemplo pantallas de alta o de baja velocidad);
 - iii) el empleo de rejillas antidispersivas;
 - iv) la correcta colimación del haz de rayos X primario para que sea mínimo el volumen de tejido del paciente que se irradia y aumentar la calidad de las imágenes;
 - v) los valores apropiados de los parámetros de funcionamiento (por ejemplo el potencial de generación del tubo, la intensidad de corriente y el tiempo o el producto de ambos);
 - vi) técnicas apropiadas de almacenamiento de imágenes cuando la formación de éstas sea dinámica (por ejemplo número de imágenes por segundo);
 - vii) los factores adecuados para el tratamiento de las imágenes (por ejemplo la temperatura del revelador y los algoritmos de reconstrucción de imágenes);
- c) se utilice para los exámenes equipo radiológico portátil y móvil solo cuando sea difícil o inaceptable desde el punto de vista médico trasladar a los pacientes a una instalación radiológica fija, y únicamente tras considerar atentamente las medidas de *protección radiológica* que requiera el empleo de dicho equipo;
- d) se eviten, a no ser que los avalen poderosas razones clínicas, los exámenes radiológicos que causen la exposición del abdomen o la pelvis de las mujeres embarazadas o que posiblemente estén embarazadas;
- e) todo examen diagnóstico del abdomen o la pelvis de las mujeres capaces de procrear se planifique de forma que sea mínima la *dosis* causada a todo embrión o feto que pudiera hallarse presente;
- f) siempre que sea factible, se prevean escudos protectores de los órganos radiosensibles tales como las gónadas, los cristalinos, las mamas y la tiroides, según corresponda.

149. En el caso de la medicina nuclear, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán cuidar de que:

- a) los *facultativos médicos* que prescriban o realicen las aplicaciones de radionucleidos con fines diagnósticos:
 - i) velen por que la *exposición* de los pacientes sea la mínima necesaria para conseguir el objetivo de diagnóstico perseguido;
 - ii) tengan en cuenta la información pertinente resultante de exámenes anteriores para evitar exámenes adicionales innecesarios;
 - iii) tengan en cuenta los *niveles orientativos* para la *exposición médica* pertinentes;
- b) el *facultativo médico*, el técnico radiólogo u otro personal de obtención de imágenes, según el caso, se esfuerce por conseguir la mínima *exposición* de los pacientes compatible con una calidad aceptable de las imágenes mediante:
 - i) la selección apropiada del mejor radiofármaco disponible y de su *actividad*, observando los requisitos especiales relativos a los niños y a los pacientes que presenten insuficiencia de alguna función orgánica;
 - ii) el uso de métodos para bloquear la absorción por órganos que no sean objeto de estudio y para acelerar la excreción cuando proceda;
 - iii) métodos apropiados de adquisición y tratamiento de imágenes;
- c) se evite, a no ser que haya poderosas indicaciones clínicas, la administración de radionucleidos con fines diagnósticos o radioterápicos a las mujeres embarazadas o que posiblemente estén embarazadas;
- d) se recomiende a las madres en período de lactancia la interrupción del amamantamiento hasta que el radiofármaco ya no sea secretado en una cantidad que se estime cause al lactante una *dosis efectiva*^{27/} inaceptable;
- e) solo se proceda a administrar radionucleidos con fines diagnósticos a los niños si existe una poderosa indicación clínica, y se vele por que la *actividad* administrada se reduzca con arreglo al peso corporal, a la superficie corporal o a otros criterios apropiados.

3.2.2. Exposición terapéutica

150. Los *titulares licenciados* deberán velar por que:

- a) la *exposición* del tejido normal durante las sesiones de radioterapia se reduzca al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y sea compatible con la administración de la *dosis* requerida al *volumen blanco de planificación*, y se utilicen escudos protectores de órganos cuando sea factible y procedente;

^{27/} Ejemplos de una práctica satisfactoria son tres semanas, por lo menos, en el caso del ⁶⁷Ga, ¹¹¹In, ¹³¹I, ²⁰¹Tl, dos días, por lo menos, en el caso del ¹²³I, y 12 h, por lo menos, en el del ^{99m}Tc.

- b) se eviten, a no ser que existan poderosas indicaciones clínicas, los procedimientos radioterápicos que causen la *exposición* del abdomen o la pelvis de las mujeres que estén embarazadas o posiblemente estén embarazadas;
- c) se evite, a no ser que existan poderosas indicaciones clínicas, la administración de radionucleidos con fines terapéuticos a las mujeres que estén embarazadas o posiblemente estén embarazadas, o estén en período de lactancia;
- d) todo procedimiento terapéutico destinado a mujeres embarazadas se planifique de forma que cause la *dosis* mínima al embrión o feto;
- e) se informe de los posibles *riesgos* a los pacientes.

3.3. Calibración

151. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que:

- a) la calibración de las *fuentes* utilizadas para las *exposiciones médicas* se base, de manera fácilmente comprobable, en mediciones efectuadas por un *laboratorio de calibración dosimétrica*;
- b) el equipo de radioterapia se calibre en función de la calidad de la *radiación* o de la energía así como en función de la *dosis absorbida* o de la tasa de *dosis absorbida* a una distancia predeterminada en condiciones específicas, por ejemplo, con arreglo a las recomendaciones formuladas en el Vol. Núm. 277 de la Colección de Informes Técnicos del OIEA^{28/};
- c) las *fuentes selladas* utilizadas en braquiterapia se calibren en función de la *actividad*, la *tasa de referencia de kerma en aire*, en el seno de aire, o la tasa de *dosis absorbida* en un medio determinado, a una distancia determinada, para una fecha de referencia determinada;
- d) las *fuentes no selladas* utilizadas para procedimientos de medicina nuclear se calibren en función de la *actividad* del radiofármaco a administrar, determinándose y registrándose la *actividad* en el momento de la administración;
- e) las calibraciones se efectúen en el momento de poner en servicio un aparato, tras toda operación de mantenimiento que pueda tener efectos en la dosimetría, y a intervalos *aprobados* por la *autoridad reglamentadora*.

3.4. Dosimetría clínica

152. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que se determinen y se documenten los siguientes puntos:

^{28/} Organismo Internacional de Energía Atómica, Determinación de dosis absorbidas de haces de fotones y electrones, Colección de Informes Técnicos Núm. 277, OIEA, Viena (1987).

- a) en los exámenes radiológicos, valores representativos, en pacientes adultos de tamaño típico, de las dosis de *entrada en superficie*, de los *productos dosis-área*, de las tasas de *dosis* y los tiempos de *exposición*, o de las *dosis* a los órganos;
- b) por cada paciente tratado con equipo radioterápico de haz externo, las *dosis absorbidas* máximas y mínimas al *volumen blanco de planificación* juntamente con la *dosis absorbida* a un punto significativo como, por ejemplo, el centro del *volumen blanco de planificación*, más la dosis a otros puntos significativos seleccionados por el *facultativo médico* que prescriba el tratamiento;
- c) en el caso de tratamientos braquiterápicos realizados con *fuentes selladas*, las *dosis absorbidas* en puntos significativos seleccionados en cada paciente;
- d) en caso de diagnóstico o tratamiento con *fuentes no selladas*, las *dosis absorbidas* representativas a los pacientes;
- e) en todo tratamiento radioterápico, las *dosis absorbidas* a los órganos de interés.

153. En caso de tratamiento radioterápico, los *titulares licenciados* deberán velar por que, en la medida conseguible gracias a una buena *práctica* clínica y al funcionamiento optimizado del equipo:

- a) se administre al *volumen blanco de planificación* la *dosis absorbida* prescrita, con la calidad de haz prescrita;
- b) se reduzcan al mínimo las *dosis* a los demás tejidos y órganos.

3.5. Garantía de calidad en las exposiciones médicas

154. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, además de aplicar los requisitos pertinentes de garantía de calidad prescritos en otras partes de las Normas, deberán establecer un amplio programa de garantía de calidad en las *exposiciones médicas* con la participación de *expertos cualificados* competentes en las disciplinas correspondientes, por ejemplo en radiofísica o radiofarmacia, teniendo en cuenta los principios establecidos por la OMS^{29/},^{30/},^{31/} y la OPS^{32/}.

155. Los programas de garantía de calidad en las *exposiciones médicas* deberán incluir:

^{29/} Organización Mundial de la Salud, Quality Assurance in Diagnostic Radiology, OMS, Ginebra (1982).

^{30/} Organización Mundial de la Salud, Quality Assurance in Nuclear Medicine, OMS, Ginebra (1982).

^{31/} Organización Mundial de la Salud, Quality Assurance in Radiotherapy, OMS, Ginebra (1988).

^{32/} Organización Panamericana de la Salud, Publicación Científica 499, Control de Calidad en Radioterapia: Aspectos Clínicos y Físicos, OPS, Washington D.C. (1986).

- a) mediciones de los parámetros físicos de los *generadores de radiación*, los dispositivos de formación de imágenes y las instalaciones de irradiación en el momento de su puesta en servicio y periódicamente en lo sucesivo;
- b) la verificación de los factores físicos y clínicos apropiados utilizados para el diagnóstico o el tratamiento de los pacientes;
- c) registros por escrito de los procedimientos significativos y sus resultados;
- d) la verificación de que la calibración y las condiciones de funcionamiento del equipo de dosimetría y vigilancia radiológica son las correctas;
- e) en la medida de lo posible, auditorías regulares e independientes relativas a la calidad del programa de garantía de calidad aplicable a los procedimientos radioterápicos.

4. NIVELES ORIENTATIVOS

156. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deben velar por que los *niveles orientativos* aplicables a la *exposición médica* se determinen conforme a lo prescrito por las Normas, se revisen teniendo en cuenta los adelantos de la tecnología, y sean utilizados como orientación por los *facultativos médicos*, a fin de que:

- a) se adopten las medidas correctoras que sean necesarias, si las *dosis* o las *actividades* se sitúan considerablemente por debajo de los *niveles orientativos* y las *exposiciones* no proporcionan información diagnóstica útil ni reportan a los pacientes el beneficio médico esperado;
- b) se considere la conveniencia de efectuar exámenes, si las *dosis* o las *actividades* se sitúan por encima de los *niveles orientativos*, como aporte para garantizar la *protección* optimizada de los pacientes y mantener los niveles apropiados de buena práctica;
- c) en el caso de la radiología diagnóstica, incluidos los exámenes tomográficos con computadora, y en el caso de los exámenes de medicina nuclear, los *niveles orientativos* se deriven de los datos resultantes de encuestas de calidad realizadas en gran escala, que incluyan las *dosis de entrada en superficie* y las dimensiones de la sección transversal de los haces producidos por cada una de las instalaciones, así como las actividades de los radiofármacos administrados a los pacientes, al realizar los exámenes más frecuentes en radiología diagnóstica y medicina nuclear, respectivamente.

157. De no existir encuestas en gran escala, el comportamiento del equipo de radiografía diagnóstica, fluoroscopia y medicina nuclear se debe evaluar por comparación con los *niveles orientativos* especificados en las partes A y B del Anexo III. Estos niveles no se deben considerar como una orientación que asegure resultados óptimos en todos los casos,

pues son solo adecuados para los pacientes adultos típicos y, por consiguiente, al aplicar los valores en la práctica, debe tenerse en cuenta el tamaño corporal y la edad.

5. RESTRICCIONES DE DOSIS

158. El *comité de examen ético*, u otro órgano institucional al que las autoridades nacionales hayan confiado funciones en la materia, deberá especificar las *restricciones de dosis* que hayan de aplicarse, atendiendo a las circunstancias de cada caso, para optimizar la *protección* de las personas expuestas con fines de investigación médica, si dicha *exposición médica* no produce beneficio directo a la persona expuesta.

159. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán restringir a un nivel que no rebase el especificado en el párrafo II.9 del Anexo II, toda *dosis* sufrida a sabiendas por personas mientras prestan voluntariamente asistencia (no comprendida en sus ocupaciones) para el cuidado, alivio o bienestar de los pacientes sometidos a diagnóstico o tratamiento médicos, así como toda *dosis* a los visitantes de pacientes que hayan recibido radionucleidos en cantidades con fines terapéuticos, o que estén siendo tratados con fuentes braquiterápicas.

6. ACTIVIDAD MAXIMA EN PACIENTES SOMETIDOS A TERAPIA, AL SER DADOS DE ALTA EN UN HOSPITAL

160. A fin de restringir la *exposición* de cualquier familiar de un paciente que haya sido objeto de tratamiento terapéutico con radionucleidos sellados o no sellados, así como la de los *miembros del público*, dicho paciente no será dado de alta en el hospital antes de que la actividad de las sustancias radiactivas presentes en su cuerpo haya descendido por debajo del nivel especificado en el Anexo III.C. En caso necesario se deberán dar al paciente instrucciones escritas acerca del contacto con las demás personas y de las precauciones oportunas para la protección radiológica.

7. INVESTIGACION DE EXPOSICIONES MEDICAS ACCIDENTALES

161. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán investigar rápidamente los incidentes siguientes:

- a) todo tratamiento terapéutico administrado por equivocación a un *paciente* o a un tejido, o utilizando un fármaco incorrecto, o con una *dosis* o fraccionamiento de la *dosis* que difieran considerablemente de los valores prescritos por el *facultativo médico* o que puedan provocar efectos secundarios agudos indebidos;

- b) toda *exposición* con fines diagnósticos considerablemente mayor que la prevista o que tenga como resultado *dosis* que sobrepasen repetida y considerablemente los *niveles orientativos* establecidos;
- c) todo fallo del equipo, *accidente*, error, contratiempo u otro suceso insólito que pueda ser causa de que un paciente sufra una *exposición* apreciablemente diferente de la prevista.

162. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, con respecto a toda investigación prescrita en el párrafo precedente:

- a) calcular o estimar las *dosis* recibidas y su distribución en el organismo del paciente;
- b) indicar las medidas correctoras necesarias para evitar la repetición de tal incidente;
- c) aplicar todas las medidas correctoras que les competan;
- d) presentar a la *autoridad reglamentadora*, lo antes posible una vez acabada la investigación o con arreglo a otros plazos especificados por la *autoridad reglamentadora*, un informe por escrito que exponga la causa del incidente e incluya la información especificada en los apartados a) a c) que sea procedente, así como cualquier otra información prescrita por la *autoridad reglamentadora*;
- e) informar del incidente al paciente y a su médico.

8. REGISTROS

163. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán mantener y hacer accesibles, según se requiera, durante el período que especifique la *autoridad reglamentadora*, los siguientes registros:

- a) en el caso de la radiología diagnóstica, la información necesaria para permitir la evaluación retrospectiva de las dosis, inclusive el número de *exposiciones* y la duración de los exámenes fluoroscópicos;
- b) en el caso de la medicina nuclear, los tipos de radiofármacos administrados y sus actividades;
- c) en el caso de la radioterapia, una descripción del *volumen blanco de planificación*, la *dosis* al centro del *volumen blanco de planificación* y las dosis máxima y mínima administradas al *volumen blanco de planificación*, las dosis a otros órganos de interés, el fraccionamiento de la *dosis* y el tiempo total de tratamiento;
- d) en el caso de la investigación médica, la exposición de los voluntarios.

164. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán mantener y hacer accesibles, según se requiera, los resultados de las calibraciones y las comprobaciones periódicas de los parámetros significativos, físicos y clínicos, seleccionados en los tratamientos.

APENDICE III EXPOSICION DEL PUBLICO

1. RESPONSABILIDADES

165. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán aplicar los requisitos prescritos por las Normas, conforme a las especificaciones de la autoridad reglamentadora, a cualquier *exposición del público* producida por una *práctica* o una *fuentes* de la que sean responsables, a no ser que la *exposición* se excluya de las Normas, o que la *práctica* o la *fuentes* causante de la *exposición* esté *exenta* de los requisitos establecidos por las Normas. En caso de que la *exposición* no excluida o la *fuentes* no exenta sea una *exposición natural* o una *fuentes natural*, respectivamente, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán aplicar los requisitos conforme especifique la *autoridad reglamentadora* (véase el párrafo 28), a no ser que la *exposición* al radón sea inferior a los *niveles de actuación* establecidos por dicha autoridad para la *exposición crónica*, teniendo en cuenta los valores orientativos especificados en el Anexo VI.

166. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, en lo que respecta a las *fuentes* que tengan a su cargo, asumir la responsabilidad de establecer, aplicar y mantener:

- a) criterios rectores, procedimientos y disposiciones organizativas de *protección y seguridad* en lo referente a la *exposición del público* que satisfagan los requisitos prescritos por las Normas;
- b) medidas que aseguren:
 - i) la optimización de la *protección* de los *miembros del público* cuya *exposición* sea atribuible a dichas *fuentes*;
 - ii) la limitación de la *exposición normal* del *grupo crítico* correspondiente que sea atribuible a tales *fuentes*, a fin de que la *exposición* total no supere los *límites* de *dosis* aplicables a los *miembros del público*; al seleccionar el grupo crítico, deberán tenerse en cuenta todas las personas de las generaciones presentes y futuras, ya se encuentren en los países o lugares en los que estén situadas las *fuentes* o en cualquier otro país o lugar;
- c) medidas para garantizar la *seguridad* de esas *fuentes*, con el fin de que se controle la probabilidad de *exposiciones del público* en conformidad con los requisitos prescritos por las Normas;
- d) instalaciones, equipos y servicios idóneos y apropiados para la *protección* del público, cuya naturaleza y magnitud esté en consonancia con la magnitud y probabilidad de la *exposición*;

- e) la capacitación apropiada en materia de *protección y seguridad* del personal encargado de las funciones relacionadas con la *protección* del público, así como las actividades periódicas de readiestramiento y actualización que se requieran a fin de conseguir el grado necesario de competencia;
- f) equipos de *vigilancia radiológica* y programas de vigilancia apropiados para evaluar la *exposición del público* de manera satisfactoria para la *autoridad reglamentadora*;
- g) registros adecuados de vigilancia y *vigilancia radiológica* conforme a los requisitos prescritos por las Normas;
- h) planes o procedimientos de emergencia en consonancia con la naturaleza y magnitud del riesgo de que se trate, que estén constantemente listos para su activación, conforme a los "Requisitos principales" y a los requisitos detallados prescritos en el Apéndice V.

167. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán asumir la responsabilidad de velar por que el proceso de optimización de las medidas de control del vertido de sustancias radiactivas de una *fuentes* al medio ambiente se someta a las *restricciones de dosis* establecidas o *aprobadas* por la *autoridad reglamentadora*, teniendo en cuenta, según proceda:

- a) los aportes a la *dosis* provenientes de otras *fuentes* y *prácticas*, incluidas posibles *fuentes* y *prácticas* futuras evaluadas de manera realista;
- b) las variaciones potenciales de cualquier circunstancia que pudieran influir en la *exposición del público*, por ejemplo variaciones de las características y el modo de funcionamiento de la *fuentes*, variaciones en cuanto a las vías de *exposición*, variaciones en los hábitos o la distribución de la población, modificación de los *grupos críticos*, o variaciones de las condiciones de dispersión en el medio ambiente;
- c) los procedimientos prácticos satisfactorios existentes para la utilización de *fuentes* o *prácticas* similares;
- d) toda incertidumbre en la evaluación de las *exposiciones*, especialmente en cuanto a los aportes potenciales a dichas *exposiciones* si la *fuentes* y el *grupo crítico* están separados en el espacio o en el tiempo.

168. Si una *práctica* o una *fuentes* adscrita a una *práctica* vertiera al medio ambiente sustancias radiactivas que pudieran causar *exposición del público* en un país distinto de aquél en que esté ubicada la *fuentes* o la *práctica*, y cuando la *autoridad reglamentadora* disponga que se utilice un valor monetario de la unidad de *dosis colectiva* para optimizar el control de los vertidos, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán asumir la responsabilidad de velar por que el valor monetario aplicado a la *dosis colectiva* sufrida

fuera del país donde esté ubicada la *práctica* o la *fuentes* no sea menor que el valor prescrito para el interior de dicho país^{33/}.

2. CONTROL DE LOS VISITANTES

169. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, en cooperación con los *empleados* cuando proceda deberán:

- a) velar por que los visitantes sean acompañados, dentro de toda *zona controlada*, por una persona conocedora de las medidas de *protección y seguridad* aplicables a esa zona;
- b) facilitar información e instrucciones adecuadas a los visitantes antes de que éstos entren en una *zona controlada*, a fin de garantizar la *protección* satisfactoria de los visitantes y de las demás *personas* que pudieran resultar afectadas por las acciones de aquéllos;
- c) velar por que se ejerza un control adecuado sobre la entrada de los visitantes en una *zona supervisada* y se coloquen señales apropiadas en tales zonas.

3. FUENTES DE IRRADIACION EXTERNA

170. Si una *fuentes* de irradiación externa puede causar *exposición del público*, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que:

- a) antes de la puesta en servicio, se sometan al examen y aprobación de la *autoridad reglamentadora* los planos de planta y la disposición del equipo de todas las nuevas instalaciones, así como todas las modificaciones importantes de las instalaciones ya existentes en que se utilice esa fuente de irradiación externa;
- b) se establezcan, a satisfacción de la *autoridad reglamentadora*, *restricciones de dosis* específicas para el funcionamiento de tal fuente;
- c) se prevean los blindajes y demás medidas protectoras, optimizados conforme a los requisitos prescritos por las Normas, que procedan para restringir la *exposición del público* a satisfacción de la *autoridad reglamentadora*.

^{33/} Debe usarse como orientación el valor mínimo internacional de la unidad de *dosis colectiva* en caso de *exposición* transfronteriza recomendado por el OIEA. Véase: Organismo Internacional de Energía Atómica, Assigning a Value to Transboundary Radiation Exposure, Colección Seguridad, Núm. 67, OIEA, Viena (1985).

4. CONTAMINACION RADIATIVA EN LOS ESPACIOS CERRADOS

171. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que:

- a) se adopten, para las *fuentes* de las que sean responsables, las medidas, optimizadas conforme a los requisitos prescritos por las Normas, que procedan para restringir la *exposición del público* a la *contaminación* en las zonas accesibles al público;
- b) se establezcan disposiciones específicas de *contención* para la construcción y funcionamiento de una *fente* que pudiera causar la dispersión de *contaminación* en zonas accesibles al público.

5. DESECHOS RADIATIVOS

172. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán:

- a) velar por que se reduzcan al mínimo posible la actividad y el volumen de todo *desecho radiactivo* resultante de las *fuentes* de que esos titulares sean responsables, y por que el desecho se someta a gestión, es decir, se recoja, manipule, trate, acondicione, transporte, almacene y evacúe con arreglo a los requisitos prescritos por las Normas y por cualquier otra norma aplicable^{34/}.
- b) segregar, y tratar por separado si procede, los distintos tipos de *desechos radiactivos* si así lo aconseja la diversidad de factores tales como el contenido de radionucleidos, período de semidesintegración, concentración, volumen y propiedades físicas y químicas, teniendo en cuenta las opciones existentes para la evacuación de desechos.

6. VERTIDO DE SUBSTANCIAS RADIATIVAS AL MEDIO AMBIENTE

173. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que no se viertan al medio ambiente sustancias radiactivas resultantes de las *prácticas* y *fuentes* autorizadas, a no ser que:

- a) la sustancia radiactiva haya sido dispensada o el vertido se ajuste a los límites autorizados al respecto por la *autoridad reglamentadora*;
- b) los vertidos sean controlados;

^{34/} Véase: Organismo Internacional de Energía Atómica, A Series of International Consensus Documents on the Safe Management and Disposal of Radioactive Waste, Programa RADWASS, OIEA (1992).

- c) las exposiciones del público comprometidas a causa de los vertidos se limiten conforme a lo especificado en el Anexo II;
- d) el control de los vertidos se optimice conforme a los "Requisitos principales" de las Normas.

174. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, antes de empezar a verter al medio ambiente toda sustancia radiactiva sólida, líquida o gaseosa procedente de las *fuentes* sometidas a su responsabilidad, deberán, según el caso:

- a) determinar las características y la *actividad* de la sustancia a verter, así como los puntos y métodos potenciales de vertido;
- b) determinar, por medio de un estudio preoperacional adecuado, todas las *vías de exposición* significativas por las que los radionucleidos vertidos puedan causar *exposición del público*;
- c) evaluar las *dosis* a los *grupos críticos* debidas a los vertidos planeados;
- d) presentar esta información a la *autoridad reglamentadora* como aporte para el establecimiento de límites de vertido *autorizados* y de condiciones para su aplicación^{35/}.

175. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, durante las fases de funcionamiento de las *fuentes* sometidas a su responsabilidad:

- a) reducir todos los *vertidos radiactivos* al valor más bajo, inferior a los límites de vertido *autorizados*, que pueda razonablemente alcanzarse;
- b) realizar la vigilancia radiológica de los vertidos de radionucleidos con detalle y exactitud suficientes para demostrar la observancia de los límites de vertido *autorizados* y permitir la estimación de la exposición de los *grupos críticos*;
- c) registrar los resultados de la *vigilancia radiológica* y las *exposiciones* estimadas;
- d) informar de los resultados de la *vigilancia radiológica* a la *autoridad reglamentadora* a intervalos *aprobados*;
- e) informar rápidamente a la *autoridad reglamentadora* de cualesquier vertidos que sobrepasen los límites de vertido *autorizados*, de conformidad con los criterios establecidos en materia de informes por la *autoridad reglamentadora*.

176. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, según proceda y de acuerdo con la *autoridad reglamentadora*, examinar y ajustar, a la luz de la experiencia de

^{35/} Organismo Internacional de Energía Atómica, Principios para la limitación de las emisiones de efluentes radiactivos al medio ambiente, Colección Seguridad, Núm. 77, OIEA, Viena (1987).

funcionamiento, las medidas de control de vertidos aplicables a las *fuentes* sometidas a su responsabilidad, teniendo en cuenta toda variación de las *vías de exposición* y de la composición de los *grupos críticos* que pudiera influir en la evaluación de las *dosis* debidas a los vertidos.

7. VIGILANCIA RADIOLOGICA Y VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL

177. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán, cuando proceda:

- a) establecer y ejecutar un programa de *vigilancia radiológica* suficiente para proporcionar la certidumbre de que se satisfacen los requisitos prescritos por las Normas acerca de la *exposición del público* a las *fuentes* de irradiación externa, y para evaluar dicha *exposición*;
- b) establecer y ejecutar un programa de *vigilancia radiológica* ambiental suficiente para proporcionar la certidumbre de que se satisfacen los requisitos prescritos por las Normas para los vertidos de sustancias radiactivas al medio ambiente y los requisitos fijados por la *autoridad reglamentadora* al conceder la *autorización* de vertido, y de que las condiciones supuestas para la derivación de los límites de vertido *autorizados* siguen siendo válidas y suficientes para permitir la estimación de las *exposiciones* causadas a los *grupos críticos*;
- c) mantener registros apropiados de los resultados de los programas de *vigilancia radiológica* y *vigilancia radiológica* ambiental;
- d) presentar a la *autoridad reglamentadora*, a intervalos *aprobados*, un resumen de los resultados de la *vigilancia radiológica*;
- e) informar rápidamente a la *autoridad reglamentadora* de todo aumento significativo de los campos de *radiación* o de la *contaminación* ambientales que pudiera atribuirse a los haces de radiación o a los *vertidos radiactivos* provenientes de las fuentes sometidas a su responsabilidad;
- f) adquirir y mantener capacidad para llevar a cabo actividades de *vigilancia radiológica* y *vigilancia radiológica* ambiental de emergencia, en caso de incrementos imprevistos de los campos de *radiación* y de la *contaminación* radiactiva debidos a accidentes u otros sucesos insólitos que afecten a las *fuentes* sometidas a su responsabilidad;
- g) verificar la validez de las hipótesis admitidas para la anterior evaluación de las consecuencias radiológicas de los *vertidos*.

8. PRODUCTOS DE CONSUMO

178. No deberán suministrarse a los *miembros del público* *productos de consumo* que puedan causar *exposición* a la *radiación*, a no ser que:

- a) tal *exposición* esté excluida del ámbito de las Normas;
- b) dichos productos satisfagan los requisitos de *exención* especificados en el Anexo I o hayan sido declarados exentos por la *autoridad reglamentadora*;
- c) los mencionados productos hayan sido *autorizados* para su utilización por los *miembros del público*.

179. Los *suministradores de productos de consumo* no declarados exentos deberán velar por que tales productos se ajusten a los requisitos prescritos por las Normas, en particular sus aspectos de diseño y construcción que pudieran influir en la *exposición* de las personas en las circunstancias normales de manipulación y utilización, así como en caso de manipulación o utilización defectuosas, de accidente o de evacuación, y velar por que dichos productos se hayan optimizado, aplicando las *restricciones de dosis* establecidas o *aprobadas* por la *autoridad reglamentadora* y teniendo en cuenta:

- a) los diversos radionucleidos que pudieran utilizarse y sus tipos de radiación, energías, actividades y períodos de semidesintegración;
- b) la forma química y física de los radionucleidos que pudieran utilizarse y su influencia en la *protección* y la *seguridad* en circunstancias normales y anormales;
- c) la contención y el blindaje del material radiactivo presente en el producto de consumo y la accesibilidad de este material en circunstancias normales y anormales;
- d) la necesidad de actividades de mantenimiento o de reparación y las formas en que éstas pudieran realizarse;
- e) la experiencia adquirida al respecto con *productos de consumo* similares.

180. Los *suministradores de productos de consumo* deberán velar por que:

- a) cuando sea factible, se fije firmemente a una superficie bien visible de cada *producto de consumo* una etiqueta legible que haga constar que:
 - i) el producto contiene material radiactivo;
 - ii) la venta del producto al público ha sido *autorizada* por la *autoridad reglamentadora* competente;
- b) la información indicada en el apartado a) aparezca también en forma legible en el envase en que se suministre el *producto de consumo*.

181. Los *suministradores de productos de consumo* deberán facilitar con cada uno de esos productos información e instrucciones claras y adecuadas sobre:

- a) la instalación, el uso y el mantenimiento correctos del producto;
- b) las cuestiones de mantenimiento y reparación;

- c) los radionucleidos presentes y sus *actividades* en una fecha determinada;
- d) las tasas de *dosis de radiación* en condiciones de funcionamiento normal y durante las actividades de mantenimiento y reparación;
- e) los procedimientos de evacuación recomendados.

APENDICE IV

EXPOSICIONES POTENCIALES: SEGURIDAD DE LAS FUENTES

1. RESPONSABILIDADES

182. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por la *seguridad* de las *fuentes*, incluidas las instalaciones, de las que sean responsables y además deberán:

- a) aplicar los "Requisitos principales" prescritos por las Normas;
- b) aplicar, según proceda, los requisitos detallados prescritos en el Apéndice IV.

183. En las publicaciones de la Colección Seguridad del OIEA pertenecientes a los programas NUSS y RADWASS, así como en documentos de las *Organizaciones patrocinadoras*, se facilita orientación sobre los aspectos prácticos relativos a la *seguridad* de las *instalaciones nucleares* y de las *instalaciones de gestión de desechos radiactivos*. En esta sección se especifican los requisitos referentes a los aspectos prácticos de la *seguridad* de las *fuentes* y *prácticas* distintas de las *instalaciones nucleares* y las *instalaciones de gestión de desechos radiactivos*, como apoyo a los "Requisitos principales" de las Normas.

2. EVALUACION DE LA SEGURIDAD

184. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán efectuar una *evaluación de la seguridad* genérica o específica para la *fente* de la que sean responsables, conforme a lo prescrito por los "Requisitos principales". Para los tipos de *fente* cuyo diseño presenta un alto grado de uniformidad, suelen ser suficientes las *evaluaciones de la seguridad* genéricas. En los demás casos se requiere por lo general una *evaluación de la seguridad* específica, pero no es necesario que en ésta se reexaminen los aspectos considerados en una *evaluación de la seguridad* genérica, si se ha realizado ya tal evaluación para la fuente.

185. La *evaluación de la seguridad* deberá incluir, según proceda, un examen crítico sistemático de:

- a) la naturaleza y magnitud de las *exposiciones potenciales* y su probabilidad;
- b) los *límites* y condiciones técnicas de funcionamiento de la *fente*;
- c) las posibles modalidades de fallo de las estructuras, sistemas, componentes y procedimientos relacionados con la *protección o seguridad*, aisladamente o en combinación, o de otras causas de *exposiciones potenciales*, y las consecuencias de tales fallos;
- d) las posibilidades de alteración de la *protección o seguridad* a causa de cambios en el medio ambiente;

- e) las posibilidades de error en los procedimientos operacionales relacionados con la *protección o seguridad*, y las consecuencias de tales errores;
- f) las consecuencias, en lo que atañe a la *protección y seguridad*, de toda modificación propuesta.

186. El titular registrado o el *titular licenciado* deberá tener en cuenta, según corresponda, en la *evaluación de la seguridad*:

- a) los factores que pudieran precipitar una emisión considerable de una sustancia radiactiva y las medidas aplicables para evitar o controlar esa emisión, así como la actividad máxima de cualquier sustancia radiactiva que pudiera ser emitida a la atmósfera en caso de un gran fallo de la *contención*;
- b) los factores que pudieran precipitar una emisión menor pero continua de una sustancia radiactiva y las medidas aplicables para evitar o controlar tal emisión;
- c) los factores que pudieran originar la presencia fortuita de todo haz de radiación, así como las medidas aplicables para prevenir, detectar y controlar tales sucesos;
- d) la medida en que los dispositivos de seguridad redundantes y diversos, independientes entre sí de modo que el fallo de uno no cause el fallo de ningún otro, son apropiados para restringir la probabilidad y magnitud de las *exposiciones potenciales*.

187. La *evaluación de la seguridad* deberá apoyarse con documentos y, si procede, ser objeto de examen independiente en el marco del programa pertinente de garantía de calidad. Deberán efectuarse los exámenes suplementarios que se precisen para cerciorarse de que continúan satisfaciéndose las especificaciones técnicas o las condiciones de uso siempre que:

- a) se contemplen modificaciones significativas de una *fuentes* o su instalación conexas, o bien de los procedimientos para su explotación o mantenimiento;
- b) la experiencia de funcionamiento, u otra información sobre *accidentes*, fallos, errores u otros sucesos que pudieran conducir a exposiciones potenciales, indique la posibilidad de que la evaluación vigente no sea válida;
- c) se contemplen o se hayan introducido modificaciones significativas en las actividades, o modificaciones importantes de directrices o normas.

188. Si como resultado de una *evaluación de la seguridad*, o por cualquier otra razón, parecen existir y ser deseables oportunidades de mejorar las medidas de *protección o seguridad* relacionadas con una *fuentes* adscrita a una *práctica*, toda modificación que se introduzca en consecuencia deberá efectuarse de manera prudente y solo tras una evaluación

favorable de todas las repercusiones en la *protección y seguridad*, y si esas mejoras no puedan todas hacerse realidad, o no todas a la vez, deberá establecerse entre ellas un orden de prioridad cuyo resultado sea una mejora óptima de la *protección o seguridad*.

3. REQUISITOS DE DISEÑO

3.1. Responsabilidades

189. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*, en cooperación específica con los suministradores, deberán velar por que se cumplan las siguientes responsabilidades, cuando proceda:

- a) conseguir una *fente* bien diseñada y construida que:
 - i) ofrezca condiciones de *protección y seguridad* que estén en conformidad con las Normas;
 - ii) se ajuste a las especificaciones técnicas, de comportamiento y de funcionamiento;
 - iii) satisfaga normas de calidad que estén en consonancia con la significación de los componentes y sistemas para la *protección y la seguridad*;
- b) hacer que las *fuentes* se ensayen para demostrar su conformidad con las especificaciones correspondientes;
- c) facilitar, en un idioma internacional importante, aceptable para el usuario, información sobre la instalación y el uso correctos de la *fente* y sobre los *riesgos* de ella derivados.

190. Además, cuando proceda, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán concertar con los suministradores de las fuentes disposiciones adecuadas para:

- a) establecer y mantener mecanismos para que los suministradores obtengan de dichos titulares o de otros usuarios información sobre el empleo, mantenimiento, experiencia de funcionamiento, desmantelamiento y evacuación de las *fuentes*, y sobre todas las condiciones particulares de funcionamiento, normales o anormales, que puedan ser importantes para la protección de las personas o la seguridad de la fuente;
- b) establecer y mantener un mecanismo para transmitir a los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* retroinformación que pueda tener consecuencias para la *protección o seguridad* que afecten a otros *titulares registrados* o *titulares licenciados*, o que pueda tener consecuencias para la mejora futura de la *protección o seguridad* en el diseño de los productos.

3.2. Prevención de accidentes y atenuación de sus consecuencias

191. Los sistemas y componentes de las *fuentes* que estén relacionados con la *protección* o *seguridad* deberán diseñarse, construirse, manejarse y mantenerse de forma que se eviten, en la medida factible, los *accidentes* y, en general, se restrinjan la magnitud y la probabilidad de la *exposición* de los *trabajadores* y los *miembros del público* a los niveles más bajos que puedan razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta las consideraciones sociales y económicas.

192. El *titular registrado* o el *titular licenciado* de una *fuerce* o *práctica* deberá adoptar las disposiciones adecuadas para:

- a) evitar, en la medida de lo posible, todo *accidente*, suceso o incidente que pueda preverse razonablemente en relación con la *fuerce* o la *práctica*;
- b) limitar las consecuencias de todo *accidente*, suceso o incidente que ocurra;
- c) suministrar a los *trabajadores* la información, capacitación y equipo necesarios para restringir su *exposición* potencial;
- d) asegurar la existencia de procedimientos adecuados para el control de la *fuerce* y de todo *accidente* potencial que quepa razonablemente prever;
- e) hacer que exista la posibilidad de inspeccionar los sistemas, componentes y equipo importantes para la seguridad, así como de ensayarlos periódicamente para detectar toda degradación que pudiera dar lugar a condiciones anormales o a un comportamiento deficiente;
- f) hacer que exista la posibilidad de realizar sin *exposición ocupacional* inadmisibles las actividades de mantenimiento, inspección y ensayo apropiadas para preservar los dispositivos de *protección* y *seguridad*;
- g) prever, siempre que proceda, sistemas automáticos que corten o reduzcan con seguridad el flujo de *radiación* de las *fuentes* en caso de que las condiciones de funcionamiento rebasen los límites prescritos;
- h) conseguir, mediante sistemas de *vigilancia radiológica* que reaccionen con rapidez suficiente para permitir la adopción de medidas correctoras oportunas, la detección de las condiciones de funcionamiento anormales que puedan afectar apreciablemente a la *protección* o *seguridad*;
- i) garantizar la disponibilidad de toda la documentación importante para la seguridad en idiomas de uso local.

193. Conforme a lo prescrito en el Apéndice V, si la *evaluación de la seguridad* indica que, a la luz de criterios razonables, subsiste la probabilidad de un *accidente* que afecte a los *trabajadores* o a los *miembros del público*, el *titular registrado* o el *titular licenciado* deberá preparar un *plan de emergencia*. Este plan se ha de diseñar de forma que preserve, en todo lo posible, la *protección* y *seguridad* de cualquier persona que pueda ser afectada por el

accidente. Como parte de este plan, el *titular registrado* o el *titular licenciado* debe velar por que:

- a) todo *trabajador* que esté sometido al control de dichos titulares y pueda intervenir en las disposiciones previstas en el plan, o ser afectado por ellas, haya recibido capacitación adecuada y suficiente y, cuando proceda, se le hayan suministrado equipo protector y dosímetros apropiados;
- b) cuando proceda, se realicen a intervalos adecuados ensayos de las disposiciones previstas en los planes.

3.3. Ubicación y emplazamiento de las fuentes

194. Al seleccionar la ubicación de una *fente* pequeña, dentro de instalaciones tales como hospitales y fábricas, se deberán tener en cuenta:

- a) los factores que pudieran influir en la *seguridad* tanto operacional como física de la *fente*;
- b) los factores que pudieran influir en la *exposición ocupacional* y en la *exposición del público* causadas por la *fente*, en particular las características tales como la ventilación, el blindaje y la distancia a las zonas ocupadas;
- c) las posibilidades que ofrece el diseño técnico para atender los factores antedichos.

195. Al seleccionar un emplazamiento de una fuente que contenga un gran inventario de sustancias radiactivas y pueda producir emisiones de grandes cantidades de dichas sustancias, se deberán tener en cuenta todas las características que pudieran afectar a la seguridad radiológica de la *fente* y las características que pudieran ser afectadas por la *fente*, así como la viabilidad de una *intervención* fuera del emplazamiento, incluida la ejecución de *planes de emergencia* y *acciones protectoras*.

4. REQUISITOS DE EXPLOTACION

4.1. Responsabilidades

196. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* podrán delegar ciertas funciones que formen parte de la explotación de las *fuentes* sometidas a su responsabilidad pero deberán seguir teniendo la obligación de velar por que todas las operaciones se realicen en conformidad con los requisitos prescritos por las Normas.

197. Cuando así corresponda, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deben:

- a) establecer pautas claras en materia de responsabilidad y deberes relativos a la *protección y seguridad* de las *fuentes* durante toda su vida útil, y crear estructuras organizativas encargadas de esa *protección y seguridad*, según proceda;
- b) cuando tengan bajo su control una *fente* que pueda originar *exposiciones* de nivel superior a los niveles que, según lo especificado por la *autoridad reglamentadora*, requieran una *evaluación de la seguridad* específica conforme a lo prescrito en el Apéndice IV, realizar esa evaluación específica y mantenerla al día;
- c) evaluar las consecuencias probables de toda *exposición potencial*, así como su magnitud y probabilidad y el número de personas a las que pueda afectar;
- d) tener establecidos procedimientos de explotación que sean objeto de examen periódico y de actualización en el marco de un programa adecuado de garantía de calidad;
- e) establecer procedimientos para la notificación de *accidentes*, sucesos e incidentes, y sacar las enseñanzas de ellos derivadas;
- f) adoptar disposiciones para el examen periódico de la eficacia global de las medidas de *protección y seguridad*;
- g) velar por que se ejecuten actividades adecuadas de mantenimiento, ensayo, inspección y revisión técnica, según sea preciso para que las *fuentes* puedan seguir satisfaciendo durante toda su vida útil los requisitos de *protección y seguridad* previstos en el diseño.

4.2. Contabilidad de las fuentes

198. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán mantener un sistema de contabilidad en el que consten, en particular:

- a) la ubicación y descripción de cada *fente* de la que sean responsables;
- b) la *actividad* y forma de cada sustancia radiactiva de la que sean responsables.

4.3. Investigaciones y seguimiento

199. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán realizar investigaciones en debida forma, según especifique la *autoridad reglamentadora*, cuando

- a) una magnitud o un parámetro de funcionamiento relacionado con la *protección* o la *seguridad* sobrepase un nivel de investigación o se salga de los límites del régimen de funcionamiento estipulado;

- b) sobrevenga un fallo de equipo, *accidente*, error, contratiempo u otro suceso o circunstancia insólitos que pueda ser causa de que una magnitud rebase cualquier *límite* o restricción de funcionamiento aplicables.

200. La investigación se deberá realizar lo antes posible tras el suceso y se deberá presentar un informe escrito sobre su causa, con verificación o determinación de las *dosis* recibidas o comprometidas, así como recomendaciones para evitar la repetición de sucesos similares.

201. Se deberá comunicar lo antes posible a la *autoridad reglamentadora*, y a las demás partes que corresponda, un informe resumido de toda investigación formal prescrita por la *autoridad reglamentadora* en relación con sucesos, incluidas las *exposiciones* que sobrepasen un *límite de dosis*.

4.4. Preparación para la gestión de accidentes

202. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán estar preparados para adoptar cualquier medida necesaria a fin de afrontar y corregir todo contratiempo o *accidente* de funcionamiento razonablemente previsible que pudiera afectar a una *fuelle*.

203. En el caso de las *fuentes* que puedan producir *exposiciones* anormales, cuando exista la posibilidad de adoptar medidas para controlar o influir de otra manera en la evolución de un *accidente* y atenuar sus consecuencias, los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán:

- a) preparar de antemano guías sobre la gestión de *accidentes* en sus instalaciones, que tengan en cuenta la respuesta prevista de los dispositivos de *protección y seguridad* de la *fuelle* a los *accidentes*;
- b) facilitar el equipo, la instrumentación y los medios de ayuda para el diagnóstico que sean necesarios para controlar la evolución y las consecuencias de los *accidentes* que afecten a las *fuentes*;
- c) adiestrar al personal operador y de lucha contra *emergencias*, y readiestrarlo periódicamente, en los procedimientos que han de seguirse si ocurre un *accidente*.

4.5. Retroinformación relativa a experiencia de funcionamiento

204. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán velar por que la información sobre las operaciones tanto normales como anormales, significativas para la *protección o seguridad*, se difunda o se facilite, según proceda, a la *autoridad reglamentadora* y a otras partes interesadas que especifique la *autoridad reglamentadora*. Esta información puede

referirse, por ejemplo, a las *dosis* asociadas a las actividades indicadas, los datos de mantenimiento, la descripción de los sucesos y las medidas correctoras.

5. GARANTIA DE CALIDAD

205. Los *titulares registrados* y los *titulares licenciados* deberán ser los responsables de establecer el programa de garantía de calidad prescrito por los "Requisitos principales" de estas Normas, y la naturaleza y amplitud del programa de garantía de calidad deberá estar en consonancia con la magnitud y probabilidad de las *exposiciones potenciales* resultantes de las *fuentes* que tengan bajo su responsabilidad dichos titulares.

206. El programa de garantía de calidad deberá prever:

- a) medidas planificadas y sistemáticas para verificar con confianza suficiente que se satisfacen los requisitos de diseño y funcionamiento prescritos en cuanto a *protección y seguridad*, con inclusión de disposiciones para la retroinformación relativa a la experiencia de funcionamiento;
- b) pautas para el análisis de las tareas, la elaboración de métodos, el establecimiento de normas y la definición de las competencias técnicas necesarias para el diseño y la explotación de la *fente*;
- c) la verificación de los diseños y el suministro y utilización de materiales, de los métodos de fabricación, inspección y ensayo, y de los procedimientos operacionales y de otra naturaleza.

APENDICE V

SITUACIONES DE EXPOSICION DE EMERGENCIA

1. RESPONSABILIDADES

207. Se supone que el Estado habrá determinado por anticipado, para las *situaciones de exposición de emergencia*, la distribución de las funciones de gestión de las intervenciones entre la *autoridad reglamentadora*, las *entidades intervinientes* nacionales y locales, así como los *titulares registrados* o los *titulares licenciados*.

2. PLANES DE EMERGENCIA

208. Se deberán preparar planes de emergencia, por separado pero mutuamente relacionados, que especifiquen cómo se cumplirán las funciones de gestión de las intervenciones en el emplazamiento, fuera del emplazamiento y más allá de las fronteras nacionales, según proceda.

209. Las autoridades competentes deberán velar por que:

- a) se preparen y *aprueben* planes de emergencia para toda *práctica* o *fuentes* que pueda hacer necesaria una *intervención* de emergencia;
- b) las *entidades intervinientes* participen en la preparación de los planes de emergencia, según proceda;
- c) al fijar el contenido, las particularidades y el alcance de los planes de emergencia se tengan en cuenta los resultados de todo análisis de *accidentes* y todas las enseñanzas derivadas de la experiencia de funcionamiento y de los *accidentes* que hayan ocurrido con *fuentes* de tipo similar;
- d) los planes de emergencia se examinen y actualicen periódicamente;
- e) se adopten disposiciones para el adiestramiento del personal encargado de ejecutar los planes de emergencia y dichos planes se ensayen a intervalos adecuados juntamente con las autoridades nombradas al efecto;
- f) se facilite información, por anticipado, a los miembros del público que quepa razonablemente prever que serán afectados por un accidente.

210. Los planes de emergencia deberán incluir los siguientes puntos, según proceda:

- a) atribución de funciones en lo relacionado con la notificación a las autoridades competentes y el inicio de la *intervención*;

- b) indicación de las diversas condiciones de funcionamiento y de otro tipo de la *fuerza* que pudieran originar la necesidad de una *intervención*;
- c) los *niveles de intervención*, basados en la consideración de las directrices contenidas en el Anexo V, correspondientes a las acciones protectoras procedentes y el alcance de su aplicación, teniendo en cuenta los posibles grados de gravedad de los *accidentes* o las emergencias que pudieran sobrevenir;
- d) los procedimientos, incluidas las medidas en materia de comunicaciones, para contactar con las *entidades intervinientes* que corresponda y para obtener la asistencia de los servicios de lucha contra incendios, asistencia médica, policía y demás entidades pertinentes;
- e) una descripción de los métodos y la instrumentación a utilizar para evaluar el *accidente* y sus consecuencias en el emplazamiento y fuera de él;
- f) una descripción de las disposiciones relativas a información pública en caso de accidente;
- g) los criterios para poner fin a cada acción protectora;

211. Los titulares registrados y los *titulares licenciados* deberán velar por que se adopten disposiciones adecuadas a fin de obtener rápidamente información suficiente y comunicarla a las autoridades responsables, para:

- a) la pronta predicción o evaluación de la magnitud y significación de todo vertido accidental de sustancias radiactivas al medio ambiente;
- b) la evaluación rápida y continua del accidente durante su evolución;
- c) determinar la necesidad de acciones protectoras.

212. Los planes de emergencia en el emplazamiento deberán ser ejecutados por los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*.

213. Los planes de emergencia fuera del emplazamiento y, en su caso, más allá de las fronteras deberán ser ejecutados por las *entidades intervinientes*.

3. INTERVENCION EN LAS SITUACIONES DE EXPOSICION DE EMERGENCIA

3.1. Generalidades

214. En las situaciones de *exposición de emergencia*, la *intervención* deberá realizarse en base a *niveles de intervención* y *niveles de actuación*. Los *niveles de intervención* se

expresan en función de la *dosis* que se espere evitar a lo largo del tiempo gracias a una *acción protectora* específica ligada a la intervención, y los *niveles de actuación*, en función de la concentración de la actividad de los radionucleidos, por ejemplo, en los alimentos, el agua y los productos agrícolas.

215. Los *niveles de intervención* y los *niveles de actuación* deberán optimizarse para las *acciones protectoras* correspondientes, pero no deben dar lugar a que se rebasen ciertos niveles de *dosis* para los que se justificará casi siempre una *intervención*. Los valores de los *niveles de intervención* adoptados en los *planes de emergencia* deberán usarse como criterios iniciales para la puesta en práctica de *acciones protectoras*, pero podrán modificarse para tener en cuenta las circunstancias existentes y su evolución probable.

3.2. Justificación de la intervención

216. Las *acciones protectoras* estarán casi con certeza justificadas cuando, de no adoptarse, sea probable que la *dosis proyectada*, más bien que la *dosis* evitada, o la tasa de *dosis* a cualquier individuo, produzca una lesión grave. En tales circunstancias, tendrá que justificarse toda decisión de no adoptar urgentemente una *medida protectora*. En el Anexo IV se indican los niveles de *dosis* que pudieran producir tal lesión.

3.3. Optimización de las acciones protectoras: niveles de intervención y niveles de actuación

3.3.1. Niveles de intervención y de actuación para acciones protectoras inmediatas

217. Las decisiones de emprender una *acción protectora* inmediata deberán tomarse teniendo en cuenta las circunstancias existentes en el momento de un accidente y más bien basarse en la expectativa de una emisión de sustancias radiactivas al medio ambiente, cuando esto sea posible, que demorarse en espera de mediciones para confirmar la emisión. Además de estas *acciones protectoras*, existen otras como la descontaminación personal o formas elementales de protección respiratoria, a las que puede recurrirse en casos especiales, pero para las que no se han establecido *límites de intervención*.

218. Los *niveles de intervención* para *acciones protectoras* inmediatas, incluida la permanencia en edificios, la evacuación y la profilaxis con yodo, deberán especificarse en los planes de *emergencia* teniendo en cuenta la orientación dada en el Anexo V, y la *intervención* deberá considerarse para toda población en la que se prevea que la *dosis evitable* rebasará los *niveles de intervención*.

219. En los planes de *emergencia* deberán especificarse *niveles de actuación* para retirar del consumo y sustituir determinados productos alimenticios y agua potable, según proceda.

220. Si no hay escasez de alimentos ni existen otros factores sociales o económicos apremiantes, los *niveles de actuación* para la retirada y sustitución de determinados productos alimenticios y de agua potable deberán basarse en las orientaciones que figuran en el Anexo V y deberán ajustarse a las recomendaciones de la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius acerca del comercio internacional de alimentos contaminados por radionucleidos^{36/}. Los niveles de actuación deberán aplicarse a los alimentos en la forma en que se consumen, y a los alimentos desecados o concentrados, tras su dilución o reconstitución.

221. En ciertas circunstancias, si los alimentos escasean o existen otras poderosas consideraciones sociales o económicas, sería de prever el empleo de *niveles de actuación* optimizados más altos para los alimentos y el agua potable. De todas formas, las decisiones de tomar medidas cuando se hayan rebasado los *niveles de actuación* especificados en el Anexo V deberán estar sujetas al proceso de justificación de la *intervención* y de optimización de los *niveles de actuación*.

222. Pueden usarse *niveles de actuación* diez veces mayores que los correspondientes a los alimentos importantes en el caso de los alimentos tales como las especias, que se consumen en pequeñas cantidades (p.ej. menos de 10 kg por persona y año) y representan una fracción minúscula de la dieta total, por lo que causarían aumentos exiguos de la *exposición* individual.

3.4. Niveles de intervención y de actuación para las acciones protectoras a más largo plazo

223. A raíz de la *contaminación* de tierra o agua tras un *accidente*, se deberá considerar la conveniencia de *acciones protectoras* en agricultura e hidrología y otras de tipo técnico o industrial, teniendo en cuenta la orientación de la FAO y el OIEA sobre accidentes que impliquen exposición a radiaciones y sobre *contramedidas en agricultura*^{37/}.

^{36/} Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comisión del Codex Alimentarius; Codex Alimentarius, Vol. 1 (1991), Sección 6.1, "Niveles relativos a los radionucleidos".

^{37/} Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Radiation Accidents and Agricultural Countermeasures, FAO/OIEA, Viena (1993).

224. El comercio internacional de alimentos que hayan sido contaminados por radionucleidos deberá efectuarse con sujeción a las recomendaciones de la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius^{38/} especificadas en el Anexo V.

225. Se deberán especificar en los planes de emergencia los *niveles de intervención* para el realojamiento temporal y el regreso de las personas expuestas, teniendo en cuenta la orientación ofrecida en el Anexo V.

226. La *entidad interviniente* deberá mantener a las personas que estén temporalmente realojadas informadas acerca del momento probable de regreso a sus domicilios y de la salvaguardia de sus bienes.

227. Deberá considerarse la conveniencia del reasentamiento permanente de las personas expuestas cuando:

- a) se prevea que la duración del realojamiento temporal exceda de un período convenido;
- b) se justifique el reasentamiento permanente en virtud de la *dosis* que pueda evitarse.

En el Anexo V se facilita orientación sobre los *niveles de intervención* genéricos para el reasentamiento permanente.

228. Se deberán efectuar consultas adecuadas con las personas potencialmente afectadas antes de iniciar programas de reasentamiento permanente.

4. EVALUACION Y VIGILANCIA RADIOLOGICA A RAIZ DE ACCIDENTES

229. Deberán tomarse todas las medidas razonables para evaluar la *exposición* sufrida por los *miembros del público* a consecuencia de un *accidente*, y los resultados de las evaluaciones deberán hacerse accesibles al público.

230. Las evaluaciones se deberán basar en la información más correcta disponible, y deberán actualizarse rápidamente a la luz de toda información que produjere resultados considerablemente más exactos.

^{38/} Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comisión del Codex Alimentarius; Codex Alimentarius, Vol. 1 (1991), Sección 6.1, "Niveles relativos a los radionucleidos".

231. Deberán mantenerse registros detallados de las evaluaciones y sus actualizaciones, así como de los resultados de la *vigilancia radiológica* de los *trabajadores*, el público y el medio ambiente.

5. FIN DE LA INTERVENCION TRAS UN ACCIDENTE

232. Una *acción protectora* se dará por terminada cuando una nueva evaluación muestre que ya no se justifica la continuación de la acción.

6. PROTECCION DE LOS TRABAJADORES PARTICIPANTES EN UNA INTERVENCION

233. Ningún *trabajador* participante en una *intervención*^{39/} deberá ser expuesto de modo que se rebase el *límite de dosis* máximo para la *exposición ocupacional* en un solo año, especificado en el Anexo II, excepto:

- a) con el fin de salvar vidas o prevenir lesiones graves;
- b) cuando participe en acciones destinadas a evitar una *gran dosis colectiva*;
- c) cuando participe en acciones para impedir la gestación de situaciones catastróficas.

Al participar en una *intervención* en esas circunstancias, deberán realizarse toda clase de esfuerzos razonables para mantener las *dosis* a los *trabajadores* por debajo del doble del *límite de dosis* máximo para un solo año, excepto en el caso de acciones para salvar vidas, en que se deberá poner todo empeño en mantener las *dosis* por debajo del décuplo del *límite de dosis* máximo para un solo año a fin de evitar *efectos deterministas* en la salud. Además, los *trabajadores* que participen en acciones en las que su *dosis* pueda tener un valor próximo o superior al décuplo del *límite de dosis* máximo para un solo año deberán hacerlo solo cuando los beneficios a terceros sean claramente mayores que el *riesgo* propio.

234. Los *trabajadores* que participen en acciones en que la *dosis* pueda rebasar el límite de dosis máximo para un solo año deberán ser voluntarios^{40/} y ser informados clara y detalladamente, por anticipado, del *riesgo* para la salud inherente a su actuación y, en la medida posible, deberán ser adiestrados para las acciones que se necesiten.

^{39/} Los *trabajadores* participantes en una *intervención* pueden ser, además de los empleados por los *titulares licenciados* y los *titulares registrados*, el personal de servicios tales como los de policía, bomberos y asistencia médica, más los conductores y dotaciones de los vehículos de evacuación.

^{40/} Cuando, en ciertas circunstancias, intervenga personal militar, es posible que no sean de aplicación estos requisitos. Ahora bien, la exposición de dicho personal deberá limitarse a niveles ad hoc que habrá de especificar la *autoridad reglamentadora*.

235. Deberá especificarse en los planes de *emergencia* la persona responsable de asegurar el cumplimiento de los requisitos que anteceden.

236. Una vez finalizada la fase "emergencia" de una *intervención*, los *trabajadores* que participen en operaciones de restauración, tales como la reparación de instalaciones y edificios, la evacuación de desechos o la *descontaminación* del emplazamiento y la zona circundante, deberán someterse al sistema completo de requisitos detallados prescritos para la *exposición ocupacional* en el Apéndice I.

237. Se deberán adoptar todas las disposiciones razonables para proporcionar protección adecuada durante la *intervención* de emergencia y evaluar y registrar las *dosis* recibidas por los *trabajadores* que participen en una *intervención* de emergencia. Una vez finalizada la *intervención*, deberán comunicarse a los trabajadores afectados las *dosis* recibidas y el *riesgo* consiguiente para su salud.

238. Normalmente, no se deberá impedir a los *trabajadores* seguir estando sometidos a *exposición ocupacional* a causa de las *dosis* recibidas en una situación de *exposición de emergencia*. Sin embargo, se deberá recabar asesoramiento médico cualificado antes de continuar la exposición si un *trabajador* ha sido afectado por una *exposición de emergencia*, recibe una *dosis* superior al décuplo del *límite de dosis* máximo para un solo año, o a petición del *trabajador*.

APENDICE VI

SITUACIONES DE EXPOSICION CRONICA

1. RESPONSABILIDADES

239. Se supone que el Estado habrá determinado la distribución de las funciones de gestión de las intervenciones, en las situaciones de *exposición crónica*, entre la *autoridad reglamentadora*, las *entidades intervinientes* nacionales y locales, así como los *titulares registrados* y los *titulares licenciados*.

2. PLANES DE ACCIONES REPARADORAS

240. La *entidad interviniente* deberá preparar, según proceda, los *planes de medidas reparadoras*, genéricos o específicos para los emplazamientos, aplicables en situaciones de *exposición crónica*. Los planes deberán especificar *acciones reparadoras* y *niveles de actuación* que se hayan justificado y optimizado teniendo en cuenta:

- a) las *exposiciones* individuales y colectivas;
- b) los *riesgos* radiológicos y no radiológicos;
- c) los costos financieros y sociales, los beneficios y la responsabilidad financiera derivados de las *acciones reparadoras*.

3. NIVELES DE ACTUACION PARA LAS SITUACIONES DE EXPOSICION CRONICA^{41/}

241. Los *niveles de actuación* para una *intervención* en forma de *acción reparadora* se deberán especificar en función de magnitudes apropiadas, tales como la *tasa de dosis equivalente ambiental* media anual o una concentración media adecuada de la *actividad* de radionucleidos existente en el momento en que se estudie la *acción reparadora*.

242. En relación con los *niveles de actuación* para las situaciones de *exposición crónica*, se deberán tener en cuenta los beneficios y costos evaluados en el plan de acción reparadora. En lo que atañe al radón presente en viviendas y puestos de trabajo, se supone que los *niveles de actuación* optimizados estarán en general en consonancia con las orientaciones dadas en el Anexo VI.

^{41/} Al aprobarse las Normas solo existían recomendaciones de la CIPR acerca de la *exposición crónica* al radón. Por tanto, los requisitos detallados y cuantitativos referentes a las situaciones de *exposición crónica* se centran en la exposición al radón.

243. La decisión de efectuar *acciones reparatoras* en caso de situaciones de *exposición crónica* en viviendas deberá ser voluntaria cuando se trate de domicilios ocupados por sus propietarios y, en los demás casos, la *autoridad reglamentadora* o la *entidad interviniente* deberá decidir si las medidas especificadas en los planes de *acciones reparatoras* han de adoptarse cuando se alcance o rebase un *nivel de actuación*^{42/}.

^{42/} Las recomendaciones de la CIPR subrayan el papel de las autoridades nacionales al decidir el nivel de la financiación destinada a la reducción general del *radón* o a la mejora de las viviendas en otros aspectos (Véase Comisión Internacional de Protección Radiológica; Publication No. 65; Protection against Radon-222 at Home and at Work; Annals of the ICRP, Vol. 23, Núm. 2, Pergamon Press (1993); párrafo 68)).

ANEXO I
EXENCIONES

ANEXO I

EXENCIONES

Criterios de exención

I.1. Las *prácticas* y las *fuentes* adscritas a las *prácticas* podrán declararse *exentas* de los requisitos prescritos por las Normas, incluidos los de *notificación*, *registro* o *concesión de licencia*, si la *autoridad reglamentadora* comprueba que las fuentes satisfacen los criterios o los niveles de *exención* especificados en este Anexo, u otros niveles de *exención* especificados por la *autoridad reglamentadora* basándose en estos criterios de *exención*. La *exención* no debe concederse para permitir prácticas que, de lo contrario, no serían justificadas.

I.2. Los principios generales de exención^{43/} son que:

- a) los *riesgos* de radiación para los individuos, causados por la *práctica* o la *fente* declaradas *exentas*, sean tan bajos que carezca de objeto su reglamentación;
- b) el impacto radiológico colectivo de la *práctica* o la *fente* declaradas *exentas* sea tan bajo que, en las circunstancias existentes, no sea preciso su control reglamentario;
- c) las *prácticas* y las *fuentes* declaradas *exentas* sean intrínsecamente seguras, sin ninguna probabilidad apreciable de escenarios que pudieran conducir a un incumplimiento de los criterios enunciados en a) y b).

I.3. Una *práctica* o una *fente* adscrita a una práctica podrá declararse *exenta*, sin ulterior estudio, siempre que se satisfagan los siguientes criterios en todas las situaciones posibles:

- a) la *dosis efectiva* que se prevea sufrirá cualquier *miembro del público* a causa de la *práctica* o la *fente exentas* sea del orden de 10 μSv o menos en un año, y
- b) o bien, la *dosis efectiva colectiva* comprometida resultante de un año de realización de la *práctica* no sea superior a 1 $\text{Sv} \cdot \text{hombre}$, aproximadamente, o bien una evaluación de la optimización de la *protección* demuestre que la *exención* es la opción óptima.

^{43/} Organismo Internacional de Energía Atómica; Principios para la exención del control reglamentario de prácticas y fuentes de radiación; Colección Seguridad Núm. 89, OIEA, Viena (1988).

Fuentes exentas y niveles de exención

I.4. Con arreglo a los criterios enunciados en los párrafo I.1. a I.3., las siguientes *fuentes* adscritas a *prácticas* quedan automáticamente *exentas*, sin más consideración, de los requisitos prescritos por las Normas, incluidos los de *notificación*, *registro* o *concesión de licencia*:

- a) Las sustancias radiactivas en las que la *actividad* total de un nucleido determinado presente en la instalación en cuestión en un momento dado, o bien la concentración de la *actividad* usada en la *práctica*, no sobrepase los límites de *exención* indicados en el cuadro 1 de este Anexo^{44/};
- b) los *generadores de radiación*, de tipo *aprobado* por la *autoridad reglamentadora*, y cualquier tubo electrónico, por ejemplo un tubo de rayos catódicos para la presentación de imágenes visuales siempre que:
 - i) no causen, en condiciones normales de funcionamiento, una tasa de *dosis equivalente ambiental* o una tasa de *dosis equivalente direccional*, según el caso, superior a un $1 \mu\text{Sv.h}^{-1}$ a una distancia de 0,1 m medida desde cualquier superficie accesible del aparato; o bien
 - ii) la energía máxima de la *radiación* producida no sea superior a 5 keV.

^{44/} Los niveles orientativos de *exención* que figuran en el cuadro I del Anexo I están sujetos a las siguientes consideraciones:

- a) Se han derivado utilizando un modelo prudencial basado en i) los criterios del párr. I.3, y ii) en una serie de escenarios limitantes (confinantes) de uso y evacuación. Los valores de la concentración de la actividad y de la actividad total representan los valores más bajos calculados según cualquier escenario, para una cantidad moderada de material. (Véase Comisión de las Comunidades Europeas; "Radiation Protection 65; Principles and methods for establishing concentrations and quantities below which reporting is not required in the European Directive".)
- b) La aplicación de la exención a los radionucleidos naturales se limita a la incorporación de estos radionucleidos en productos de consumo, o a su empleo como fuente radiactiva (p.ej. el Ra 226, el Po 210) o por sus propiedades como elementos (torio, uranio).
- c) Cuando se trate de más de un radionucleido, se deberá tener en cuenta la suma de los cocientes entre la *actividad* o la concentración de cada radionucleido y el correspondiente valor de la *actividad* o la concentración exentas.
- d) La *exención* de grandes cantidades de materiales con una concentración de la *actividad* menor que los *niveles de exención* podrá requerir un estudio más a fondo por parte de la *autoridad reglamentadora*.

I.5. Podrán concederse exenciones condicionales con sujeción a las condiciones que especifique la *autoridad reglamentadora*, relativas, por ejemplo, a la forma física o química y a la utilización o evacuación de las materias radiactivas. En particular, podrá concederse una *exención* de este tipo para un aparato que contenga sustancias radiactivas no *exentas* en virtud del apartado a) de I.4., siempre que:

- a) sea de un tipo *aprobado* por la *autoridad reglamentadora*;
- b) las sustancias radiactivas se presenten en forma de *fuentes selladas* que impidan eficazmente todo contacto con dichas sustancias o su fuga, con la salvedad de que esto no debe ser óbice para la *exención* de pequeñas cantidades de *fuentes* no selladas como las utilizadas en radioinmunoanálisis;
- c) en condiciones normales de funcionamiento, no cause una tasa de *dosis equivalente ambiental* o una tasa de *dosis equivalente direccional*, según el caso, superior a $1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ a una distancia de 0,1 m medida desde cualquier superficie accesible del aparato;
- d) la *autoridad reglamentadora* haya especificado las condiciones necesarias para la evacuación.

I.6. Las sustancias radiactivas provenientes de una *práctica* o una *fente autorizada*, cuyo vertido al medio ambiente se haya *autorizado*, están exentas de todo nuevo requisito de *notificación*, *registro* o concesión de licencia, a no ser que la *autoridad reglamentadora* especifique otra cosa.

**CUADRO I
DEL
ANEXO I**

NIVELES DE EXENCION

CUADRO I
NIVELES DE EXENCION:

Radionucleidos: Concentraciones de actividad exentas y actividades exentas

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
H-3	1,00e+06	1,00e+09
Be-7	1,00e+03	1,00e+07
C-14	1,00e+04	1,00e+07
O-15	1,00e+02	1,00e+09
F-18	1,00e+01	1,00e+06
Na-22	1,00e+01	1,00e+06
Na-24	1,00e+01	1,00e+05
*Si-31	1,00e+03	1,00e+06
P-32	1,00e+03	1,00e+05
*P33	1,00e+05	1,00e+08
S-35	1,00e+05	1,00e+08
Cl-36	1,00e+04	1,00e+06
*Cl-38	1,00e+01	1,00e+05
Ar-37	1,00e+06	1,00e+13
Ar-41	1,00e+02	1,00e+09
*K-40	1,00e+02	1,00e+06
K-42	1,00e+02	1,00e+06
*K-43	1,00e+01	1,00e+06
Ca-45	1,00e+04	1,00e+07
Ca-47	1,00e+01	1,00e+06
Sc-46	1,00e+01	1,00e+06
*Sc-47	1,00e+02	1,00e+06
*Sc-48	1,00e+01	1,00e+05
*V-48	1,00e+01	1,00e+05
Cr-51	1,00e+03	1,00e+07
Fe-52	1,00e+01	1,00e+06
Fe-55	1,00e+04	1,00e+06
Fe-59	1,00e+01	1,00e+06
*Mn-51	1,00e+01	1,00e+05
*Mn-52	1,00e+01	1,00e+05
*Mn-52m	1,00e+01	1,00e+05
*Mn-53	1,00e+04	1,00e+09

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
Mn-54	1,00e+01	1,00e+06
Mn-56	1,00e+01	1,00e+05
*Co-55	1,00e+01	1,00e+06
Co-56	1,00e+01	1,00e+05
Co-57	1,00e+02	1,00e+06
Co-58	1,00e+01	1,00e+06
*Co-58m	1,00e+04	1,00e+07
Co-60	1,00e+01	1,00e+05
*Co-60m	1,00e+03	1,00e+06
*Co-61	1,00e+02	1,00e+06
*Co-62m	1,00e+01	1,00e+05
*Ni-59	1,00e+04	1,00e+08
Ni-63	1,00e+05	1,00e+08
*Ni-65	1,00e+01	1,00e+06
Cu-64	1,00e+02	1,00e+06
Zn-65	1,00e+01	1,00e+06
*Zn-69	1,00e+04	1,00e+06
Zn-69m	1,00e+02	1,00e+06
*Ge-71	1,00e+04	1,00e+08
Ga-72	1,00e+01	1,00e+05
*As-73	1,00e+03	1,00e+07
As-74	1,00e+01	1,00e+06
*As-76	1,00e+02	1,00e+05
*As-77	1,00e+03	1,00e+06
Se-75	1,00e+02	1,00e+06
Br-82	1,00e+01	1,00e+06
*Kr-74	1,00e+02	1,00e+09
*Kr-76	1,00e+02	1,00e+09
*Kr-77	1,00e+02	1,00e+09
*Kr-79	1,00e+03	1,00e+10
*Kr-81	1,00e+04	1,00e+11
*Kr-83m	1,00e+05	1,00e+12
Kr-85	1,00e+05	1,00e+11
*Kr-85m	1,00e+03	1,00e+10
*Kr-87	1,00e+02	1,00e+09
*Kr-88	1,00e+02	1,00e+09
Sr-85	1,00e+02	1,00e+06

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
Sr-85m	1,00e+02	1,00e+07
Sr-87m	1,00e+02	1,00e+06
Sr-89	1,00e+03	1,00e+06
Sr-90+	1,00e+02	1,00e+04
*Sr-91	1,00e+01	1,00e+05
*Sr-92	1,00e+01	1,00e+06
Y-90	1,00e+03	1,00e+05
*Y-91	1,00e+03	1,00e+06
*Y-91m	1,00e+02	1,00e+06
*Y-92	1,00e+02	1,00e+05
*Y-93	1,00e+02	1,00e+05
Rb-86	1,00e+02	1,00e+05
*Zr-93+	1,00e+03	1,00e+07
Zr-95	1,00e+01	1,00e+06
*Zr-97+	1,00e+01	1,00e+05
*Nb-93m	1,00e+04	1,00e+07
*Nb-94	1,00e+01	1,00e+06
Nb-95	1,00e+01	1,00e+06
*Nb-97	1,00e+01	1,00e+06
*Nb-98	1,00e+01	1,00e+05
*Tc-96	1,00e+01	1,00e+06
*Tc-96m	1,00e+03	1,00e+07
*Tc-97	1,00e+03	1,00e+08
*Tc-97m	1,00e+03	1,00e+07
*Tc-99	1,00e+04	1,00e+07
Tc-99m	1,00e+02	1,00e+07
*Mo-90	1,00e+01	1,00e+06
*Mo-93	1,00e+03	1,00e+08
Mo-99	1,00e+02	1,00e+06
*Mo-101	1,00e+01	1,00e+06
*Ru-97	1,00e+02	1,00e+07
Ru-103	1,00e+02	1,00e+06
*Ru-105	1,00e+01	1,00e+06
Ru-106+	1,00e+02	1,00e+05
*Rh-103m	1,00e+04	1,00e+08
*Rh-105	1,00e+02	1,00e+07
*Pd-103	1,00e+03	1,00e+08

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
*Pd-109	1,00e+03	1,00e+06
Cd-109	1,00e+04	1,00e+06
*Cd-115	1,00e+02	1,00e+06
*Cd-115m	1,00e+03	1,00e+06
*Ag-105	1,00e+02	1,00e+06
Ag-110m	1,00e+01	1,00e+06
Ag-111	1,00e+03	1,00e+06
In-111	1,00e+02	1,00e+06
In-113m	1,00e+02	1,00e+06
*In-114m	1,00e+02	1,00e+06
*In-115m	1,00e+02	1,00e+06
*Sn-113	1,00e+03	1,00e+07
*Sn-125	1,00e+02	1,00e+05
Sb-122	1,00e+02	1,00e+04
Sb-124	1,00e+01	1,00e+06
Sb-125	1,00e+02	1,00e+06
I-123	1,00e+02	1,00e+07
I-125	1,00e+03	1,00e+06
*I-126	1,00e+02	1,00e+06
*I-129	1,00e+02	1,00e+05
*I-130	1,00e+01	1,00e+06
I-131	1,00e+02	1,00e+06
I-132	1,00e+01	1,00e+05
*I-133	1,00e+01	1,00e+06
*I-134	1,00e+01	1,00e+05
*I-135	1,00e+01	1,00e+06
*Cs-129	1,00e+02	1,00e+05
Cs-131	1,00e+03	1,00e+06
*Cs-132	1,00e+01	1,00e+05
*Cs-134m	1,00e+03	1,00e+05
Cs-134	1,00e+01	1,00e+04
*Cs-135	1,00e+04	1,00e+07
*Cs-136	1,00e+01	1,00e+05
Cs-137+	1,00e+01	1,00e+04
*Cs-138	1,00e+01	1,00e+04
*Te-123m	1,00e+02	1,00e+07
*Te-125m	1,00e+03	1,00e+07

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
*Te-127	1,00e+03	1,00e+06
*Te-127m	1,00e+03	1,00e+07
*Te-129	1,00e+02	1,00e+06
*Te-129m	1,00e+03	1,00e+06
*Te-131	1,00e+02	1,00e+05
*Te-131m	1,00e+01	1,00e+06
Te-132	1,00e+02	1,00e+07
*Te-133	1,00e+01	1,00e+05
*Te-133m	1,00e+01	1,00e+05
*Te-134	1,00e+01	1,00e+06
*Xe-131m	1,00e+04	1,00e+11
Xe-133	1,00e+03	1,00e+10
*Xe-135	1,00e+03	1,00e+10
Ce-139	1,00e+02	1,00e+06
Ce-141	1,00e+02	1,00e+07
*Ce-143	1,00e+02	1,00e+06
Ce-144+	1,00e+02	1,00e+05
*Ba-131	1,00e+02	1,00e+06
Ba-140+	1,00e+01	1,00e+05
La-140	1,00e+01	1,00e+05
*Pr-142	1,00e+02	1,00e+05
Pr-143	1,00e+04	1,00e+06
Pm-147	1,00e+04	1,00e+07
*Pm-149	1,00e+03	1,00e+06
*Nd-147	1,00e+02	1,00e+06
*Nd-149	1,00e+02	1,00e+06
*Sm-151	1,00e+04	1,00e+08
*Sm-153	1,00e+02	1,00e+06
Eu-152	1,00e+01	1,00e+06
*Eu-152m	1,00e+02	1,00e+06
Eu-154	1,00e+01	1,00e+06
Eu-155	1,00e+02	1,00e+07
*Gd-153	1,00e+02	1,00e+07
*Gd-159	1,00e+03	1,00e+06
*Tb-160	1,00e+01	1,00e+06
*Dy-165	1,00e+03	1,00e+06
*Dy-166	1,00e+03	1,00e+06

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
*Ho-166	1,00e+03	1,00e+05
Er-169	1,00e+04	1,00e+07
*Er-171	1,00e+02	1,00e+06
Tm-170	1,00e+03	1,00e+06
*Tm-171	1,00e+04	1,00e+08
*Yb-175	1,00e+03	1,00e+07
*Lu-177	1,00e+03	1,00e+07
Ta-182	1,00e+01	1,00e+04
*Hf-181	1,00e+01	1,00e+06
*W-181	1,00e+03	1,00e+07
W-185	1,00e+04	1,00e+07
*W-187	1,00e+02	1,00e+06
Re-186	1,00e+03	1,00e+06
*Re-188	1,00e+02	1,00e+05
*Os-185	1,00e+01	1,00e+06
*Os-191	1,00e+02	1,00e+07
*Os-191m	1,00e+03	1,00e+07
*Os-193	1,00e+02	1,00e+06
*Ir-190	1,00e+01	1,00e+06
Ir-192	1,00e+01	1,00e+04
*Ir-194	1,00e+02	1,00e+05
*Pt-191	1,00e+02	1,00e+06
*Pt-193m	1,00e+03	1,00e+07
*Pt-197	1,00e+03	1,00e+06
*Pt-197m	1,00e+02	1,00e+06
Hg-197	1,00e+02	1,00e+07
*Hg-197m	1,00e+02	1,00e+06
Hg-203	1,00e+02	1,00e+05
Au-198	1,00e+02	1,00e+06
*Au-199	1,00e+02	1,00e+06
*Tl-200	1,00e+01	1,00e+06
Tl-201	1,00e+02	1,00e+06
*Tl-202	1,00e+02	1,00e+06
Tl-204	1,00e+04	1,00e+04
Bi-206	1,00e+01	1,00e+05
*Bi-207	1,00e+01	1,00e+06
*Bi-210	1,00e+03	1,00e+06

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
*Bi-212+	1,00e+01	1,00e+05
*Pb-203	1,00e+02	1,00e+06
Pb-210+	1,00e+01	1,00e+04
*Pb-212+	1,00e+01	1,00e+05
*Po-203	1,00e+01	1,00e+06
*Po-205	1,00e+01	1,00e+06
*Po-207	1,00e+01	1,00e+06
Po-210	1,00e+01	1,00e+04
*At-211	1,00e+03	1,00e+07
*Rn-220+	1,00e+04	1,00e+07
Rn-222+	1,00e+01	1,00e+08
*Ra-223+	1,00e+02	1,00e+05
*Ra-224+	1,00e+01	1,00e+05
*Ra-225	1,00e+02	1,00e+05
Ra-226+	1,00e+01	1,00e+04
*Ra-227	1,00e+02	1,00e+06
*Ra-228+	1,00e+01	1,00e+05
*Th-226+	1,00e+03	1,00e+07
*Th-227	1,00e+01	1,00e+04
Th-228+	1,00e+00	1,00e+04
*Th-229+	1,00e+00	1,00e+03
Th-230	1,00e+00	1,00e+04
*Th-23	1,00e+03	1,00e+07
Th-NAT (incl, Th-232)	1,00e+00	1,00e+03
*Th-234+	1,00e+03	1,00e+05
*Ac-227+	1,00e-01	1,00e+02
*Ac-228	1,00e+01	1,00e+06
*Pa-230	1,00e+01	1,00e+06
*Pa-231	1,00e+00	1,00e+03
*Pa-233	1,00e+02	1,00e+07
*U-230+	1,00e+01	1,00e+05
*U-231	1,00e+02	1,00e+07
*U-232+	1,00e+00	1,00e+03
*U-233	1,00e+01	1,00e+04
U-234	1,00e+01	1,00e+04
*U-235+	1,00e+01	1,00e+04
*U-236	1,00e+01	1,00e+04

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
*U-237	1,00e+02	1,00e+06
U-238 +	1,00e+01	1,00e+04
U-nat	1,00e+00	1,00e+03
*U-239	1,00e+02	1,00e+06
*U-240	1,00e+03	1,00e+07
*U-240 +	1,00e+01	1,00e+06
*Np-237 +	1,00e+00	1,00e+03
*Np-239	1,00e+02	1,00e+07
*Np-240	1,00e+01	1,00e+06
*Pu-234	1,00e+02	1,00e+07
*Pu-235	1,00e+02	1,00e+07
*Pu-236	1,00e+01	1,00e+04
*Pu-237	1,00e+03	1,00e+07
Pu-238	1,00e+00	1,00e+04
Pu-239	1,00e+00	1,00e+04
*Pu-240	1,00e+00	1,00e+03
*Pu-241	1,00e+02	1,00e+05
*Pu-242	1,00e+00	1,00e+04
*Pu-243	1,00e+03	1,00e+07
*Pu-244	1,00e+00	1,00e+04
Am-241	1,00e+00	1,00e+04
*Am-242	1,00e+03	1,00e+06
*Am-242m +	1,00e+00	1,00e+04
*Am-243 +	1,00e+00	1,00e+03
*Cm-242	1,00e+02	1,00e+05
*Cm-243	1,00e+00	1,00e+04
Cm-244	1,00e+01	1,00e+04
*Cm-245	1,00e+00	1,00e+03
*Cm-246	1,00e+00	1,00e+03
*Cm-247	1,00e+00	1,00e+04
*Cm-248	1,00e+00	1,00e+03
Bk-249	1,00e+03	1,00e+06
*Cf-246	1,00e+03	1,00e+06
*Cf-248	1,00e+01	1,00e+04
*Cf-249	1,00e+00	1,00e+03
*Cf-250	1,00e+01	1,00e+04
*Cf-251	1,00e+00	1,00e+03

NUCLEIDO	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Bq/g	ACTIVIDAD Bq
Cf-252	1,00e+01	1,00e+04
*Cf-253	1,00e+02	1,00e+05
*Cf-254	1,00e+00	1,00e+03
*Es-253	1,00e+02	1,00e+05
Es-254	1,00e+01	1,00e+04
*Es-254m	1,00e+02	1,00e+06
*Fm-254	1,00e+04	1,00e+07
*Fm-255	1,00e+03	1,00e+06

* Se desconoce el uso potencial de estos radionucleidos.

+ Denota los radionucleidos hijos indicados a continuación:

Nucleido padre	Nucleidos hijos incluidos en equilibrio secular
Sr-90+	Y-90
Zr-93+	Nb-93m
Zr-97+	Nb-97
Ru-106+	Rh-106
Cs-137+	Ba-137m
Ce-134+	La-134
Ce-144+	Pr-144
Ba-140+	La-140
Bi-212+	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Pb-210+	Bi-210, Po-210
Pb-212+	Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Rn-220+	Po-216
Rn-222+	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223+	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224+	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Ra-226+	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228+	Ac-228
Th-226+	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228+	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229+	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-NAT	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-234+	Pa-234m
Ac-227+	Th-227, Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
U-230+	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232+	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
U-235+	Th-231
U-238+	Th-234, Pa-234m
U-NAT	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U-240+	Np-240m
Np-237+	Pa-233
Am-242m+	Am-242
Am-243+	Np-239

ANEXO II

LIMITES DE DOSIS

(incluidos coeficientes de conversión en dosis efectiva)

ANEXO II

LIMITES DE DOSIS

(incluidos coeficientes de conversión en dosis efectiva)

Aplicación

II.1. Los *límites de dosis* especificados en el Anexo II se aplican a las *exposiciones* atribuibles a *prácticas*, con excepción de las *exposiciones médicas* y de las *exposiciones* causadas por *fuentes naturales* que no puedan razonablemente considerarse sometidas a la responsabilidad de ninguna de las partes principales especificadas por las Normas.

II.2. Con sujeción a los requisitos prescritos en el párrafo 28, en caso de *exposición* a *radón* con una concentración media anual igual o superior a $1\,000\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ^{45/} de aire, de nucleidos hijos del radón en un puesto de trabajo, se deberán aplicar los *límites de dosis* para la *exposición ocupacional* y los requisitos pertinentes del Apéndice I.

II.3. Los *límites de dosis* no son de aplicación para el control de las *exposiciones potenciales*.

II.4. Los *límites de dosis* no son de aplicación para las decisiones sobre si ha de procederse a una *intervención* y la manera de realizarla, pero los *trabajadores* que participen en una *intervención* deberán estar sujetos a los requisitos pertinentes prescritos en el Apéndice V.

Exposición ocupacional

Límites de dosis

II.5. La *exposición ocupacional* de todo *trabajador* deberá controlarse de forma que no se rebasen los siguientes *límites*:

- a) una *dosis efectiva* de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos^{46/};
- b) una *dosis efectiva* de 50 mSv en un solo año;

^{45/} La Comisión Internacional de Protección Radiológica ha recomendado que los *niveles de actuación* aplicables a la exposición ocupacional al radón pueden situarse en el intervalo $500\text{--}1500\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. (Véase Comisión Internacional de Protección Radiológica; Publication No. 65; Protection against Radon -222 at Home and at Work; Annals of the ICRP, Vol. 23, No. 2, Pergamon Press (1993)).

^{46/} El comienzo de este período de cálculo del promedio deberá coincidir con el primer día del período anual que corresponda tras la entrada en vigor de las Normas, sin promedio retroactivo alguno.

- c) una *dosis equivalente* al cristalino de 150 mSv en un año;
- d) una *dosis equivalente* a las extremidades (manos y pies) o a la piel^{47/} de 500 mSv en un año.

II.6. En el caso de los aprendices de 16 a 18 años que reciban formación para un empleo que implique *exposición* a la *radiación*, y en el de los estudiantes de 16 a 18 años que tengan que utilizar *fuentes* en el curso de sus estudios, la *exposición ocupacional* deberá controlarse de manera que no se rebasen los siguientes *límites*:

- a) una *dosis efectiva* de 6 mSv en un año;
- b) una *dosis equivalente* al cristalino de 50 mSv en un año;
- c) una *dosis equivalente* a las extremidades o la piel^{40/} de 150 mSv en un año.

Circunstancias especiales

II.7. Cuando, en circunstancias especiales^{48/}, se apruebe, conforme al Apéndice I, una modificación temporal de los requisitos de limitación de *dosis*:

- a) el período de cálculo del promedio de *dosis* mencionado en II.5.a) podrá excepcionalmente ser de hasta 10 años consecutivos, según especifique la *autoridad reglamentadora*, y la dosis efectiva a cualquier *trabajador*, promediada para este período, no deberá exceder de 20 mSv por año ni de 50 mSv en un solo año, y las circunstancias deberán ser examinadas cuando la *dosis* acumulada por un *trabajador* desde el comienzo del período ampliado de cálculo del promedio ascienda a 100 mSv; o bien
- b) la modificación temporal de la limitación de *dosis* deberá ser especificada por la *autoridad reglamentadora*, pero no deberá exceder de 50 mSv en un año, ni el período de modificación temporal, de cinco años.

Exposición del público

Límites de dosis

II.8. La *exposición* de los *miembros del público* atribuible a las *prácticas* no deberá rebasar los siguientes límites, que se deberán aplicar a las *dosis* medias estimadas para los *grupos críticos* pertinentes:

^{47/} Los límites de dosis equivalente para la piel se refieren a la dosis media en 1cm² de la región cutánea más intensamente irradiada. La dosis a la piel representa también un aporte a la dosis efectiva, siendo dicho aporte la dosis media a toda la piel multiplicada por el factor de ponderación para tejido correspondiente a la piel.

^{48/} Véase el Apéndice I. Pueden ser de aplicación disposiciones relativas a un "empleo sustitutivo".

- a) una *dosis efectiva* de 1 mSv en un año;
- b) en circunstancias especiales, una *dosis efectiva* de hasta 5 mSv en un solo año, a condición de que la *dosis* media en cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv por año;
- c) una *dosis equivalente* al cristalino de 15 mSv en un año;
- d) una *dosis equivalente* a la piel de 50 mSv en un año.

Limitación de dosis para las personas que presten asistencia o visiten a pacientes

II.9. Los *límites de dosis* indicados en esta parte no deberán aplicarse a las personas que presten asistencia a pacientes, es decir, a las personas expuestas a sabiendas mientras que ayuden voluntariamente (no como parte de su empleo u ocupación) a cuidar, aliviar o procurar bienestar, incluidas las visitas, a pacientes sometidos a diagnóstico o tratamiento médicos. Ahora bien, la *exposición* de estas personas auxiliaadoras de pacientes deberá restringirse de modo que sea improbable que su *exposición* exceda de 5 mSv durante el período abarcado por el examen diagnóstico o el tratamiento de cada paciente. La *dosis* a los niños que visiten a pacientes que hayan ingerido sustancias radiactivas debe restringirse a menos de 1 mSv por tratamiento.

Verificación del cumplimiento de los límites de dosis

II.10. Los *límites de dosis* especificados en el Anexo II son de aplicación a la suma de las *dosis* de que se trate, causadas por *exposición* externa en el período especificado, y de las *dosis comprometidas* de que se trate, causadas por *incorporaciones* en el mismo período; el período para calcular la *dosis comprometida* deberá ser normalmente de 50 años, si se trata de *incorporaciones* en adultos, y hasta los 70 años de edad, si se trata de *incorporaciones* en niños.

II.11. A los efectos de demostrar el cumplimiento de los *límites de dosis*, deberá tenerse en cuenta la suma de la *dosis equivalente personal* causada por *exposición* externa a *radiación* penetrante en el período especificado, y de la *dosis equivalente comprometida* o la *dosis efectiva comprometida*, según corresponda, causada por *incorporaciones* de sustancias radiactivas en el mismo período.

II.12. El cumplimiento de los precedentes requisitos relativos a la aplicación de los *límites de dosis* a la *dosis efectiva* deberá determinarse por uno de los siguientes métodos:

- a) comparando la *dosis efectiva* total con el límite de dosis correspondiente, en cuyo caso la *dosis efectiva* total E_T se calcula con arreglo a la fórmula siguiente:

$$E_T = H_p(d) + \sum_j h(g)_{j,ing} I_{j,ing} + \sum_j h(g)_{j,inh} I_{j,inh}$$

siendo $H_p(d)$ la *dosis equivalente personal* causada por la *radiación* penetrante^{49/} durante el año; $h(g)_{j,ing}$ y $h(g)_{j,inh}$, la *dosis efectiva comprometida* por unidad de *incorporación* ingerida o inhalada del radionucleido j por el grupo de edad g , e $I_{j,ing}$ e $I_{j,inh}$, respectivamente, la *incorporación* por ingestión o inhalación del radionucleido j durante el mismo período; o bien

- b) satisfaciendo la condición siguiente:

$$\frac{Hp(d)}{DL} + \sum_j \frac{I_{j,ing}}{I_{j,ing,L}} + \sum_j \frac{I_{j,inh}}{I_{j,inh,L}} \leq 1$$

siendo DL el *límite* aplicable de *dosis efectiva*, e $I_{j,ing,L}$ e $I_{j,inh,L}$, respectivamente, el *límite* anual de *incorporación* por ingestión o por inhalación del radionucleido j (es decir, la *incorporación*, por la vía de que se trate, del radionucleido j que conduce al *límite* aplicable de *dosis efectiva*); o bien

- c) por cualquier otro método *aprobado*.

II.13. En los Cuadros II-I y II-II se indican, salvo en el caso de los radionucleidos hijos del radón y el torón, los valores de la *dosis efectiva comprometida* por unidad de *incorporación* por ingestión $h(g)_{j,ing}$ e inhalación $h(g)_{j,inh}$. Los valores de $I_{j,ing,L}$ e $I_{j,inh,L}$ pueden obtenerse a partir de los valores correspondientes de la *dosis efectiva comprometida* por unidad de *incorporación*, aplicando las siguientes relaciones:

^{49/} Para este fin es adecuado usar la magnitud operacional de la CIUMR, la *dosis equivalente personal*, $H_p(d)$, en el caso de todas las *radiaciones* excepto los neutrones del intervalo de energía 1eV a 30 keV. En las situaciones en que los neutrones de esta energía aporten una fracción importante de la *dosis efectiva*, puede ser necesaria información adicional para determinar la relación existente entre el valor de $H_p(10)$ y la *dosis efectiva* correspondiente.

a) Para los trabajadores:

Se supone que en los *trabajadores* la única vía de *incorporación* es la inhalación, y que solo hay que considerar un *límite anual de incorporación* (LAI), $I_{j,L}$, determinado en consecuencia por:

$$I_{j,L} = \frac{DL_0}{h(adulto)_{j,inh}}$$

siendo DL_0 el *límite de dosis* anual aplicable a la *dosis efectiva* que ha de considerarse en el caso de las *exposiciones ocupacionales* (20 mSv o 50 mSv), y $h(adulto)_{j,inh}$, el valor indicado en la columna "adultos" del cuadro II-II para el radionucleido j .

b) En caso de *exposición del público*, para el *grupo crítico* correspondiente a la *práctica* que se considere, los valores de $I_{j,ing,L}$ e $I_{j,inh,L}$ pueden obtenerse aplicando las siguientes fórmulas:

$$I_{j,ing,L} = \frac{DL_p}{h(g_{CG,ing})_j}$$

$$I_{j,inh,L} = \frac{DL_p}{h(g_{CG,inh})_j}$$

siendo DL_p el *límite de dosis* anual aplicable a la *dosis efectiva* para la exposición del público a considerar (1 mSv o, en circunstancias especiales, 5 mSv) y $h(g_{CG,ing})_j$ y $h(g_{CG,inh})_j$, respectivamente las *dosis efectivas comprometidas* por unidad de *incorporación* por ingestión y por inhalación del radionucleido j para el grupo de edad (g_{CG}) correspondiente al *grupo crítico* de interés significativo en relación con la *fente*, indicado en los cuadros II-I y II-II. El cuadro referente a la ingestión incluye los valores correspondientes a diferentes factores de transferencia intestinal, f_1 , para los niños de pecho y las personas de más edad. El cuadro referente a la inhalación incluye los valores correspondientes a diferentes factores de transferencia intestinal para el componente de la incorporación

transferido a una vía de ingestión, así como para diferentes períodos de retención (días D, semanas W, o años Y). Si existe información sobre estos parámetros, deberá utilizarse el valor correspondiente; si no, deberá utilizarse el más restrictivo.

II.14. En caso de *exposición* a radón, los límites de dosis indicados en II.5 pueden interpretarse como sigue, aplicando un *coeficiente de conversión* de 1,4 mSv por mJ h m^{-3} : 20 mSv corresponden a 14 mJ h m^{-3} (4 MNT) y 50 mSv corresponden a $35 \text{ mJ} \cdot \text{h m}^{-3}$ (10 MNT). En caso de *exposición* a radionucleidos hijos del radón y el torón, los factores $I_{j,inh}$ e $I_{j,inh,L}$ de las fórmulas indicadas en el párrafo II.12 pueden expresarse en función de la *incorporación* potencial de energía alfa, aplicando los *límites* especificados en el cuadro II-III; otra posibilidad es sustituir $I_{j,inh}$ e $I_{j,inh,L}$ por la *exposición* potencial a energía alfa o meses.nivel de trabajo (MNT) (working level months, WLM) de *exposición*, aplicando los límites pertinentes especificados en el cuadro II-III.

II.15. La *dosis equivalente comprometida* en un órgano o un tejido dados causada por una vía determinada de *incorporación* de un radionucleido dado puede determinarse:

- a) multiplicando la *incorporación* estimada de ese radionucleido dado a través de dicha vía por el valor apropiado de la *dosis equivalente comprometida* por unidad de *incorporación* correspondiente al mencionado órgano o tejido;
- b) por cualquier otro método *aprobado*.

**CUADROS II-I Y II-II
DEL ANEXO II**

**DOSIS EFECTIVA COMPROMETIDA POR UNIDAD
DE INCORPORACION
(por ingestión y por inhalación)**

Los valores indicados en estos cuadros se basan en las recomendaciones más recientes de la CIPR sobre los coeficientes de dosis efectiva comprometida por unidad de incorporación. Ahora bien, la CIPR está reexaminando estos coeficientes. En caso de recomendarse nuevos coeficientes, se utilizarán para actualizar estos cuadros.

CUADRO II-I DOSIS EFECTIVA COMPROMETIDA POR UNIDAD DE INCORPORACION EN (Sv Bq⁻¹), POR INGESTION, PARA DIFERENTES VALORES DE TRANSFERENCIA INTESTINAL (f₁)^{50/} Y DIFERENTES GRUPOS DE EDAD^{51/} (EN AÑOS)

Nucleido	f ₁	≤ 1	f ₁	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
H-3	1E+0 I	6,9E-11	1E+0	4,3E-11	3,5E-11	2,4E-11	1,8E-11	1,8E-11
Ot-3	1E+0 I	1,3E-10	1E+0	1,1E-10	8,5E-11	6,1E-11	4,1E-11	4,1E-11
Be-7	5E-2 I	2,0E-10	5E-3	1,2E-10	8,8E-11	5,8E-11	3,9E-11	3,3E-11
Be-10	5E-2 I	2,8E-08	5E-3	1,2E-08	7,6E-09	4,1E-09	2,3E-09	1,8E-09
C-11	1E+0 I	3,1E-11	1E+0	1,7E-11	1,1E-11	6,6E-12	4,0E-12	3,3E-12
C-14	1E+0 I	1,5E-09	1E+0	1,5E-09	1,1E-09	8,5E-10	5,6E-10	5,6E-10
F-18	1E+0 I	5,2E-10	1E+0	2,7E-10	1,7E-10	1,0E-10	5,8E-11	4,7E-11
Na-22	1E+0 I	2,0E-08	1E+0	1,3E-08	8,8E-09	5,5E-09	3,5E-09	3,0E-09
Na-24	1E+0 I	3,6E-09	1E+0	2,1E-09	1,4E-09	8,3E-10	5,1E-10	4,2E-10
Mg-28	1E+0 I	8,8E-09	5E-1	1,6E-08	1,0E-08	5,7E-09	3,2E-09	2,6E-09
Si-31	2E-2 I	1,8E-09	1E-2	9,1E-10	5,6E-10	3,0E-10	1,6E-10	1,3E-10
Si-32	2E-2 I	1,3E-08	1E-2	6,2E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,1E-09	9,0E-10
P-32	8E-1 I	3,4E-08	8E-1	1,8E-08	1,1E-08	6,0E-09	3,3E-09	2,6E-09
S-35	8E-1 I	1,8E-09	8E-1	1,0E-09	6,2E-10	3,4E-10	1,8E-10	1,5E-10
S-35	2E-1 I	3,8E-09	1E-1	2,1E-09	1,3E-09	7,0E-10	3,8E-10	3,0E-10
So-35	1E+0 I	4,5E-09	1E+0	2,5E-09	1,7E-09	1,1E-09	7,3E-10	7,0E-10
Cl-36	1E+0 I	1,1E-08	1E+0	5,8E-09	3,6E-09	1,9E-09	1,1E-09	8,4E-10
Cl-38	1E+0 I	1,5E-09	1E+0	7,7E-10	4,8E-10	2,6E-10	1,5E-10	1,2E-10
K-40	1E+0 I	5,6E-08	1E+0	3,3E-08	2,1E-08	1,1E-08	6,2E-09	5,0E-09
K-42	1E+0 I	5,3E-09	1E+0	2,7E-09	1,7E-09	9,2E-10	5,1E-10	4,0E-10
K-43	1E+0 I	2,3E-09	1E+0	1,2E-09	8,1E-10	4,8E-10	2,8E-10	2,3E-10
Ca-41	6E-1 I	2,2E-09	3E-1	9,9E-10	6,4E-10	4,1E-10	3,1E-10	3,0E-10
Ca-45	6E-1 I	1,3E-08	3E-1	6,0E-09	3,7E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,9E-10
Ca-47	6E-1 I	2,0E-08	3E-1	1,4E-08	8,5E-09	4,8E-09	2,7E-09	2,2E-09
Sc-46	1E-3 I	1,7E-08	1E-4	9,6E-09	6,4E-09	3,9E-09	2,4E-09	2,0E-09
Sc-47	1E-3 I	1,1E-08	1E-4	5,8E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,6E-10
Sc-48	1E-3 I	1,9E-08	1E-4	1,1E-08	7,1E-09	4,3E-09	2,6E-09	2,1E-09
Ti-44	2E-2 I	8,3E-08	1E-2	4,2E-08	2,7E-08	1,5E-08	9,1E-09	7,6E-09

^{50/} I indica ingestión.

^{51/} Véase Comisión Internacional de Protección Radiológica, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides, ICRP Publication 56, in Annals of the ICRP, Vol. 20 Núm. 2, página 5, Pergamon Press.

Nucleído	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
V-48	2E-2 I	2,2E-08	1E-2	1,3E-08	8,4E-09	5,1E-09	3,1E-09	2,6E-09
Cr-51	2E-2 I	5,5E-10	1E-2	3,0E-10	1,9E-10	1,1E-10	6,5E-11	5,3E-11
Cr-51	2E-1 I	5,1E-10	1E-1	2,9E-10	1,9E-10	1,1E-10	6,4E-11	5,2E-11
Mn-52	2E-1 I	1,5E-08	1E-1	9,1E-09	6,3E-09	4,0E-09	2,5E-09	2,1E-09
Mn-52m	2E-1 I	8,5E-10	1E-1	4,4E-10	2,8E-10	1,5E-10	8,7E-11	7,0E-11
Mn-54	2E-1 I	5,2E-09	1E-1	2,8E-09	2,0E-09	1,3E-09	8,5E-10	7,3E-10
Mn-56	2E-1 I	2,7E-09	1E-1	1,4E-09	9,0E-10	5,1E-10	2,9E-10	2,3E-10
Fe-52	2E-1 I	1,7E-08	1E-1	9,5E-09	6,0E-09	3,4E-09	1,9E-09	1,5E-09
Fe-52	6E-1 I	1,1E-08	3E-1	8,2E-09	5,2E-09	2,9E-09	1,7E-09	1,3E-09
Fe-55	2E-1 I	1,9E-09	1E-1	8,6E-10	5,3E-10	2,9E-10	1,7E-10	1,5E-10
Fe-55	6E-1 I	5,0E-09	3E-1	2,2E-09	1,3E-09	7,3E-10	4,4E-10	4,0E-10
Fe-59	2E-1 I	2,0E-08	1E-1	1,0E-08	6,7E-09	4,0E-09	2,4E-09	2,0E-09
Fe-59	6E-1 I	3,3E-08	3E-1	1,5E-08	9,8E-09	6,0E-09	3,7E-09	3,1E-09
Cc-56	8E-1 I	1,4E-07	8E-1	1,0E-07	7,0E-08	4,5E-08	2,9E-08	2,5E-08
Co-56	1E-1 I	2,3E-08	5E-2	1,3E-08	9,1E-09	5,6E-09	3,5E-09	2,9E-09
Cc-56	1E+0 I	1,7E-07						
Co-56	6E-1 I	2,7E-08	3E-1	1,5E-08	1,1E-08	6,6E-09	4,2E-09	3,6E-09
Cc-57	8E-1 I	2,1E-08	8E-1	1,6E-08	1,1E-08	6,6E-09	4,0E-09	3,5E-09
Co-57	1E-1 I	2,4E-09	5E-2	1,3E-09	8,5E-10	5,0E-10	2,9E-10	2,4E-10
Cc-57	1E+0 I	2,6E-08						
Co-57	6E-1 I	3,2E-09	3E-1	1,7E-09	1,1E-09	6,7E-10	4,1E-10	3,4E-10
Cc-58	8E-1 I	3,7E-08	8E-1	2,7E-08	1,9E-08	1,2E-08	7,8E-09	6,8E-09
Co-58	1E-1 I	6,7E-09	5E-2	3,9E-09	2,7E-09	1,6E-09	1,0E-09	8,7E-10
Cc-58	1E+0 I	4,5E-08						
Co-58	6E-1 I	7,4E-09	3E-1	4,3E-09	3,0E-09	1,9E-09	1,2E-09	1,0E-09
Cc-58m	8E-1 I	3,4E-10	8E-1	2,2E-10	1,5E-10	8,9E-11	5,5E-11	4,6E-11
Co-58m	1E-1 I	3,5E-10	5E-2	1,8E-10	1,1E-10	6,3E-11	3,5E-11	2,8E-11
Cc-58m	1E+0 I	3,3E-10						
Co-58m	6E-1 I	2,3E-10	3E-1	1,6E-10	9,9E-11	5,5E-11	3,1E-11	2,5E-11
Cc-60	8E-1 I	4,0E-07	8E-1	3,4E-07	2,3E-07	1,5E-07	1,0E-07	9,2E-08
Co-60	1E-1 I	2,3E-08	5E-2	1,3E-08	8,6E-09	5,4E-09	3,4E-09	3,0E-09
Cc-60	1E+0 I	4,9E-07						
Co-60	6E-1 I	5,3E-08	3E-1	2,6E-08	1,8E-08	1,2E-08	7,9E-09	7,2E-09
Cc-60m	8E-1 I	2,4E-11	8E-1	1,3E-11	8,1E-12	4,5E-12	2,5E-12	2,0E-12
Co-60m	1E+0 I	2,5E-11						
Ni-59	1E-1 I	7,8E-10	5E-2	3,8E-10	2,4E-10	1,3E-10	7,8E-11	6,8E-11

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Ni-63	1E-1 I	2,3E-09	5E-2	1,1E-09	7,1E-10	3,9E-10	2,3E-10	1,9E-10
Ni-65	1E-1 I	1,9E-09	5E-2	9,8E-10	6,1E-10	3,4E-10	1,9E-10	1,5E-10
Cu-64	1E+0 I	5,5E-10	5E-1	9,3E-10	5,8E-10	3,2E-10	1,8E-10	1,4E-10
Cu-67	1E+0 I	2,1E-09	5E-1	3,1E-09	1,9E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,7E-10
Zn-65	1E+0 I	3,3E-08	5E-1	1,4E-08	9,8E-09	6,4E-09	4,2E-09	3,8E-09
Zn-69	1E+0 I	3,8E-10	5E-1	2,1E-10	1,3E-10	7,0E-11	3,8E-11	3,0E-11
Zn-69m	1E+0 I	1,3E-09	5E-1	2,7E-09	1,7E-09	9,3E-10	5,2E-10	4,2E-10
Ga-66	1E-2 I	1,6E-08	1E-3	8,6E-09	5,4E-09	3,0E-09	1,7E-09	1,4E-09
Ga-67	1E-2 I	2,9E-09	1E-3	1,5E-09	9,8E-10	5,6E-10	3,2E-10	2,6E-10
Ga-68	1E-2 I	1,2E-09	1E-3	6,1E-10	3,8E-10	2,1E-10	1,2E-10	9,6E-11
Ga-72	1E-2 I	1,4E-08	1E-3	7,7E-09	4,9E-09	2,8E-09	1,6E-09	1,3E-09
Ge-68	1E+0 I	3,3E-09	1E+0	1,7E-09	1,1E-09	6,2E-10	3,6E-10	2,9E-10
Ge-71	1E+0 I	3,7E-11	1E+0	1,9E-11	1,2E-11	6,4E-12	3,5E-12	2,7E-12
Ge-77	1E+0 I	2,2E-09	1E+0	1,2E-09	7,4E-10	4,2E-10	2,4E-10	1,9E-10
As-73	1E+0 I	1,4E-09	5E-1	1,8E-09	1,1E-09	6,0E-10	3,3E-10	2,6E-10
As-74	1E+0 I	5,5E-09	5E-1	8,3E-09	5,2E-09	3,0E-09	1,7E-09	1,4E-09
As-76	1E+0 I	5,0E-09	5E-1	1,3E-08	7,8E-09	4,3E-09	2,3E-09	1,9E-09
As-77	1E+0 I	1,2E-09	5E-1	3,3E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,0E-10	4,8E-10
Se-75	1E-1 I	4,0E-09	5E-2	2,1E-09	1,4E-09	9,1E-10	5,7E-10	4,8E-10
Se-75	8E-1 I	1,2E-08	8E-1	8,5E-09	6,0E-09	3,8E-09	2,5E-09	2,1E-09
Se-75	1E+0 I	1,4E-08						
Se-79	1E-1 I	6,0E-09	5E-2	3,0E-09	1,8E-09	9,9E-10	5,4E-10	4,3E-10
Se-79	8E-1 I	1,5E-08	8E-1	1,0E-08	6,3E-09	3,4E-09	1,9E-09	1,6E-09
Se-79	1E+0 I	1,7E-08						
Br-77	1E+0 I	5,5E-10	1E+0	3,4E-10	2,4E-10	1,5E-10	9,9E-11	8,3E-11
Br-82	1E+0 I	3,3E-09	1E+0	2,0E-09	1,4E-09	8,8E-10	5,6E-10	4,8E-10
Br-84	1E+0 I	1,1E-09	1E+0	5,8E-10	3,6E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,8E-11
Rb-81	1E+0 I	5,7E-10	1E+0	3,0E-10	1,9E-10	1,1E-10	6,5E-11	5,3E-11
Rb-86	1E+0 I	3,1E-08	1E+0	1,7E-08	1,0E-08	5,7E-09	3,1E-09	2,5E-09
Rb-87	1E+0 I	1,4E-08	1E+0	8,8E-09	5,4E-09	2,9E-09	1,6E-09	1,3E-09
Rb-88	1E+0 I	1,2E-09	1E+0	6,3E-10	3,8E-10	2,1E-10	1,1E-10	9,1E-11
Rb-89	1E+0 I	5,8E-10	1E+0	3,0E-10	1,9E-10	1,0E-10	5,8E-11	4,7E-11
Sr-82	2E-2 I	1,3E-07	1E-2	6,6E-08	4,1E-08	2,2E-08	1,2E-08	9,7E-09
Sr-82	6E-1 I	8,1E-08	3E-1	5,5E-08	3,4E-08	1,9E-08	1,0E-08	8,2E-09
Sr-85	2E-2 I	3,0E-09	1E-2	1,8E-09	1,2E-09	7,7E-10	4,9E-10	4,1E-10
Sr-85	6E-1 I	3,9E-09	3E-1	2,2E-09	1,5E-09	9,8E-10	6,3E-10	5,3E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Sr-85m	2E-2 I	4,5E-11	1E-2	2,6E-11	1,8E-11	1,1E-11	7,0E-12	5,8E-12
Sr-85m	6E-1 I	4,2E-11	3E-1	2,6E-11	1,8E-11	1,1E-11	6,9E-12	5,8E-12
Sr-87m	2E-2 I	3,0E-10	1E-2	1,6E-10	1,1E-10	6,2E-11	3,7E-11	3,0E-11
Sr-87m	6E-1 I	2,4E-10	3E-1	1,5E-10	9,8E-11	5,8E-11	3,4E-11	2,8E-11
Sr-89	2E-2 I	5,2E-08	1E-2	2,7E-08	1,6E-08	8,9E-09	4,8E-09	3,8E-09
Sr-89	6E-1 I	3,7E-08	3E-1	2,3E-08	1,4E-08	7,8E-09	4,3E-09	3,4E-09
Sr-90	2E-2 I	5,2E-08	1E-2	2,6E-08	1,6E-08	9,0E-09	5,1E-09	4,2E-09
Sr-90	6E-1 I	2,6E-07	3E-1	1,2E-07	7,4E-08	4,4E-08	3,0E-08	2,8E-08
Sr-91	2E-2 I	1,1E-08	1E-2	5,9E-09	3,7E-09	2,0E-09	1,1E-09	9,1E-10
Sr-91	6E-1 I	6,7E-09	3E-1	4,8E-09	3,0E-09	1,7E-09	9,3E-10	7,4E-10
Sr-92	2E-2 I	6,5E-09	1E-2	3,4E-09	2,1E-09	1,2E-09	6,4E-10	5,1E-10
Sr-92	6E-1 I	4,1E-09	3E-1	2,9E-09	1,8E-09	9,8E-10	5,4E-10	4,3E-10
Y-87	1E-3 I	7,3E-09	1E-4	4,0E-09	2,6E-09	1,6E-09	9,3E-10	7,6E-10
Y-87	1E-2 I	7,3E-09	1E-3	4,0E-09	2,6E-09	1,6E-09	9,3E-10	7,6E-10
Y-90	1E-3 I	5,8E-08	1E-4	3,0E-08	1,8E-08	9,9E-09	5,4E-09	4,2E-09
Y-90	1E-2 I	5,8E-08	1E-3	3,0E-08	1,8E-08	9,9E-09	5,4E-09	4,2E-09
Y-91	1E-3 I	5,4E-08	1E-4	2,8E-08	1,7E-08	9,2E-09	5,0E-09	4,0E-09
Y-91	1E-2 I	5,5E-08	1E-3	2,8E-08	1,7E-08	9,3E-09	5,0E-09	4,0E-09
Y-91m	1E-3 I	1,0E-10	1E-4	5,8E-11	3,9E-11	2,3E-11	1,4E-11	1,2E-11
Y-91m	1E-2 I	1,0E-10	1E-3	5,8E-11	3,9E-11	2,3E-11	1,4E-11	1,2E-11
Y-92	1E-3 I	6,3E-09	1E-4	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,7E-10
Y-92	1E-2 I	6,3E-09	1E-3	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,7E-10
Y-93	1E-3 I	1,9E-08	1E-4	9,8E-09	6,0E-09	3,3E-09	1,8E-09	1,4E-09
Y-93	1E-2 I	1,9E-08	1E-3	9,8E-09	6,0E-09	3,3E-09	1,8E-09	1,4E-09
Y-94	1E-3 I	1,1E-09	1E-4	5,6E-10	3,5E-10	1,9E-10	1,0E-10	8,3E-11
Y-94	1E-2 I	1,1E-09	1E-3	5,6E-10	3,5E-10	1,9E-10	1,0E-10	8,3E-11
Zr-93			1E-2	2,7E-09	1,9E-09	1,4E-09	1,1E-09	1,0E-09
Zr-93	2E-2 I	5,6E-09	2E-3	1,3E-09	8,3E-10	5,2E-10	3,6E-10	3,1E-10
Zr-95			1E-2	7,5E-09	4,8E-09	2,8E-09	1,6E-09	1,3E-09
Zr-95	2E-2 I	1,4E-08	2E-3	7,2E-09	4,6E-09	2,7E-09	1,6E-09	1,3E-09
Zr-97			1E-2	1,8E-08	1,1E-08	6,2E-09	3,5E-09	2,7E-09
Zr-97	2E-2 I	3,5E-08	2E-3	1,8E-08	1,1E-08	6,3E-09	3,5E-09	2,8E-09
Nb-91	2E-2 I	8,8E-10	1E-2	4,3E-10	2,7E-10	1,5E-10	8,0E-11	6,4E-11
Nb-91m	2E-2 I	8,7E-09	1E-2	4,4E-09	2,7E-09	1,5E-09	7,9E-10	6,3E-10
Nb-92m	2E-2 I	3,9E-09	1E-2	2,4E-09	1,7E-09	1,1E-09	7,1E-10	6,0E-10
Nb-93m	2E-2 I	2,8E-09	1E-2	1,4E-09	8,8E-10	4,8E-10	2,6E-10	2,1E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Nb-94	2E-2 I	2,2E-08	1E-2	1,2E-08	7,9E-09	4,6E-09	2,8E-09	2,3E-09
Nb-95	2E-2 I	6,8E-09	1E-2	3,8E-09	2,5E-09	1,5E-09	9,3E-10	7,7E-10
Nb-97	2E-2 I	7,8E-10	1E-2	4,1E-10	2,5E-10	1,4E-10	8,0E-11	6,4E-11
Nb-98	2E-2 I	1,3E-09	1E-2	6,7E-10	4,2E-10	2,4E-10	1,4E-10	1,1E-10
Mo-90	8E-1 I	3,2E-09	8E-1	1,8E-09	1,2E-09	6,9E-10	4,1E-10	3,4E-10
Mo-90	1E-1 I	7,4E-09	5E-2	4,2E-09	2,7E-09	1,6E-09	9,3E-10	7,6E-10
Mo-90	1E+0 I	1,9E-09						
Mo-93	8E-1 I	2,8E-09	5E-2	5,0E-10	3,1E-10	1,7E-10	9,4E-11	7,5E-11
Mo-93	1E-1 I	1,0E-09	8E-1	1,7E-09	1,1E-09	5,8E-10	3,2E-10	2,6E-10
Mo-93	1E+0 I	3,3E-09						
Mo-99	8E-1 I	1,1E-08	5E-2	1,3E-08	8,0E-09	4,4E-09	2,4E-09	1,9E-09
Mo-99	1E-1 I	2,4E-08	8E-1	5,5E-09	3,4E-09	1,9E-09	1,1E-09	8,4E-10
Mo-99	1E+0 I	7,1E-09						
Mo-101	8E-1 I	5,3E-10	5E-2	2,8E-10	1,7E-10	9,7E-11	5,4E-11	4,3E-11
Mo-101	1E-1 I	5,4E-10	8E-1	2,8E-10	1,7E-10	9,6E-11	5,3E-11	4,3E-11
Mo-101	1E+0 I	5,2E-10						
Tc-95m	8E-1 I	3,8E-09	8E-1	2,3E-09	1,5E-09	9,3E-10	5,8E-10	4,8E-10
Tc-96	8E-1 I	5,3E-09	8E-1	3,4E-09	2,4E-09	1,5E-09	1,0E-09	8,5E-10
Tc-96m	8E-1 I	9,1E-11	8E-1	5,3E-11	3,5E-11	2,1E-11	1,3E-11	1,0E-11
Tc-97	8E-1 I	9,9E-10	8E-1	5,4E-10	3,3E-10	1,7E-10	9,3E-11	7,3E-11
Tc-97m	8E-1 I	7,8E-09	8E-1	4,2E-09	2,6E-09	1,4E-09	7,2E-10	5,7E-10
Tc-99	8E-1 I	9,2E-09	8E-1	5,0E-09	3,0E-09	1,6E-09	8,6E-10	6,7E-10
Tc-99m	8E-1 I	2,3E-10	8E-1	1,3E-10	8,1E-11	4,5E-11	2,6E-11	2,1E-11
Tc-101	8E-1 I	2,5E-10	8E-1	1,3E-10	8,1E-11	4,4E-11	2,4E-11	1,9E-11
Tc-104	8E-1 I	1,1E-09	8E-1	5,5E-10	3,4E-10	1,9E-10	1,0E-10	8,2E-11
Ru-97	1E-1 I	1,7E-09	5E-2	1,0E-09	6,6E-10	4,0E-10	2,4E-10	2,0E-10
Ru-103	1E-1 I	1,2E-08	5E-2	6,3E-09	4,0E-09	2,3E-09	1,3E-09	1,1E-09
Ru-105	1E-1 I	3,4E-09	5E-2	1,8E-09	1,1E-09	6,4E-10	3,6E-10	2,9E-10
Ru-106	1E-1 I	1,4E-07	5E-2	7,2E-08	4,5E-08	2,4E-08	1,3E-08	1,1E-08
Rh-103m	1E-1 I	5,0E-11	5E-2	2,6E-11	1,6E-11	8,6E-12	4,7E-12	3,7E-12
Rh-105	1E-1 I	6,9E-09	5E-2	3,7E-09	2,3E-09	1,3E-09	6,9E-10	5,4E-10
Rh-107	1E-1 I	3,2E-10	5E-2	1,6E-10	1,0E-10	5,6E-11	3,1E-11	2,4E-11
Pd-103	5E-2 I	4,1E-09	5E-3	2,2E-09	1,3E-09	7,3E-10	4,0E-10	3,1E-10
Pd-103	2E-2 I	4,2E-09	1E-2	2,2E-09	1,3E-09	7,3E-10	4,0E-10	3,1E-10
Pd-107	5E-2 I	8,3E-10	5E-3	4,3E-10	2,7E-10	1,4E-10	7,9E-11	6,2E-11
Pd-107	2E-2 I	8,4E-10	1E-2	4,3E-10	2,7E-10	1,4E-10	7,8E-11	6,2E-11

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Pd-109	5E-2 I	9,5E-09	5E-3	5,0E-09	3,1E-09	1,7E-09	9,1E-10	7,2E-10
Pd-109	2E-2 I	9,7E-09	1E-2	5,0E-09	3,1E-09	1,7E-09	9,0E-10	7,1E-10
Ag-105	1E-1 I	5,0E-09	5E-2	2,7E-09	1,8E-09	1,1E-09	6,9E-10	5,8E-10
Ag-108m	1E-1 I	1,9E-08	5E-2	9,5E-09	6,5E-09	4,0E-09	2,5E-09	2,1E-09
Ag-110m	1E-1 I	2,5E-08	5E-2	1,3E-08	8,9E-09	5,6E-09	3,5E-09	3,0E-09
Ag-111	1E-1 I	2,7E-08	5E-2	1,4E-08	8,6E-09	4,7E-09	2,6E-09	2,0E-09
Cd-109	1E-1 I	3,0E-08	5E-2	1,3E-08	8,2E-09	4,5E-09	2,5E-09	2,2E-09
Cd-113m	1E-1 I	1,6E-07	5E-2	7,3E-08	4,8E-08	3,1E-08	2,4E-08	2,3E-08
Cd-115	1E-1 I	2,6E-08	5E-2	1,4E-08	8,8E-09	4,8E-09	2,7E-09	2,1E-09
Cd-115m	1E-1 I	6,8E-08	5E-2	3,2E-08	1,9E-08	1,1E-08	5,8E-09	4,6E-09
In-110I	4E-2 I	1,4E-09	2E-2	8,7E-10	6,2E-10	4,1E-10	2,7E-10	2,3E-10
In-110s	4E-2 I	1,1E-09	2E-2	5,7E-10	3,6E-10	2,1E-10	1,2E-10	9,5E-11
In-111	4E-2 I	3,7E-09	2E-2	2,1E-09	1,3E-09	8,0E-10	4,8E-10	3,9E-10
In-113m	4E-2 I	3,0E-10	2E-2	1,6E-10	9,9E-11	5,6E-11	3,2E-11	2,6E-11
In-114m	4E-2 I	9,0E-08	2E-2	4,4E-08	2,7E-08	1,5E-08	8,1E-09	6,4E-09
In-115m	4E-2 I	1,1E-09	2E-2	5,6E-10	3,5E-10	1,9E-10	1,1E-10	8,6E-11
Sn-113	4E-2 I	1,4E-08	2E-2	7,4E-09	4,6E-09	2,6E-09	1,4E-09	1,2E-09
Sn-119m	4E-2 I	7,5E-09	2E-2	3,9E-09	2,4E-09	1,3E-09	7,0E-10	5,6E-10
Sn-121m	4E-2 I	8,4E-09	2E-2	4,3E-09	2,7E-09	1,4E-09	7,9E-10	6,3E-10
Sn-123	4E-2 I	4,7E-08	2E-2	2,4E-08	1,5E-08	8,1E-09	4,4E-09	3,5E-09
Sn-125	4E-2 I	6,5E-08	2E-2	3,4E-08	2,1E-08	1,1E-08	6,3E-09	5,0E-09
Sn-126	4E-2 I	8,2E-08	2E-2	4,3E-08	2,7E-08	1,5E-08	8,5E-09	6,9E-09
Sb-122	2E-1 I	3,0E-08	1E-1	1,7E-08	1,1E-08	5,9E-09	3,2E-09	2,6E-09
Sb-122	2E-2 I	3,6E-08	1E-2	1,9E-08	1,2E-08	6,3E-09	3,5E-09	2,8E-09
Sb-124	2E-1 I	3,6E-08	1E-1	2,0E-08	1,3E-08	7,4E-09	4,3E-09	3,4E-09
Sb-124	2E-2 I	4,0E-08	1E-2	2,2E-08	1,4E-08	7,8E-09	4,5E-09	3,6E-09
Sb-125	2E-1 I	1,0E-08	1E-1	5,7E-09	3,6E-09	2,1E-09	1,2E-09	9,6E-10
Sb-125	2E-2 I	1,1E-08	1E-2	5,9E-09	3,7E-09	2,1E-09	1,2E-09	9,8E-10
Sb-127	2E-1 I	2,9E-08	1E-1	1,7E-08	1,0E-08	5,8E-09	3,2E-09	2,6E-09
Sb-127	2E-2 I	3,5E-08	1E-2	1,8E-08	1,1E-08	6,2E-09	3,5E-09	2,8E-09
Sb-128I	2E-1 I	7,7E-09	1E-1	4,5E-09	2,9E-09	1,7E-09	1,0E-09	8,3E-10
Sb-128I	2E-2 I	8,6E-09	1E-2	4,7E-09	3,1E-09	1,8E-09	1,1E-09	8,8E-10
Sb-129	2E-1 I	4,8E-09	1E-1	2,6E-09	1,7E-09	9,3E-10	5,2E-10	4,2E-10
Sb-129	2E-2 I	5,2E-09	1E-2	2,7E-09	1,7E-09	9,7E-10	5,4E-10	4,4E-10
Sb-130	2E-1 I	9,5E-10	1E-1	5,1E-10	3,3E-10	1,9E-10	1,1E-10	9,0E-11
Sb-130	2E-2 I	9,6E-10	1E-2	5,1E-10	3,3E-10	1,9E-10	1,1E-10	9,0E-11

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Sb-131	2E-1 I	1,5E-09	1E-1	7,7E-10	4,8E-10	2,7E-10	1,4E-10	1,1E-10
Sb-131	2E-2 I	1,5E-09	1E-2	7,7E-10	4,8E-10	2,7E-10	1,4E-10	1,1E-10
Te-119m	4E-1 I	5,3E-09	2E-1	3,6E-09	2,5E-09	1,5E-09	9,8E-10	8,3E-10
Te-123m	4E-1 I	1,7E-08	2E-1	7,9E-09	4,9E-09	2,7E-09	1,5E-09	1,2E-09
Te-125m	4E-1 I	1,3E-08	2E-1	6,5E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,2E-09	9,5E-10
Te-127	4E-1 I	2,4E-09	2E-1	1,5E-09	9,1E-10	5,0E-10	2,7E-10	2,1E-10
Te-127m	4E-1 I	3,3E-08	2E-1	1,6E-08	1,0E-08	5,4E-09	3,0E-09	2,4E-09
Te-129	4E-1 I	8,0E-10	2E-1	4,1E-10	2,5E-10	1,4E-10	7,6E-11	6,0E-11
Te-129m	4E-1 I	4,8E-08	2E-1	2,7E-08	1,6E-08	9,0E-09	4,9E-09	3,9E-09
Te-131	4E-1 I	1,3E-09	2E-1	6,8E-10	4,2E-10	2,3E-10	1,2E-10	9,0E-11
Te-131m	4E-1 I	4,6E-08	2E-1	2,4E-08	1,5E-08	8,4E-09	4,3E-09	3,4E-09
Te-132	4E-1 I	5,6E-08	2E-1	3,2E-08	1,8E-08	9,1E-09	4,6E-09	3,5E-09
Te-133	4E-1 I	1,1E-09	2E-1	6,5E-10	3,8E-10	1,9E-10	9,6E-11	7,4E-11
Te-133m	4E-1 I	4,3E-09	2E-1	2,6E-09	1,5E-09	7,7E-10	3,9E-10	3,0E-10
Te-134	4E-1 I	9,0E-10	2E-1	5,2E-10	3,3E-10	1,9E-10	1,1E-10	8,7E-11
I-123	1E+0 I	3,1E-09	1E+0	2,1E-09	1,2E-09	5,7E-10	2,8E-10	2,1E-10
I-125	1E+0 I	7,8E-08	1E+0	6,6E-08	4,9E-08	3,8E-08	1,9E-08	1,5E-08
I-126	1E+0 I	2,8E-07	1E+0	2,1E-07	1,3E-07	7,8E-08	3,8E-08	2,9E-08
I-129	1E+0 I	2,4E-07	1E+0	2,2E-07	1,8E-07	2,1E-07	1,1E-07	1,1E-07
I-130	1E+0 I	2,7E-08	1E+0	1,8E-08	1,0E-08	5,1E-09	2,5E-09	1,9E-09
I-131	1E+0 I	2,4E-07	1E+0	1,8E-07	1,1E-07	6,0E-08	2,9E-08	2,2E-08
I-132	1E+0 I	3,7E-09	1E+0	2,3E-09	1,3E-09	6,9E-10	3,5E-10	2,7E-10
I-133	1E+0 I	6,5E-08	1E+0	4,4E-08	2,5E-08	1,2E-08	5,7E-09	4,2E-09
I-134	1E+0 I	1,3E-09	1E+0	7,4E-10	4,5E-10	2,4E-10	1,3E-10	1,0E-10
I-135	1E+0 I	1,3E-08	1E+0	8,8E-09	5,0E-09	2,4E-09	1,2E-09	9,0E-10
Cs-129	1E+0 I	5,0E-10	1E+0	2,8E-10	1,9E-10	1,2E-10	7,3E-11	6,1E-11
Cs-131	1E+0 I	6,5E-10	1E+0	3,2E-10	2,1E-10	1,3E-10	8,0E-11	6,6E-11
Cs-132	1E+0 I	2,7E-09	1E+0	1,6E-09	1,2E-09	8,1E-10	5,8E-10	5,0E-10
Cs-134	1E+0 I	2,5E-08	1E+0	1,3E-08	1,3E-08	1,4E-08	1,9E-08	1,9E-08
Cs-134m	1E+0 I	2,3E-10	1E+0	1,2E-10	7,3E-11	4,1E-11	2,4E-11	2,0E-11
Cs-135	1E+0 I	4,0E-09	1E+0	1,8E-09	1,7E-09	1,6E-09	1,9E-09	1,9E-09
Cs-136	1E+0 I	1,4E-08	1E+0	7,8E-09	6,1E-09	4,4E-09	3,4E-09	3,0E-09
Cs-137	1E+0 I	2,1E-08	1E+0	9,9E-09	9,9E-09	1,0E-08	1,3E-08	1,3E-08
Cs-138	1E+0 I	1,1E-09	1E+0	5,9E-10	3,7E-10	2,1E-10	1,2E-10	9,2E-11
Ba-131	2E-1 I	5,1E-09	1E-1	3,1E-09	2,0E-09	1,2E-09	7,0E-10	5,7E-10
Ba-133	2E-1 I	8,5E-09	1E-1	4,7E-09	3,0E-09	1,8E-09	1,1E-09	9,7E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Ba-133m	2E-1 I	9,5E-09	1E-1	5,4E-09	3,3E-09	1,8E-09	9,9E-10	7,8E-10
Ba-139	2E-1 I	1,5E-09	1E-1	7,6E-10	4,7E-10	2,6E-10	1,4E-10	1,1E-10
Ba-140	2E-1 I	4,2E-08	1E-1	2,4E-08	1,5E-08	8,3E-09	4,7E-09	3,7E-09
Ba-141	2E-1 I	8,8E-10	1E-1	4,6E-10	2,8E-10	1,6E-10	8,6E-11	6,8E-11
La-140	1E-2 I	3,2E-08	1E-3	1,7E-08	1,1E-08	6,1E-09	3,5E-09	2,8E-09
La-141	1E-2 I	4,8E-09	1E-3	2,4E-09	1,5E-09	8,1E-10	4,4E-10	3,5E-10
La-142	1E-2 I	1,8E-09	1E-3	9,8E-10	6,2E-10	3,5E-10	2,0E-10	1,6E-10
La-143	1E-2 I	8,1E-10	1E-3	4,2E-10	2,6E-10	1,4E-10	7,6E-11	6,0E-11
Ce-139	3E-3 I	4,4E-09	3E-4	2,3E-09	1,5E-09	8,4E-10	4,8E-10	3,9E-10
Ce-139	1E-2 I	4,7E-09	1E-3	2,3E-09	1,5E-09	8,4E-10	4,9E-10	3,9E-10
Ce-141	3E-3 I	1,6E-08	3E-4	8,0E-09	4,9E-09	2,7E-09	1,5E-09	1,2E-09
Ce-141	1E-2 I	1,6E-08	1E-3	8,0E-09	4,9E-09	2,7E-09	1,5E-09	1,2E-09
Ce-143	3E-3 I	2,2E-08	3E-4	1,1E-08	7,0E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,7E-09
Ce-143	1E-2 I	2,2E-08	1E-3	1,1E-08	7,0E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,7E-09
Ce-144	3E-3 I	1,2E-07	3E-4	6,1E-08	3,7E-08	2,0E-08	1,1E-08	8,7E-09
Ce-144	1E-2 I	1,3E-07	1E-3	6,2E-08	3,8E-08	2,1E-08	1,1E-08	8,8E-09
Pr-142	3E-3 I	2,5E-08	3E-4	1,3E-08	7,9E-09	4,3E-09	2,3E-09	1,8E-09
Pr-142	1E-2 I	2,5E-08	1E-3	1,3E-08	7,9E-09	4,3E-09	2,3E-09	1,8E-09
Pr-143	3E-3 I	2,6E-08	3E-4	1,4E-08	8,3E-09	4,5E-09	2,5E-09	1,9E-09
Pr-143	1E-2 I	2,6E-08	1E-3	1,4E-08	8,3E-09	4,5E-09	2,5E-09	1,9E-09
Pr-144	3E-3 I	7,1E-10	3E-4	3,6E-10	2,2E-10	1,2E-10	6,6E-11	5,2E-11
Pr-144	1E-2 I	7,1E-10	1E-3	3,6E-10	2,2E-10	1,2E-10	6,6E-11	5,2E-11
Pr-145	3E-3 I	5,8E-09	3E-4	3,0E-09	1,8E-09	9,9E-10	5,4E-10	4,2E-10
Pr-145	1E-2 I	5,8E-09	1E-3	3,0E-09	1,8E-09	9,9E-10	5,4E-10	4,2E-10
Nd-140	3E-3 I	3,8E-08	3E-4	1,9E-08	1,2E-08	6,4E-09	3,5E-09	2,8E-09
Nd-140	1E-2 I	3,7E-08	1E-3	1,9E-08	1,2E-08	6,4E-09	3,5E-09	2,8E-09
Nd-147	3E-3 I	2,3E-08	3E-4	1,2E-08	7,3E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,7E-09
Nd-147	1E-2 I	2,3E-08	1E-3	1,2E-08	7,3E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,7E-09
Nd-149	3E-3 I	1,7E-09	3E-4	9,0E-10	5,6E-10	3,1E-10	1,7E-10	1,3E-10
Nd-149	1E-2 I	1,7E-09	1E-3	9,0E-10	5,6E-10	3,1E-10	1,7E-10	1,3E-10
Pm-147	3E-3 I	6,2E-09	3E-4	2,9E-09	1,8E-09	9,8E-10	5,4E-10	4,2E-10
Pm-147	1E-2 I	7,4E-09	1E-3	3,1E-09	1,9E-09	1,0E-09	5,6E-10	4,4E-10
Pm-148	3E-3 I	5,6E-08	3E-4	2,9E-08	1,8E-08	9,8E-09	5,4E-09	4,3E-09
Pm-148	1E-2 I	5,6E-08	1E-3	2,9E-08	1,8E-08	9,8E-09	5,4E-09	4,3E-09
Pm-148m	3E-3 I	2,3E-08	3E-4	1,3E-08	8,3E-09	4,9E-09	2,9E-09	2,4E-09
Pm-148m	1E-2 I	2,4E-08	1E-3	1,3E-08	8,3E-09	4,9E-09	3,0E-09	2,4E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Pm-149	3E-3 I	2,1E-08	3E-4	1,1E-08	6,7E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,6E-09
Pm-149	1E-2 I	2,1E-08	1E-3	1,1E-08	6,7E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,6E-09
Pm-151	3E-3 I	1,3E-08	3E-4	6,9E-09	4,3E-09	2,4E-09	1,3E-09	1,0E-09
Pm-151	1E-2 I	1,3E-08	1E-3	6,9E-09	4,3E-09	2,4E-09	1,3E-09	1,0E-09
Sm-146	3E-3 I	1,0E-06	3E-4	1,1E-07	7,3E-08	4,7E-08	3,6E-08	3,4E-08
Sm-146	1E-2 I	3,4E-06	1E-3	3,2E-07	2,1E-07	1,4E-07	1,1E-07	1,1E-07
Sm-147	3E-3 I	9,5E-07	3E-4	1,0E-07	6,7E-08	4,3E-08	3,3E-08	3,1E-08
Sm-147	1E-2 I	3,1E-06	1E-3	2,9E-07	1,9E-07	1,3E-07	1,0E-07	9,7E-08
Sm-151	3E-3 I	2,2E-09	3E-4	9,6E-10	5,9E-10	3,2E-10	1,8E-10	1,4E-10
Sm-151	1E-2 I	3,1E-09	1E-3	1,0E-09	6,4E-10	3,6E-10	2,1E-10	1,7E-10
Sm-153	3E-3 I	1,5E-08	3E-4	7,8E-09	4,8E-09	2,6E-09	1,4E-09	1,1E-09
Sm-153	1E-2 I	1,5E-08	1E-3	7,8E-09	4,8E-09	2,6E-09	1,4E-09	1,1E-09
Eu-152	1E-2 I	2,7E-08	1E-3	1,0E-08	6,6E-09	3,9E-09	2,4E-09	2,0E-09
Eu-152m	1E-2 I	7,8E-09	1E-3	4,0E-09	2,5E-09	1,4E-09	7,5E-10	5,9E-10
Eu-154	1E-2 I	4,6E-08	1E-3	1,8E-08	1,1E-08	6,5E-09	3,8E-09	3,1E-09
Eu-155	1E-2 I	8,5E-09	1E-3	3,4E-09	2,1E-09	1,2E-09	6,6E-10	5,3E-10
Gd-148	3E-3 I	1,1E-06	3E-4	1,2E-07	8,0E-08	5,1E-08	3,8E-08	3,6E-08
Gd-148	1E-2 I	3,6E-06	1E-3	3,5E-07	2,3E-07	1,5E-07	1,1E-07	1,1E-07
Gd-153	3E-3 I	5,0E-09	3E-4	2,6E-09	1,6E-09	9,1E-10	5,1E-10	4,1E-10
Gd-153	1E-2 I	5,4E-09	1E-3	2,6E-09	1,6E-09	9,2E-10	5,2E-10	4,2E-10
Gd-159	3E-3 I	9,2E-09	3E-4	4,7E-09	2,9E-09	1,6E-09	8,7E-10	6,8E-10
Gd-159	1E-2 I	9,2E-09	1E-3	4,7E-09	2,9E-09	1,6E-09	8,7E-10	6,8E-10
Tb-160	3E-3 I	2,7E-08	3E-4	1,4E-08	9,1E-09	5,2E-09	3,0E-09	2,4E-09
Tb-160	1E-2 I	2,8E-08	1E-3	1,4E-08	9,2E-09	5,2E-09	3,0E-09	2,4E-09
Dy-165	3E-3 I	1,2E-09	3E-4	6,1E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Dy-165	1E-2 I	1,2E-09	1E-3	6,1E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Dy-166	3E-3 I	3,9E-08	3E-4	2,0E-08	1,2E-08	6,7E-09	3,7E-09	2,9E-09
Dy-166	1E-2 I	3,9E-08	1E-3	2,0E-08	1,2E-08	6,7E-09	3,6E-09	2,9E-09
Ho-166	3E-3 I	2,8E-08	3E-4	1,4E-08	8,8E-09	4,8E-09	2,6E-09	2,0E-09
Ho-166	1E-2 I	2,8E-08	1E-3	1,4E-08	8,7E-09	4,8E-09	2,6E-09	2,0E-09
Ho-166m	3E-3 I	2,5E-08	3E-4	1,1E-08	7,2E-09	4,4E-09	2,7E-09	2,3E-09
Ho-166m	1E-2 I	4,4E-08	1E-3	1,2E-08	8,2E-09	5,1E-09	3,4E-09	3,0E-09
Er-169	3E-3 I	8,5E-09	3E-4	4,3E-09	2,7E-09	1,4E-09	7,8E-10	6,2E-10
Er-169	1E-2 I	8,4E-09	1E-3	4,3E-09	2,7E-09	1,4E-09	7,8E-10	6,2E-10
Er-171	3E-3 I	5,1E-09	3E-4	2,7E-09	1,7E-09	9,1E-10	5,1E-10	4,0E-10
Er-171	1E-2 I	5,1E-09	1E-3	2,7E-09	1,7E-09	9,1E-10	5,1E-10	4,0E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Tm-170	3E-3 I	3,0E-08	3E-4	1,5E-08	9,5E-09	5,2E-09	2,8E-09	2,2E-09
Tm-170	1E-2 I	3,1E-08	1E-3	1,6E-08	9,5E-09	5,2E-09	2,8E-09	2,2E-09
Tm-171	3E-3 I	2,5E-09	3E-4	1,2E-09	7,5E-10	4,1E-10	2,2E-10	1,7E-10
Tm-171	1E-2 I	2,9E-09	1E-3	1,2E-09	7,7E-10	4,2E-10	2,3E-10	1,8E-10
Yb-169	3E-3 I	1,3E-08	3E-4	6,6E-09	4,2E-09	2,4E-09	1,3E-09	1,1E-09
Yb-169	1E-2 I	1,3E-08	1E-3	6,6E-09	4,2E-09	2,4E-09	1,3E-09	1,1E-09
Yb-175	3E-3 I	9,3E-09	3E-4	4,8E-09	3,0E-09	1,6E-09	8,8E-10	7,0E-10
Yb-175	1E-2 I	9,3E-09	1E-3	4,8E-09	3,0E-09	1,6E-09	8,8E-10	7,0E-10
Lu-174	3E-3 I	4,8E-09	3E-4	2,4E-09	1,5E-09	8,5E-10	4,8E-10	3,9E-10
Lu-174	1E-2 I	5,7E-09	1E-3	2,5E-09	1,6E-09	8,8E-10	5,0E-10	4,1E-10
Lu-177	3E-3 I	1,2E-08	3E-4	6,0E-09	3,7E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,7E-10
Lu-177	1E-2 I	1,2E-08	1E-3	6,0E-09	3,7E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,7E-10
Hf-175	2E-2 I	5,9E-09	2E-3	3,1E-09	2,0E-09	1,2E-09	7,1E-10	5,8E-10
Hf-181	2E-2 I	2,1E-08	2E-3	1,1E-08	6,7E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,7E-09
Ta-179	1E-2 I	9,8E-10	1E-3	5,2E-10	3,3E-10	1,9E-10	1,1E-10	9,0E-11
Ta-182	1E-2 I	2,4E-08	1E-3	1,3E-08	8,3E-09	4,8E-09	2,8E-09	2,2E-09
W-181	2E-2 I	1,2E-09	1E-2	6,7E-10	4,3E-10	2,4E-10	1,4E-10	1,1E-10
W-181	6E-1 I	6,0E-10	3E-1	5,1E-10	3,2E-10	1,9E-10	1,1E-10	8,9E-11
W-185	2E-2 I	1,1E-08	1E-2	5,8E-09	3,6E-09	1,9E-09	1,1E-09	8,3E-10
W-185	6E-1 I	5,0E-09	3E-1	4,2E-09	2,6E-09	1,4E-09	7,7E-10	6,1E-10
W-187	2E-2 I	1,2E-08	1E-2	6,4E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,2E-09	9,8E-10
W-187	6E-1 I	5,8E-09	3E-1	4,8E-09	3,0E-09	1,7E-09	9,3E-10	7,4E-10
Re-183	8E-1 I	9,7E-09	8E-1	5,4E-09	3,3E-09	1,8E-09	9,6E-10	7,6E-10
Re-186	8E-1 I	1,9E-08	8E-1	1,0E-08	6,1E-09	3,2E-09	1,7E-09	1,3E-09
Re-187	8E-1 I	6,0E-11	8E-1	3,3E-11	2,0E-11	1,0E-11	5,6E-12	4,4E-12
Re-188	8E-1 I	1,9E-08	8E-1	1,0E-08	6,2E-09	3,2E-09	1,7E-09	1,3E-09
Os-185	2E-2 I	4,8E-09	1E-2	2,8E-09	1,9E-09	1,2E-09	7,6E-10	6,4E-10
Os-191	2E-2 I	1,2E-08	1E-2	6,1E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,1E-09	9,1E-10
Os-191m	2E-2 I	1,7E-09	1E-2	8,9E-10	5,5E-10	3,0E-10	1,6E-10	1,3E-10
Os-193	2E-2 I	1,6E-08	1E-2	8,3E-09	5,1E-09	2,8E-09	1,5E-09	1,2E-09
Ir-190	2E-2 I	1,6E-08	1E-2	8,9E-09	5,8E-09	3,4E-09	2,1E-09	1,7E-09
Ir-192	2E-2 I	2,3E-08	1E-2	1,2E-08	7,8E-09	4,4E-09	2,5E-09	2,0E-09
Ir-193m	2E-2 I	6,3E-09	1E-2	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,6E-10
Ir-194	2E-2 I	2,5E-08	1E-2	1,3E-08	7,9E-09	4,3E-09	2,3E-09	1,8E-09
Pt-190	2E-2 I	1,4E-07	1E-2	5,6E-08	3,4E-08	1,9E-08	1,0E-08	8,2E-09
Pt-191	2E-2 I	5,0E-09	1E-2	2,7E-09	1,7E-09	1,0E-09	5,8E-10	4,7E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Pt-193m	2E-2 I	9,8E-09	1E-2	5,1E-09	3,1E-09	1,7E-09	9,2E-10	7,3E-10
Pt-195m	2E-2 I	1,3E-08	1E-2	6,8E-09	4,2E-09	2,3E-09	1,3E-09	9,9E-10
Pt-197	2E-2 I	7,5E-09	1E-2	3,9E-09	2,4E-09	1,3E-09	7,1E-10	5,6E-10
Pt-197m	2E-2 I	1,2E-09	1E-2	6,4E-10	3,9E-10	2,1E-10	1,2E-10	9,3E-11
Au-193	2E-1 I	1,8E-09	1E-1	1,1E-09	6,7E-10	3,8E-10	2,1E-10	1,7E-10
Au-194	2E-1 I	3,8E-09	1E-1	2,4E-09	1,6E-09	9,9E-10	6,2E-10	5,2E-10
Au-195	2E-1 I	4,3E-09	1E-1	2,5E-09	1,6E-09	8,7E-10	4,9E-10	3,9E-10
Au-196	2E-1 I	3,5E-09	1E-1	2,1E-09	1,4E-09	8,6E-10	5,3E-10	4,4E-10
Au-198	2E-1 I	1,8E-08	1E-1	1,0E-08	6,4E-09	3,5E-09	2,0E-09	1,6E-09
Au-199	2E-1 I	8,1E-09	1E-1	4,6E-09	2,8E-09	1,6E-09	8,6E-10	6,8E-10
Hg-194	1E+0 I	1,3E-07	1E+0	1,2E-07	8,9E-08	6,8E-08	5,7E-08	5,3E-08
Hg-194	8E-1 I	1,1E-07	4E-1	4,7E-08	3,6E-08	2,8E-08	2,3E-08	2,2E-08
Hi-194	4E-2 I	8,7E-09	2E-2	4,3E-09	3,1E-09	2,2E-09	1,7E-09	1,5E-09
Hg-197m	1E+0 I	1,7E-09	1E+0	9,0E-10	5,6E-10	3,1E-10	1,7E-10	1,4E-10
Hg-197m	8E-1 I	3,1E-09	4E-1	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,7E-10
Hi-197m	4E-2 I	8,8E-09	2E-2	4,6E-09	2,9E-09	1,6E-09	8,6E-10	6,8E-10
Hg-203	1E+0 I	1,6E-08	1E+0	1,0E-08	6,5E-09	3,8E-09	2,2E-09	1,8E-09
Hg-203	8E-1 I	1,5E-08	4E-1	6,9E-09	4,4E-09	2,5E-09	1,5E-09	1,2E-09
Hi-203	4E-2 I	9,8E-09	2E-2	5,2E-09	3,2E-09	1,8E-09	1,0E-09	8,2E-10
Tl-200	1E+0 I	1,2E-09	1E+0	7,1E-10	5,0E-10	3,2E-10	2,1E-10	1,8E-10
Tl-201	1E+0 I	7,5E-10	1E+0	4,1E-10	2,7E-10	1,5E-10	9,1E-11	7,4E-11
Tl-202	1E+0 I	2,5E-09	1E+0	1,5E-09	1,1E-09	6,8E-10	4,4E-10	3,7E-10
Tl-204	1E+0 I	1,0E-08	1E+0	5,5E-09	3,4E-09	1,8E-09	1,0E-09	7,9E-10
Pb-201	4E-1 I	1,4E-09	2E-1	9,3E-10	6,1E-10	3,7E-10	2,2E-10	1,8E-10
Pb-201	6E-1 I	1,2E-09	3E-1	8,7E-10	5,7E-10	3,4E-10	2,1E-10	1,7E-10
Pb-202	4E-1 I	3,6E-08	2E-1	1,7E-08	1,3E-08	1,1E-08	9,3E-09	8,8E-09
Pb-202	6E-1 I	5,3E-08	3E-1	2,5E-08	2,0E-08	1,6E-08	1,4E-08	1,3E-08
Pb-205	4E-1 I	2,3E-09	2E-1	1,1E-09	7,3E-10	5,0E-10	3,9E-10	3,6E-10
Pb-205	6E-1 I	3,1E-09	3E-1	1,4E-09	1,0E-09	7,0E-10	5,5E-10	5,1E-10
Pb-210	4E-1 I	5,6E-06	2E-1	2,5E-06	1,7E-06	1,1E-06	8,9E-07	8,6E-07
Pb-210	6E-1 I	8,4E-06	3E-1	3,7E-06	2,5E-06	1,7E-06	1,3E-06	1,3E-06
Pb-212	4E-1 I	2,0E-07	2E-1	6,0E-08	3,7E-08	2,0E-08	1,1E-08	8,7E-09
Pb-212	6E-1 I	2,9E-07	3E-1	8,1E-08	4,9E-08	2,7E-08	1,5E-08	1,2E-08
Bi-206	1E-1 I	1,9E-08	5E-2	1,1E-08	7,6E-09	4,7E-09	2,9E-09	2,4E-09
Bi-207	1E-1 I	1,5E-08	5E-2	8,7E-09	5,7E-09	3,4E-09	2,0E-09	1,7E-09
Bi-208	1E-1 I	8,1E-09	5E-2	5,2E-09	3,7E-09	2,4E-09	1,6E-09	1,4E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Bi-210	1E-1 I	2,7E-08	5E-2	1,4E-08	8,9E-09	4,8E-09	2,6E-09	2,1E-09
Bi-210m	1E-1 I	3,5E-07	5E-2	1,3E-07	7,7E-08	4,2E-08	2,3E-08	1,8E-08
Bi-212	1E-1 I	3,3E-09	5E-2	1,7E-09	1,0E-09	5,6E-10	3,1E-10	2,5E-10
Po-206	2E-1 I	1,1E-06	1E-1	3,3E-07	2,0E-07	1,1E-07	6,0E-08	4,7E-08
Po-206	6E-1 I	3,2E-06	3E-1	8,8E-07	5,4E-07	2,9E-07	1,6E-07	1,3E-07
Po-208	2E-1 I	5,7E-06	1E-1	1,8E-06	1,1E-06	6,0E-07	3,2E-07	2,6E-07
Po-208	6E-1 I	1,7E-05	3E-1	5,3E-06	3,2E-06	1,8E-06	9,6E-07	7,7E-07
Po-209	2E-1 I	5,6E-06	1E-1	1,8E-06	1,1E-06	5,9E-07	3,2E-07	2,6E-07
Po-209	6E-1 I	1,7E-05	3E-1	5,3E-06	3,2E-06	1,8E-06	9,5E-07	7,7E-07
Po-210	2E-1 I	4,7E-06	1E-1	1,4E-06	8,9E-07	4,8E-07	2,6E-07	2,1E-07
Po-210	6E-1 I	1,4E-05	3E-1	4,2E-06	2,6E-06	1,4E-06	7,7E-07	6,2E-07
At-211	1E+0 I	1,5E-07	1E+0	7,4E-08	4,6E-08	2,5E-08	1,3E-08	1,1E-08
Ra-223	4E-1 I	3,1E-06	2E-1	9,5E-07	5,8E-07	3,2E-07	1,7E-07	1,4E-07
Ra-224	4E-1 I	1,8E-06	2E-1	5,5E-07	3,4E-07	1,9E-07	1,0E-07	8,0E-08
Ra-225	4E-1 I	1,8E-06	2E-1	5,1E-07	3,1E-07	1,7E-07	9,2E-08	7,3E-08
Ra-226	4E-1 I	2,2E-06	2E-1	9,0E-07	5,7E-07	3,5E-07	2,4E-07	2,2E-07
Ra-228	4E-1 I	2,5E-06	2E-1	1,1E-06	7,0E-07	4,0E-07	2,8E-07	2,7E-07
Ac-225	1E-2 I	9,5E-07	1E-3	2,8E-07	1,7E-07	9,4E-08	5,1E-08	4,0E-08
Ac-227	1E-2 I	5,9E-05	1E-3	5,4E-06	3,8E-06	2,7E-06	2,3E-06	2,2E-06
Ac-228	1E-2 I	1,1E-08	1E-3	3,1E-09	1,9E-09	1,1E-09	6,1E-10	5,0E-10
Th-227	2E-3 I	3,4E-07	2E-4	9,1E-08	5,6E-08	3,1E-08	1,7E-08	1,3E-08
Th-227	5E-3 I	6,1E-07	5E-4	1,1E-07	6,6E-08	3,6E-08	1,9E-08	1,5E-08
Th-227	1E-2 I	1,1E-06	1E-3	1,3E-07	8,2E-08	4,5E-08	2,4E-08	1,9E-08
Th-228	2E-3 I	3,4E-06	2E-4	3,8E-07	2,4E-07	1,3E-07	7,5E-08	6,7E-08
Th-228	5E-3 I	8,2E-06	5E-4	7,9E-07	4,8E-07	2,6E-07	1,6E-07	1,4E-07
Th-228	1E-2 I	1,6E-05	1E-3	1,5E-06	9,0E-07	4,9E-07	2,9E-07	2,7E-07
Th-229	2E-3 I	1,2E-05	2E-4	1,1E-06	8,1E-07	6,0E-07	5,1E-07	4,8E-07
Th-229	5E-3 I	3,0E-05	5E-4	2,8E-06	2,0E-06	1,5E-06	1,2E-06	1,2E-06
Th-229	1E-2 I	6,0E-05	1E-3	5,5E-06	3,9E-06	2,9E-06	2,5E-06	2,4E-06
Th-230	2E-3 I	1,8E-06	2E-4	2,0E-07	1,4E-07	1,0E-07	8,1E-08	7,6E-08
Th-230	5E-3 I	4,5E-06	5E-4	4,4E-07	3,1E-07	2,3E-07	1,9E-07	1,8E-07
Th-230	1E-2 I	8,9E-06	1E-3	8,4E-07	6,0E-07	4,4E-07	3,7E-07	3,5E-07
Th-231	2E-3 I	6,6E-09	2E-4	3,4E-09	2,1E-09	1,1E-09	6,2E-10	4,9E-10
Th-231	5E-3 I	6,6E-09	5E-4	3,4E-09	2,1E-09	1,1E-09	6,2E-10	4,9E-10
Th-231	1E-2 I	6,6E-09	1E-3	3,4E-09	2,1E-09	1,1E-09	6,2E-10	4,9E-10
Th-232	2E-3 I	6,5E-06	2E-4	6,4E-07	5,1E-07	4,3E-07	3,9E-07	3,7E-07

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Th-232	5E-3 I	1,6E-05	5E-4	1,6E-06	1,2E-06	1,1E-06	9,7E-07	9,2E-07
Th-232	1E-2 I	3,2E-05	1E-3	3,1E-06	2,5E-06	2,1E-06	1,9E-06	1,8E-06
Th-234	2E-3 I	7,7E-08	2E-4	4,0E-08	2,4E-08	1,3E-08	7,2E-09	5,7E-09
Th-234	5E-3 I	7,7E-08	5E-4	4,0E-08	2,4E-08	1,3E-08	7,2E-09	5,7E-09
Th-234	1E-2 I	7,7E-08	1E-3	4,0E-08	2,4E-08	1,3E-08	7,2E-09	5,7E-09
Pa-230	1E-2 I	5,5E-08	1E-3	8,8E-09	5,5E-09	3,2E-09	1,8E-09	1,5E-09
Pa-231	1E-2 I	2,7E-05	1E-3	2,6E-06	2,2E-06	1,8E-06	1,6E-06	1,4E-06
Pa-232	1E-2 I	1,2E-08	1E-3	5,4E-09	3,5E-09	2,0E-09	1,2E-09	9,9E-10
Pa-233	1E-2 I	1,8E-08	1E-3	9,4E-09	5,8E-09	3,2E-09	1,8E-09	1,4E-09
U-230	1E-1 I	3,2E-06	5E-2	1,0E-06	6,2E-07	3,4E-07	1,8E-07	1,4E-07
U-230	2E-2 I	1,1E-06	2E-3	3,2E-07	2,0E-07	1,1E-07	5,8E-08	4,6E-08
U-232	1E-1 I	1,2E-06	5E-2	5,0E-07	3,3E-07	2,2E-07	1,8E-07	1,7E-07
U-232	2E-2 I	3,1E-07	2E-3	6,6E-08	4,1E-08	2,4E-08	1,5E-08	1,3E-08
U-233	1E-1 I	4,5E-07	5E-2	1,7E-07	1,1E-07	6,6E-08	4,4E-08	4,0E-08
U-233	2E-2 I	1,6E-07	2E-3	4,8E-08	3,0E-08	1,6E-08	9,2E-09	7,4E-09
U-234	1E-1 I	4,5E-07	5E-2	1,7E-07	1,1E-07	6,5E-08	4,4E-08	3,9E-08
U-234	2E-2 I	1,6E-07	2E-3	4,8E-08	3,0E-08	1,6E-08	9,1E-09	7,4E-09
U-235	1E-1 I	4,3E-07	5E-2	1,6E-07	1,0E-07	6,3E-08	4,2E-08	3,8E-08
U-235	2E-2 I	1,6E-07	2E-3	5,1E-08	3,2E-08	1,7E-08	9,7E-09	7,8E-09
U-236	1E-1 I	4,2E-07	5E-2	1,6E-07	1,0E-07	6,1E-08	4,1E-08	3,7E-08
U-236	2E-2 I	1,5E-07	2E-3	4,5E-08	2,8E-08	1,5E-08	8,6E-09	6,9E-09
U-238	1E-1 I	4,0E-07	5E-2	1,5E-07	9,8E-08	5,9E-08	4,0E-08	3,6E-08
U-238	2E-2 I	1,4E-07	2E-3	4,4E-08	2,7E-08	1,5E-08	8,4E-09	6,8E-09
Np-233	1E-2 I	2,2E-11	1E-3	1,2E-11	7,8E-12	4,5E-12	2,7E-12	2,2E-12
Np-233	5E-3 I	2,2E-11	5E-4	1,2E-11	7,8E-12	4,5E-12	2,7E-12	2,2E-12
Np-234	1E-2 I	9,0E-09	1E-3	5,1E-09	3,4E-09	2,1E-09	1,3E-09	1,0E-09
Np-234	5E-3 I	9,0E-09	5E-4	5,1E-09	3,4E-09	2,1E-09	1,3E-09	1,0E-09
Np-235	1E-2 I	1,4E-09	1E-3	6,2E-10	3,8E-10	2,1E-10	1,1E-10	9,0E-11
Np-235	5E-3 I	1,3E-09	5E-4	6,0E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,8E-11
Np-236l	1E-2 I	2,3E-06	1E-3	2,3E-07	1,9E-07	1,6E-07	1,4E-07	1,2E-07
Np-236l	5E-3 I	1,1E-06	5E-4	1,2E-07	9,7E-08	8,1E-08	7,1E-08	6,3E-08
Np-236s	1E-2 I	6,2E-09	1E-3	1,9E-09	1,2E-09	6,9E-10	4,1E-10	3,4E-10
Np-236s	5E-3 I	4,7E-09	5E-4	1,8E-09	1,1E-09	6,3E-10	3,6E-10	2,9E-10
Np-237	1E-2 I	1,4E-05	1E-3	1,4E-06	1,0E-06	8,0E-07	6,8E-07	6,4E-07
Np-237	5E-3 I	7,3E-06	5E-4	7,1E-07	5,3E-07	4,1E-07	3,5E-07	3,2E-07
Np-238	1E-2 I	1,7E-08	1E-3	8,6E-09	5,4E-09	3,0E-09	1,7E-09	1,4E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Np-238	5E-3 I	1,7E-08	5E-4	8,6E-09	5,4E-09	3,0E-09	1,7E-09	1,3E-09
Np-239	1E-2 I	1,6E-08	1E-3	8,3E-09	5,1E-09	2,8E-09	1,5E-09	1,2E-09
Np-239	5E-3 I	1,6E-08	5E-4	8,3E-09	5,1E-09	2,8E-09	1,5E-09	1,2E-09
Np-240	1E-2 I	8,9E-10	1E-3	4,7E-10	3,0E-10	1,7E-10	9,6E-11	7,8E-11
Np-240	5E-3 I	8,9E-10	5E-4	4,7E-10	3,0E-10	1,7E-10	9,6E-11	7,8E-11
Pu-236	1E-4 I	1,7E-07	1E-5	6,0E-08	3,7E-08	2,1E-08	1,2E-08	9,6E-09
Pu-236	5E-3 I	3,1E-06	5E-4	3,2E-07	2,1E-07	1,4E-07	1,1E-07	9,8E-08
Pu-236	1E-2 I	6,0E-06	1E-3	5,8E-07	3,9E-07	2,6E-07	2,0E-07	1,9E-07
Pu-236	1E-3 I	7,0E-07	1E-4	1,1E-07	6,9E-08	4,2E-08	2,9E-08	2,6E-08
Pu-236	2E-3 I	1,3E-06	2E-4	1,6E-07	1,0E-07	6,7E-08	4,8E-08	4,4E-08
Pu-238	1E-4 I	2,2E-07	1E-5	6,3E-08	4,0E-08	2,3E-08	1,5E-08	1,2E-08
Pu-238	5E-3 I	6,2E-06	5E-4	6,1E-07	4,4E-07	3,2E-07	2,7E-07	2,6E-07
Pu-238	1E-2 I	1,2E-05	1E-3	1,2E-06	8,4E-07	6,3E-07	5,4E-07	5,1E-07
Pu-238	1E-3 I	1,3E-06	1E-4	1,6E-07	1,1E-07	7,9E-08	6,2E-08	5,7E-08
Pu-238	2E-3 I	2,5E-06	2E-4	2,7E-07	1,9E-07	1,4E-07	1,1E-07	1,1E-07
Pu-239	1E-4 I	2,2E-07	1E-5	6,1E-08	3,9E-08	2,3E-08	1,5E-08	1,2E-08
Pu-239	5E-3 I	6,5E-06	5E-4	6,4E-07	4,7E-07	3,6E-07	3,0E-07	2,8E-07
Pu-239	1E-2 I	1,3E-05	1E-3	1,2E-06	9,1E-07	7,0E-07	6,0E-07	5,6E-07
Pu-239	1E-3 I	1,4E-06	1E-4	1,7E-07	1,2E-07	8,4E-08	6,8E-08	6,2E-08
Pu-239	2E-3 I	2,7E-06	2E-4	2,9E-07	2,1E-07	1,5E-07	1,3E-07	1,2E-07
Pu-240	1E-4 I	2,2E-07	1E-5	6,1E-08	3,9E-08	2,3E-08	1,5E-08	1,3E-08
Pu-240	5E-3 I	6,5E-06	5E-4	6,4E-07	4,7E-07	3,6E-07	3,0E-07	2,8E-07
Pu-240	1E-2 I	1,3E-05	1E-3	1,2E-06	9,1E-07	7,0E-07	6,0E-07	5,6E-07
Pu-240	1E-3 I	1,4E-06	1E-4	1,7E-07	1,2E-07	8,4E-08	6,8E-08	6,2E-08
Pu-240	2E-3 I	2,7E-06	2E-4	2,9E-07	2,1E-07	1,5E-07	1,3E-07	1,2E-07
Pu-241	1E-4 I	2,3E-09	1E-5	4,2E-10	3,0E-10	2,1E-10	1,6E-10	1,4E-10
Pu-241	5E-3 I	9,1E-08	5E-4	8,9E-09	7,5E-09	6,5E-09	5,9E-09	5,3E-09
Pu-241	1E-2 I	1,8E-07	1E-3	1,8E-08	1,5E-08	1,3E-08	1,2E-08	1,1E-08
Pu-241	1E-3 I	1,9E-08	1E-4	2,0E-09	1,6E-09	1,4E-09	1,2E-09	1,1E-09
Pu-241	2E-3 I	3,7E-08	2E-4	3,7E-09	3,1E-09	2,6E-09	2,4E-09	2,2E-09
Pu-242	1E-4 I	2,1E-07	1E-5	5,8E-08	3,7E-08	2,2E-08	1,4E-08	1,2E-08
Pu-242	5E-3 I	6,2E-06	5E-4	6,1E-07	4,5E-07	3,4E-07	2,9E-07	2,7E-07
Pu-242	1E-2 I	1,2E-05	1E-3	1,2E-06	8,7E-07	6,6E-07	5,7E-07	5,3E-07
Pu-242	1E-3 I	1,3E-06	1E-4	1,6E-07	1,1E-07	8,0E-08	6,4E-08	5,9E-08
Pu-242	2E-3 I	2,5E-06	2E-4	2,7E-07	2,0E-07	1,4E-07	1,2E-07	1,1E-07
Pu-243	1E-4 I	1,2E-09	1E-5	6,0E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Pu-243	5E-3 I	1,2E-09	5E-4	6,0E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Pu-243	1E-2 I	1,2E-09	1E-3	6,0E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Pu-243	1E-3 I	1,2E-09	1E-4	6,0E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Pu-243	2E-3 I	1,2E-09	2E-4	6,0E-10	3,7E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Pu-244	1E-4 I	2,7E-07	1E-5	8,7E-08	5,5E-08	3,2E-08	1,9E-08	1,6E-08
Pu-244	5E-3 I	6,2E-06	5E-4	6,3E-07	4,6E-07	3,5E-07	2,9E-07	2,7E-07
Pu-244	1E-2 I	1,2E-05	1E-3	1,2E-06	8,8E-07	6,7E-07	5,7E-07	5,3E-07
Pu-244	1E-3 I	1,4E-06	1E-4	1,9E-07	1,3E-07	9,0E-08	6,9E-08	6,3E-08
Pu-244	2E-3 I	2,6E-06	2E-4	3,0E-07	2,1E-07	1,5E-07	1,2E-07	1,1E-07
Am-241	5E-3 I	6,8E-06	5E-4	6,7E-07	4,9E-07	3,7E-07	3,1E-07	2,9E-07
Am-241	1E-2 I	1,3E-05	1E-3	1,3E-06	9,5E-07	7,2E-07	6,1E-07	5,7E-07
Am-241	2E-3 I	2,8E-06	2E-4	3,0E-07	2,2E-07	1,6E-07	1,3E-07	1,2E-07
Am-242	5E-3 I	7,1E-09	5E-4	2,7E-09	1,7E-09	9,2E-10	5,0E-10	4,0E-10
Am-242	1E-2 I	9,1E-09	1E-3	2,9E-09	1,8E-09	9,7E-10	5,3E-10	4,3E-10
Am-242	2E-3 I	5,9E-09	2E-4	2,7E-09	1,6E-09	8,9E-10	4,9E-10	3,8E-10
Am-242m	5E-3 I	6,0E-06	5E-4	5,7E-07	4,3E-07	3,4E-07	2,9E-07	2,8E-07
Am-242m	1E-2 I	1,2E-05	1E-3	1,1E-06	8,6E-07	6,7E-07	5,9E-07	5,5E-07
Am-242m	2E-3 I	2,4E-06	2E-4	2,3E-07	1,8E-07	1,4E-07	1,2E-07	1,1E-07
Am-243	5E-3 I	6,7E-06	5E-4	6,6E-07	4,9E-07	3,7E-07	3,1E-07	2,9E-07
Am-243	1E-2 I	1,3E-05	1E-3	1,3E-06	9,4E-07	7,2E-07	6,1E-07	5,7E-07
Am-243	2E-3 I	2,7E-06	2E-4	3,0E-07	2,2E-07	1,6E-07	1,3E-07	1,2E-07
Cm-242	5E-3 I	7,0E-07	5E-4	1,0E-07	6,3E-08	3,5E-08	1,9E-08	1,6E-08
Cm-242	1E-2 I	1,3E-06	1E-3	1,5E-07	9,0E-08	5,0E-08	2,8E-08	2,4E-08
Cm-242	2E-3 I	3,5E-07	2E-4	7,5E-08	4,6E-08	2,5E-08	1,4E-08	1,1E-08
Cm-243	5E-3 I	5,4E-06	5E-4	5,4E-07	3,7E-07	2,6E-07	2,1E-07	2,0E-07
Cm-243	1E-2 I	1,1E-05	1E-3	1,0E-06	7,1E-07	5,0E-07	4,2E-07	4,0E-07
Cm-243	2E-3 I	2,2E-06	2E-4	2,5E-07	1,7E-07	1,2E-07	9,3E-08	8,7E-08
Cm-244	5E-3 I	4,8E-06	5E-4	4,7E-07	3,2E-07	2,1E-07	1,7E-07	1,7E-07
Cm-244	1E-2 I	9,4E-06	1E-3	8,9E-07	6,0E-07	4,1E-07	3,4E-07	3,2E-07
Cm-244	2E-3 I	2,0E-06	2E-4	2,2E-07	1,5E-07	9,7E-08	7,5E-08	7,1E-08
Cm-245	5E-3 I	6,9E-06	5E-4	6,8E-07	5,0E-07	3,8E-07	3,2E-07	3,0E-07
Cm-245	1E-2 I	1,4E-05	1E-3	1,3E-06	9,7E-07	7,4E-07	6,3E-07	5,9E-07
Cm-245	2E-3 I	2,8E-06	2E-4	3,0E-07	2,2E-07	1,6E-07	1,3E-07	1,2E-07
Cm-246	5E-3 I	6,9E-06	5E-4	6,8E-07	5,0E-07	3,7E-07	3,2E-07	3,0E-07
Cm-246	1E-2 I	1,4E-05	1E-3	1,3E-06	9,6E-07	7,3E-07	6,3E-07	5,9E-07
Cm-246	2E-3 I	2,8E-06	2E-4	3,0E-07	2,2E-07	1,6E-07	1,3E-07	1,2E-07

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Cm-247	5E-3 I	6,3E-06	5E-4	6,3E-07	4,6E-07	3,5E-07	2,9E-07	2,7E-07
Cm-247	1E-2 I	1,3E-05	1E-3	1,2E-06	8,9E-07	6,8E-07	5,8E-07	5,4E-07
Cm-247	2E-3 I	2,6E-06	2E-4	2,8E-07	2,1E-07	1,5E-07	1,2E-07	1,1E-07
Cm-248	5E-3 I	2,5E-05	5E-4	2,5E-06	1,9E-06	1,4E-06	1,2E-06	1,1E-06
Cm-248	1E-2 I	5,0E-05	1E-3	4,8E-06	3,6E-06	2,7E-06	2,3E-06	2,2E-06
Cm-248	2E-3 I	1,0E-05	2E-4	1,2E-06	8,5E-07	6,2E-07	5,1E-07	4,7E-07
Bk-245	5E-3 I	1,1E-08	5E-4	5,7E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,8E-10
Bk-245	1E-2 I	1,1E-08	1E-3	5,7E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,9E-10
Bk-246	5E-3 I	5,2E-09	5E-4	3,0E-09	2,0E-09	1,2E-09	7,3E-10	6,0E-10
Bk-246	1E-2 I	5,2E-09	1E-3	3,0E-09	2,0E-09	1,2E-09	7,3E-10	6,0E-10
Bk-247	5E-3 I	8,0E-06	5E-4	7,9E-07	5,8E-07	4,4E-07	3,8E-07	3,5E-07
Bk-247	1E-2 I	1,6E-05	1E-3	1,5E-06	1,1E-06	8,7E-07	7,5E-07	6,9E-07
Bk-249	5E-3 I	2,1E-08	5E-4	3,2E-09	2,2E-09	1,5E-09	1,2E-09	1,1E-09
Bk-249	1E-2 I	3,9E-08	1E-3	4,9E-09	3,5E-09	2,5E-09	2,1E-09	1,9E-09
Cf-246	5E-3 I	7,9E-08	5E-4	3,4E-08	2,1E-08	1,1E-08	6,2E-09	4,9E-09
Cf-246	1E-2 I	9,2E-08	1E-3	3,5E-08	2,2E-08	1,2E-08	6,4E-09	5,0E-09
Cf-248	5E-3 I	1,4E-06	5E-4	1,7E-07	1,0E-07	5,9E-08	3,6E-08	3,2E-08
Cf-248	1E-2 I	2,7E-06	1E-3	2,7E-07	1,7E-07	9,9E-08	6,1E-08	5,5E-08
Cf-249	5E-3 I	8,1E-06	5E-4	8,0E-07	5,9E-07	4,5E-07	3,8E-07	3,5E-07
Cf-249	1E-2 I	1,6E-05	1E-3	1,5E-06	1,1E-06	8,7E-07	7,5E-07	7,0E-07
Cf-250	5E-3 I	5,0E-06	5E-4	5,0E-07	3,3E-07	2,2E-07	1,7E-07	1,6E-07
Cf-250	1E-2 I	9,9E-06	1E-3	9,3E-07	6,2E-07	4,1E-07	3,3E-07	3,2E-07
Cf-251	5E-3 I	8,2E-06	5E-4	8,1E-07	6,0E-07	4,6E-07	3,9E-07	3,6E-07
Cf-251	1E-2 I	1,6E-05	1E-3	1,6E-06	1,2E-06	8,9E-07	7,6E-07	7,1E-07
Cf-252	5E-3 I	4,6E-06	5E-4	5,1E-07	3,2E-07	1,8E-07	1,1E-07	9,8E-08
Cf-252	1E-2 I	8,9E-06	1E-3	8,8E-07	5,4E-07	3,0E-07	1,9E-07	1,7E-07
Cf-253	5E-3 I	1,1E-07	5E-4	1,3E-08	7,8E-09	4,3E-09	2,3E-09	1,9E-09
Cf-253	1E-2 I	2,0E-07	1E-3	1,9E-08	1,1E-08	6,2E-09	3,4E-09	2,7E-09
Cf-254	5E-3 I	1,4E-05	5E-4	3,4E-06	2,2E-06	1,2E-06	7,0E-07	5,6E-07
Cf-254	1E-2 I	2,2E-05	1E-3	4,0E-06	2,5E-06	1,4E-06	8,0E-07	6,4E-07
Es-250	5E-3 I	2,2E-10	5E-4	8,6E-11	5,8E-11	3,6E-11	2,3E-11	2,0E-11
Es-250	1E-2 I	3,1E-10	1E-3	9,4E-11	6,3E-11	4,0E-11	2,6E-11	2,3E-11
Es-251	5E-3 I	3,1E-09	5E-4	1,6E-09	1,0E-09	5,6E-10	3,1E-10	2,5E-10
Es-251	1E-2 I	3,2E-09	1E-3	1,6E-09	1,0E-09	5,6E-10	3,1E-10	2,5E-10
Es-253	5E-3 I	2,3E-07	5E-4	6,6E-08	4,0E-08	2,2E-08	1,2E-08	9,4E-09
Es-253	1E-2 I	3,5E-07	1E-3	7,2E-08	4,4E-08	2,4E-08	1,3E-08	1,0E-08

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Es-254	5E-3 I	1,4E-06	5E-4	1,8E-07	1,1E-07	6,2E-08	3,7E-08	3,3E-08
Es-254	1E-2 I	2,6E-06	1E-3	2,8E-07	1,7E-07	9,8E-08	6,0E-08	5,4E-08
Es-254m	5E-3 I	9,9E-08	5E-4	4,5E-08	2,8E-08	1,5E-08	8,4E-09	6,6E-09
Es-254m	1E-2 I	1,1E-07	1E-3	4,6E-08	2,8E-08	1,6E-08	8,5E-09	6,7E-09
Fm-252	5E-3 I	5,9E-08	5E-4	2,6E-08	1,6E-08	8,8E-09	4,8E-09	3,8E-09
Fm-252	1E-2 I	6,7E-08	1E-3	2,7E-08	1,6E-08	9,0E-09	4,9E-09	3,9E-09
Fm-253	5E-3 I	3,4E-08	5E-4	9,7E-09	6,0E-09	3,3E-09	1,8E-09	1,4E-09
Fm-253	1E-2 I	5,1E-08	1E-3	1,1E-08	6,6E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,6E-09
Fm-254	5E-3 I	6,0E-09	5E-4	2,9E-09	1,8E-09	9,6E-10	5,2E-10	4,1E-10
Fm-254	1E-2 I	6,4E-09	1E-3	2,9E-09	1,8E-09	9,7E-10	5,3E-10	4,2E-10
Fm-255	5E-3 I	5,3E-08	5E-4	2,5E-08	1,5E-08	8,3E-09	4,5E-09	3,6E-09
Fm-255	1E-2 I	5,6E-08	1E-3	2,5E-08	1,5E-08	8,4E-09	4,6E-09	3,6E-09
Fm-257	5E-3 I	9,8E-07	5E-4	1,3E-07	7,9E-08	4,3E-08	2,4E-08	1,9E-08
Fm-257	1E-2 I	1,8E-06	1E-3	1,9E-07	1,2E-07	6,4E-08	3,5E-08	2,9E-08
Md-257	5E-3 I	3,4E-09	5E-4	9,2E-10	5,7E-10	3,1E-10	1,7E-10	1,4E-10
Md-257	1E-2 I	5,2E-09	1E-3	1,1E-09	6,5E-10	3,6E-10	2,0E-10	1,6E-10

CUADRO II-II DOSIS EFECTIVA COMPROMETIDA POR UNIDAD DE INCORPORACION, POR INHALACION, PARA DIFERENTES VALORES DE TRANSFERENCIA INTESTINAL (f_1)^{52/} Y CATEGORIAS DE RETENCION (S_v Bq⁻¹) PARA DIFERENTES GRUPOS DE EDAD^{53/} (EN AÑOS)

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
H-3	1E+0 v	6,9E-11	1E+0	4,3E-11	3,5E-11	2,4E-11	1,8E-11	1,8E-11
Ot-3	1E+0 v	1,2E-10	1E+0	1,0E-10	8,1E-11	5,9E-11	4,0E-11	4,0E-11
Be-7	5E-2 Y	4,4E-10	5E-3	3,1E-10	2,2E-10	1,5E-10	9,8E-11	8,5E-11
Be-7	5E-2 W	3,4E-10	5E-3	2,3E-10	1,6E-10	1,1E-10	7,3E-11	6,2E-11
Be-10	5E-2 Y	4,7E-07	5E-3	4,0E-07	2,5E-07	1,5E-07	1,0E-07	9,5E-08
Be-10	5E-2 W	8,2E-08	5E-3	5,3E-08	3,3E-08	1,8E-08	1,1E-08	9,0E-09
C-11	1E+0 v	3,1E-11	1E+0	1,7E-11	1,1E-11	6,6E-12	4,0E-12	3,3E-12
Cx-11	1E+0 v	2,0E-11	1E+0	1,1E-11	7,3E-12	4,3E-12	2,6E-12	2,1E-12
Cy-11	4E-1 v	1,1E-11	4E-1	6,2E-12	4,1E-12	2,4E-12	1,4E-12	1,2E-12
C-14	1E+0 v	1,5E-09	1E+0	1,5E-09	1,1E-09	8,5E-10	5,6E-10	5,6E-10
Cx-14	1E+0 v	2,1E-11	1E+0	1,8E-11	1,4E-11	9,6E-12	6,3E-12	6,4E-12
Cy-14	4E-1 v	1,1E-11	4E-1	5,5E-12	3,4E-12	1,8E-12	9,9E-13	7,8E-13
F-18	1E+0 D	2,7E-10	1E+0	1,4E-10	9,0E-11	5,1E-11	2,9E-11	2,4E-11
F-18	1E+0 W	2,4E-10	1E+0	1,3E-10	7,9E-11	4,5E-11	2,5E-11	2,0E-11
F-18	1E+0 Y	2,5E-10	1E+0	1,3E-10	8,4E-11	4,8E-11	2,7E-11	2,2E-11
Na-22	1E+0 D	1,4E-08	1E+0	8,6E-09	5,9E-09	3,7E-09	2,4E-09	2,0E-09
Na-24	1E+0 D	3,1E-09	1E+0	1,7E-09	1,1E-09	6,6E-10	3,9E-10	3,2E-10
Mg-28	1E+0 W	1,2E-08	5E-1	9,3E-09	5,8E-09	3,2E-09	1,8E-09	1,4E-09
Mg-28	1E+0 D	8,1E-09	5E-1	6,0E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,2E-09	9,6E-10
Si-31	2E-2 Y	8,1E-10	1E-2	4,1E-10	2,5E-10	1,4E-10	7,5E-11	5,9E-11
Si-31	2E-2 W	7,4E-10	1E-2	3,8E-10	2,3E-10	1,3E-10	6,8E-11	5,4E-11
Si-31	2E-2 D	7,8E-10	1E-2	4,0E-10	2,5E-10	1,3E-10	7,2E-11	5,7E-11
Si-32	2E-2 Y	1,3E-06	1E-2	1,1E-06	7,3E-07	4,3E-07	3,0E-07	2,7E-07
Si-32	2E-2 W	1,5E-07	1E-2	9,7E-08	6,0E-08	3,2E-08	1,8E-08	1,4E-08
Si-32	2E-2 D	5,4E-08	1E-2	3,8E-08	2,3E-08	1,3E-08	6,9E-09	5,7E-09
P-32	8E-1 W	5,5E-08	8E-1	3,0E-08	1,8E-08	9,9E-09	5,4E-09	4,3E-09
P-32	8E-1 D	2,1E-08	8E-1	1,1E-08	6,8E-09	3,7E-09	2,0E-09	1,6E-09
S-35	1E+0 v	1,1E-09	1E+0	6,5E-10	4,0E-10	2,2E-10	1,2E-10	9,5E-11

^{52/} v indica vapor; Y indica clase pulmonar, años; W indica clase pulmonar, semanas; D indica clase pulmonar, días.

^{53/} Véase Comisión Internacional de Protección Radiológica, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides, ICRP Publication 56, in Annals of the ICRP, Vol. 20 Núm. 2, página 5, Pergamon Press.

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
S-35	8E-1 D	1,0E-09	8E-1	5,9E-10	3,6E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,5E-11
S-35	8E-1 W	7,9E-09	8E-1	4,7E-09	2,9E-09	1,6E-09	8,5E-10	6,8E-10
Cl-36	1E+0 D	8,0E-09	1E+0	4,2E-09	2,6E-09	1,4E-09	7,7E-10	6,1E-10
Cl-36	1E+0 W	6,5E-08	1E+0	4,1E-08	2,5E-08	1,4E-08	7,4E-09	6,0E-09
Cl-38	1E+0 D	5,5E-10	1E+0	2,8E-10	1,7E-10	9,6E-11	5,3E-11	4,2E-11
Cl-38	1E+0 W	4,4E-10	1E+0	2,2E-10	1,4E-10	7,6E-11	4,2E-11	3,3E-11
K-40	1E+0 D	3,7E-08	1E+0	2,2E-08	1,4E-08	7,5E-09	4,1E-09	3,3E-09
K-42	1E+0 D	5,1E-09	1E+0	2,6E-09	1,6E-09	8,8E-10	4,8E-10	3,8E-10
K-43	1E+0 D	2,0E-09	1E+0	1,1E-09	7,0E-10	4,0E-10	2,3E-10	1,9E-10
Ca-41	6E-1 W	2,1E-09	3E-1	1,2E-09	7,9E-10	4,8E-10	3,4E-10	3,2E-10
Ca-45	6E-1 W	2,1E-08	3E-1	1,2E-08	7,4E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,8E-09
Ca-47	6E-1 W	2,1E-08	3E-1	1,2E-08	7,7E-09	4,3E-09	2,4E-09	1,9E-09
Sc-46	1E-3 Y	5,8E-08	1E-4	4,0E-08	2,6E-08	1,6E-08	9,5E-09	8,0E-09
Sc-47	1E-3 Y	7,9E-09	1E-4	4,1E-09	2,5E-09	1,4E-09	7,6E-10	6,0E-10
Sc-48	1E-3 Y	1,1E-08	1E-4	6,2E-09	4,1E-09	2,4E-09	1,5E-09	1,2E-09
Ti-44	2E-2 Y	1,3E-06	1E-2	1,1E-06	7,0E-07	4,2E-07	2,9E-07	2,7E-07
Ti-44	2E-2 W	3,2E-07	1E-2	2,3E-07	1,5E-07	8,9E-08	5,5E-08	4,9E-08
Ti-44	2E-2 D	5,7E-07	1E-2	4,9E-07	3,2E-07	2,0E-07	1,3E-07	1,2E-07
V-48	2E-2 W	2,5E-08	1E-2	1,4E-08	9,5E-09	5,7E-09	3,5E-09	2,9E-09
V-48	2E-2 D	9,3E-09	1E-2	5,6E-09	3,8E-09	2,3E-09	1,5E-09	1,2E-09
Cr-51	2E-1 Y	9,5E-10	1E-1	5,6E-10	3,6E-10	2,1E-10	1,2E-10	9,8E-11
Cr-51	2E-1 W	7,6E-10	1E-1	4,4E-10	2,8E-10	1,6E-10	9,5E-11	7,7E-11
Cr-51	2E-1 D	2,6E-10	1E-1	1,5E-10	1,0E-10	6,2E-11	3,8E-11	3,1E-11
Mn-52	2E-1 W	1,1E-08	1E-1	6,9E-09	4,7E-09	3,0E-09	1,9E-09	1,6E-09
Mn-52	2E-1 D	7,7E-09	1E-1	4,8E-09	3,3E-09	2,1E-09	1,4E-09	1,2E-09
Mn-52m	2E-1 W	1,9E-10	1E-1	9,9E-11	6,1E-11	3,4E-11	1,9E-11	1,5E-11
Mn-52m	2E-1 D	2,5E-10	1E-1	1,3E-10	8,1E-11	4,5E-11	2,5E-11	2,0E-11
Mn-54	2E-1 W	9,8E-09	1E-1	6,6E-09	4,7E-09	3,1E-09	2,0E-09	1,7E-09
Mn-54	2E-1 D	6,8E-09	1E-1	4,6E-09	3,3E-09	2,2E-09	1,4E-09	1,2E-09
Mn-56	2E-1 W	1,1E-09	1E-1	5,7E-10	3,5E-10	2,0E-10	1,1E-10	8,7E-11
Mn-56	2E-1 D	1,2E-09	1E-1	6,2E-10	3,9E-10	2,2E-10	1,2E-10	9,8E-11
Fe-52	2E-1 W	7,1E-09	1E-1	3,8E-09	2,4E-09	1,3E-09	7,5E-10	6,0E-10
Fe-52	2E-1 D	5,9E-09	1E-1	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,4E-10	5,2E-10
Fe-55	2E-1 W	3,0E-09	1E-1	1,9E-09	1,2E-09	6,5E-10	3,8E-10	3,3E-10
Fe-55	2E-1 D	4,2E-09	1E-1	3,4E-09	2,1E-09	1,1E-09	6,9E-10	6,4E-10
Fe-59	2E-1 W	3,0E-08	1E-1	1,7E-08	1,1E-08	6,8E-09	4,1E-09	3,4E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Fe-59	2E-1 D	2,6E-08	1E-1	1,7E-08	1,1E-08	7,1E-09	4,5E-09	3,8E-09
Co-56	8E-1 D	1,0E-07	8E-1	7,4E-08	5,2E-08	3,3E-08	2,2E-08	1,9E-08
Co-56	1E-1 Y	7,3E-08	5E-2	5,0E-08	3,3E-08	2,0E-08	1,3E-08	1,1E-08
Co-56	1E-1 W	4,5E-08	5E-2	2,9E-08	1,9E-08	1,2E-08	7,3E-09	6,2E-09
Cc-57	8E-1 D	1,6E-08	8E-1	1,2E-08	8,1E-09	4,9E-09	3,0E-09	2,6E-09
Co-57	1E-1 Y	1,8E-08	5E-2	1,3E-08	8,4E-09	4,8E-09	2,8E-09	2,4E-09
Co-57	1E-1 W	6,5E-09	5E-2	4,1E-09	2,6E-09	1,5E-09	8,7E-10	7,2E-10
Cc-58	8E-1 D	2,7E-08	8E-1	2,0E-08	1,4E-08	8,9E-09	5,8E-09	5,0E-09
Co-58	1E-1 Y	2,0E-08	5E-2	1,3E-08	9,1E-09	5,6E-09	3,4E-09	2,9E-09
Co-58	1E-1 W	1,3E-08	5E-2	8,0E-09	5,4E-09	3,3E-09	2,1E-09	1,7E-09
Cc-58m	8E-1 D	2,3E-10	8E-1	1,5E-10	1,0E-10	6,2E-11	3,9E-11	3,3E-11
Co-58m	1E-1 Y	2,5E-10	5E-2	1,5E-10	9,5E-11	5,5E-11	3,2E-11	2,6E-11
Co-58m	1E-1 W	2,0E-10	5E-2	1,1E-10	7,1E-11	4,1E-11	2,3E-11	1,9E-11
Cc-60	8E-1 D	2,9E-07	8E-1	2,5E-07	1,8E-07	1,1E-07	7,5E-08	6,9E-08
Co-60	1E-1 Y	2,6E-07	5E-2	2,2E-07	1,5E-07	9,1E-08	6,0E-08	5,6E-08
Co-60	1E-1 W	5,7E-08	5E-2	3,9E-08	2,6E-08	1,6E-08	1,0E-08	9,0E-09
Cc-60m	8E-1 D	6,9E-12	8E-1	3,9E-12	2,5E-12	1,4E-12	8,2E-13	6,8E-13
Ni-59	1E+0 V	3,8E-09	1E+0	3,3E-09	2,0E-09	1,1E-09	7,6E-10	7,3E-10
Ni-59	1E-1 W	2,2E-09	5E-2	1,5E-09	9,0E-10	5,0E-10	2,9E-10	2,5E-10
Ni-59	1E-1 D	1,9E-09	5E-2	1,6E-09	1,0E-09	5,7E-10	3,8E-10	3,6E-10
Ni-63	1E+0 v	9,0E-09	1E+0	7,7E-09	4,8E-09	2,7E-09	1,8E-09	1,7E-09
Ni-63	1E-1 W	5,8E-09	5E-2	3,8E-09	2,3E-09	1,3E-09	7,5E-10	6,4E-10
Ni-63	1E-1 D	4,7E-09	5E-2	3,9E-09	2,4E-09	1,4E-09	8,9E-10	8,5E-10
Ni-65	1E+0 v	1,2E-09	1E+0	6,2E-10	3,9E-10	2,1E-10	1,2E-10	9,2E-11
Ni-65	1E-1 W	7,7E-10	5E-2	4,0E-10	2,5E-10	1,3E-10	7,4E-11	5,9E-11
Ni-65	1E-1 D	8,2E-10	5E-2	4,2E-10	2,6E-10	1,4E-10	7,9E-11	6,3E-11
Cu-64	1E+0 Y	6,9E-10	5E-1	5,2E-10	3,2E-10	1,8E-10	1,0E-10	8,0E-11
Cu-64	1E+0 W	6,7E-10	5E-1	4,8E-10	3,0E-10	1,7E-10	9,2E-11	7,3E-11
Cu-64	1E+0 D	5,0E-10	5E-1	3,5E-10	2,2E-10	1,2E-10	6,9E-11	5,6E-11
Cu-67	1E+0 Y	3,3E-09	5E-1	2,5E-09	1,6E-09	8,6E-10	4,8E-10	3,8E-10
Cu-67	1E+0 W	3,2E-09	5E-1	2,4E-09	1,5E-09	8,0E-10	4,4E-10	3,5E-10
Cu-67	1E+0 D	1,7E-09	5E-1	1,2E-09	7,4E-10	4,1E-10	2,3E-10	1,8E-10
Zn-65	1E+0 Y	3,3E-08	5E-1	2,0E-08	1,4E-08	9,2E-09	5,9E-09	5,3E-09
Zn-69	1E+0 Y	1,5E-10	5E-1	7,6E-11	4,7E-11	2,5E-11	1,4E-11	1,1E-11
Zn-69m	1E+0 Y	2,0E-09	5E-1	1,6E-09	9,8E-10	5,4E-10	3,0E-10	2,4E-10
Ga-66	1E-2 W	6,3E-09	1E-3	3,3E-09	2,1E-09	1,2E-09	6,5E-10	5,2E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Ga-66	1E-2 D	5,2E-09	1E-3	2,7E-09	1,7E-09	9,6E-10	5,4E-10	4,3E-10
Ga-67	1E-2 W	1,9E-09	1E-3	1,0E-09	6,4E-10	3,6E-10	2,1E-10	1,7E-10
Ga-67	1E-2 D	9,9E-10	1E-3	5,4E-10	3,4E-10	2,0E-10	1,2E-10	9,4E-11
Ga-68	1E-2 W	4,0E-10	1E-3	2,1E-10	1,3E-10	7,0E-11	3,9E-11	3,1E-11
Ga-68	1E-2 D	4,8E-10	1E-3	2,5E-10	1,5E-10	8,6E-11	4,8E-11	3,8E-11
Ga-72	1E-2 W	5,8E-09	1E-3	3,1E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,6E-10	5,3E-10
Ga-72	1E-2 D	4,3E-09	1E-3	2,3E-09	1,5E-09	8,5E-10	5,0E-10	4,0E-10
Ge-68	1E+0 W	1,5E-07	1E+0	9,1E-08	5,6E-08	3,1E-08	1,7E-08	1,4E-08
Ge-68	1E+0 D	5,4E-09	1E+0	2,8E-09	1,8E-09	9,8E-10	5,5E-10	4,4E-10
Ge-71	1E+0 W	4,3E-10	1E+0	2,3E-10	1,4E-10	7,6E-11	4,2E-11	3,3E-11
Ge-71	1E+0 D	5,8E-11	1E+0	3,0E-11	1,8E-11	9,9E-12	5,4E-12	4,2E-12
Ge-77	1E+0 W	3,7E-09	1E+0	1,9E-09	1,2E-09	6,6E-10	3,6E-10	2,9E-10
Ge-77	1E+0 D	2,3E-09	1E+0	1,2E-09	7,6E-10	4,2E-10	2,4E-10	1,9E-10
As-73	1E+0 W	1,0E-08	5E-1	6,6E-09	4,1E-09	2,2E-09	1,2E-09	9,6E-10
As-74	1E+0 W	2,2E-08	5E-1	1,4E-08	9,0E-09	5,0E-09	2,8E-09	2,3E-09
As-76	1E+0 W	9,7E-09	5E-1	7,8E-09	4,8E-09	2,6E-09	1,4E-09	1,1E-09
As-77	1E+0 W	2,8E-09	5E-1	2,3E-09	1,4E-09	7,6E-10	4,1E-10	3,2E-10
Se-75	8E-1 W	1,2E-08	8E-1	8,4E-09	5,8E-09	3,6E-09	2,3E-09	2,0E-09
Se-75	8E-1 D	8,8E-09	8E-1	6,3E-09	4,4E-09	2,8E-09	1,8E-09	1,6E-09
Se-79	8E-1 W	2,1E-08	8E-1	1,4E-08	8,7E-09	4,7E-09	2,6E-09	2,1E-09
Se-79	8E-1 D	1,1E-08	8E-1	7,5E-09	4,6E-09	2,5E-09	1,4E-09	1,1E-09
Br-77	1E+0 D	4,0E-10	1E+0	2,4E-10	1,7E-10	1,1E-10	6,8E-11	5,7E-11
Br-77	1E+0 W	5,5E-10	1E+0	3,3E-10	2,2E-10	1,4E-10	8,7E-11	7,2E-11
Br-82	1E+0 D	2,4E-09	1E+0	1,4E-09	9,9E-10	6,2E-10	4,0E-10	3,3E-10
Br-82	1E+0 W	3,3E-09	1E+0	1,9E-09	1,3E-09	7,9E-10	4,9E-10	4,1E-10
Br-84	1E+0 D	3,9E-10	1E+0	2,0E-10	1,2E-10	6,9E-11	3,8E-11	3,0E-11
Br-84	1E+0 W	3,0E-10	1E+0	1,6E-10	9,7E-11	5,3E-11	2,9E-11	2,3E-11
Rb-81	1E+0 D	4,2E-10	1E+0	2,2E-10	1,4E-10	7,9E-11	4,5E-11	3,7E-11
Rb-86	1E+0 D	2,2E-08	1E+0	1,2E-08	7,3E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,7E-09
Rb-87	1E+0 D	9,5E-09	1E+0	5,8E-09	3,5E-09	1,9E-09	1,0E-09	8,4E-10
Rb-88	1E+0 D	3,6E-10	1E+0	1,8E-10	1,1E-10	6,1E-11	3,3E-11	2,6E-11
Rb-89	1E+0 D	1,6E-10	1E+0	8,5E-11	5,3E-11	2,9E-11	1,6E-11	1,3E-11
Sr-82	2E-2 Y	2,2E-07	1E-2	1,2E-07	7,5E-08	4,1E-08	2,3E-08	1,8E-08
Sr-82	6E-1 D	4,1E-08	3E-1	2,4E-08	1,5E-08	8,4E-09	4,7E-09	3,7E-09
Sr-85	2E-2 Y	8,7E-09	1E-2	6,0E-09	4,0E-09	2,5E-09	1,6E-09	1,3E-09
Sr-85	6E-1 D	2,9E-09	3E-1	1,9E-09	1,4E-09	8,8E-10	5,7E-10	4,9E-10

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Sr-85M	2E-2 Y	1,8E-11	1E-2	1,1E-11	7,1E-12	4,3E-12	2,7E-12	2,2E-12
Sr-85M	6E-1 D	1,7E-11	3E-1	1,0E-11	6,7E-12	4,1E-12	2,6E-12	2,2E-12
Sr-87M	2E-2 Y	1,2E-10	1E-2	6,3E-11	4,0E-11	2,3E-11	1,3E-11	1,1E-11
Sr-87M	6E-1 D	1,1E-10	3E-1	6,4E-11	4,1E-11	2,4E-11	1,4E-11	1,1E-11
Sr-89	2E-2 Y	1,4E-07	1E-2	8,1E-08	5,0E-08	2,7E-08	1,5E-08	1,2E-08
Sr-89	6E-1 D	2,1E-08	3E-1	1,2E-08	7,6E-09	4,1E-09	2,2E-09	1,8E-09
Sr-90	2E-2 Y	1,9E-06	1E-2	1,6E-06	9,9E-07	5,7E-07	3,7E-07	3,5E-07
Sr-90	6E-1 D	2,3E-07	3E-1	1,8E-07	1,1E-07	6,8E-08	4,8E-08	4,6E-08
Sr-91	2E-2 Y	5,8E-09	1E-2	3,1E-09	1,9E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,7E-10
Sr-91	6E-1 D	2,9E-09	3E-1	1,7E-09	1,1E-09	6,0E-10	3,4E-10	2,7E-10
Sr-92	2E-2 Y	2,8E-09	1E-2	1,4E-09	8,9E-10	4,9E-10	2,7E-10	2,1E-10
Sr-92	6E-1 D	2,0E-09	3E-1	1,1E-09	7,0E-10	3,9E-10	2,1E-10	1,7E-10
Y-87	1E-3 Y	5,1E-09	1E-4	2,8E-09	1,8E-09	1,1E-09	6,4E-10	5,2E-10
Y-87	1E-3 W	4,8E-09	1E-4	2,6E-09	1,7E-09	1,0E-09	6,0E-10	4,9E-10
Y-90	1E-3 Y	3,8E-08	1E-4	2,0E-08	1,2E-08	6,6E-09	3,6E-09	2,8E-09
Y-90	1E-3 W	3,5E-08	1E-4	1,8E-08	1,1E-08	6,0E-09	3,3E-09	2,6E-09
Y-91	1E-3 Y	1,5E-07	1E-4	9,5E-08	5,8E-08	3,2E-08	1,7E-08	1,4E-08
Y-91	1E-3 W	1,1E-07	1E-4	6,4E-08	3,9E-08	2,1E-08	1,2E-08	9,2E-09
Y-91m	1E-3 Y	1,1E-10	1E-4	6,6E-11	4,1E-11	2,3E-11	1,3E-11	1,0E-11
Y-91m	1E-3 W	8,3E-11	1E-4	4,7E-11	3,0E-11	1,6E-11	9,2E-12	7,4E-12
Y-92	1E-3 Y	2,8E-09	1E-4	1,4E-09	8,8E-10	4,8E-10	2,6E-10	2,1E-10
Y-92	1E-3 W	2,6E-09	1E-4	1,3E-09	8,1E-10	4,4E-10	2,4E-10	1,9E-10
Y-93	1E-3 Y	8,5E-09	1E-4	4,3E-09	2,7E-09	1,4E-09	7,9E-10	6,2E-10
Y-93	1E-3 W	7,7E-09	1E-4	3,9E-09	2,4E-09	1,3E-09	7,1E-10	5,6E-10
Y-94	1E-3 Y	2,6E-10	1E-4	1,3E-10	8,2E-11	4,5E-11	2,4E-11	1,9E-11
Y-94	1E-3 W	2,4E-10	1E-4	1,2E-10	7,7E-11	4,2E-11	2,3E-11	1,8E-11
Zr-93	2E-2 Y	5,4E-08	2E-3	4,6E-08	3,2E-08	2,1E-08	1,6E-08	1,5E-08
Zr-93	2E-2 W	3,0E-08	2E-3	2,5E-08	1,8E-08	1,4E-08	1,2E-08	1,1E-08
Zr-93	2E-2 D	9,3E-08	2E-3	8,5E-08	6,5E-08	5,1E-08	4,5E-08	4,3E-08
Zr-95	2E-2 Y	5,3E-08	2E-3	3,5E-08	2,2E-08	1,3E-08	7,6E-09	6,3E-09
Zr-95	2E-2 W	3,6E-08	2E-3	2,2E-08	1,4E-08	8,2E-09	4,8E-09	3,9E-09
Zr-95	2E-2 D	3,2E-08	2E-3	2,2E-08	1,4E-08	8,4E-09	5,0E-09	4,2E-09
Zr-97	2E-2 Y	1,7E-08	2E-3	8,7E-09	5,4E-09	3,0E-09	1,6E-09	1,3E-09
Zr-97	2E-2 W	1,5E-08	2E-3	7,8E-09	4,9E-09	2,7E-09	1,5E-09	1,2E-09
Zr-97	2E-2 D	1,0E-08	2E-3	5,3E-09	3,3E-09	1,8E-09	1,0E-09	8,1E-10
Nb-91	2E-2 Y	2,0E-08	1E-2	1,7E-08	1,1E-08	6,5E-09	4,4E-09	4,1E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Nb-91	2E-2 W	3,7E-09	1E-2	2,4E-09	1,5E-09	8,0E-10	4,3E-10	3,6E-10
Nb-91M	2E-2 Y	2,5E-08	1E-2	1,6E-08	9,6E-09	5,2E-09	2,8E-09	2,3E-09
Nb-91M	2E-2 W	1,8E-08	1E-2	1,0E-08	6,4E-09	3,5E-09	1,9E-09	1,5E-09
Nb-92M	2E-2 Y	4,0E-09	1E-2	2,5E-09	1,7E-09	1,1E-09	7,0E-10	5,9E-10
Nb-92M	2E-2 W	3,8E-09	1E-2	2,3E-09	1,6E-09	1,0E-09	6,7E-10	5,6E-10
Nb-93m	2E-2 Y	4,6E-08	1E-2	3,9E-08	2,4E-08	1,3E-08	8,5E-09	7,9E-09
Nb-93m	2E-2 W	8,8E-09	1E-2	5,6E-09	3,4E-09	1,9E-09	1,0E-09	8,3E-10
Nb-94	2E-2 Y	4,4E-07	1E-2	3,8E-07	2,5E-07	1,6E-07	1,2E-07	1,1E-07
Nb-94	2E-2 W	7,2E-08	1E-2	4,8E-08	3,1E-08	1,8E-08	1,1E-08	9,3E-09
Nb-95	2E-2 Y	1,3E-08	1E-2	8,1E-09	5,3E-09	3,2E-09	1,9E-09	1,6E-09
Nb-95	2E-2 W	1,1E-08	1E-2	6,5E-09	4,3E-09	2,6E-09	1,6E-09	1,3E-09
Nb-97	2E-2 Y	2,9E-10	1E-2	1,5E-10	9,3E-11	5,1E-11	2,8E-11	2,3E-11
Nb-97	2E-2 W	2,7E-10	1E-2	1,4E-10	8,6E-11	4,8E-11	2,6E-11	2,1E-11
Nb-98	2E-2 Y	4,1E-10	1E-2	2,1E-10	1,3E-10	7,3E-11	4,1E-11	3,3E-11
Nb-98	2E-2 W	3,8E-10	1E-2	2,0E-10	1,2E-10	6,8E-11	3,8E-11	3,1E-11
Mo-90	1E-1 Y	3,5E-09	5E-2	1,9E-09	1,2E-09	7,2E-10	4,3E-10	3,5E-10
Mo-90	8E-1 D	1,7E-09	8E-1	9,6E-10	6,2E-10	3,7E-10	2,2E-10	1,8E-10
Mo-93	1E-1 Y	3,0E-08	5E-2	2,6E-08	1,7E-08	1,1E-08	8,3E-09	7,6E-09
Mo-93	8E-1 D	2,0E-09	8E-1	1,3E-09	7,9E-10	4,3E-10	2,3E-10	1,9E-10
Mo-99	1E-1 Y	1,7E-08	5E-2	8,9E-09	5,5E-09	3,0E-09	1,6E-09	1,3E-09
Mo-99	8E-1 D	6,1E-09	8E-1	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,0E-10	4,8E-10
Mo-101	1E-1 Y	1,3E-10	5E-2	6,7E-11	4,2E-11	2,3E-11	1,3E-11	1,0E-11
Mo-101	8E-1 D	1,6E-10	8E-1	8,3E-11	5,2E-11	2,9E-11	1,6E-11	1,3E-11
Tc-95m	8E-1 W	7,7E-09	8E-1	4,9E-09	3,3E-09	2,0E-09	1,3E-09	1,1E-09
Tc-95m	8E-1 D	2,5E-09	8E-1	1,5E-09	1,0E-09	6,1E-10	3,8E-10	3,1E-10
Tc-96	8E-1 W	4,4E-09	8E-1	2,8E-09	1,9E-09	1,3E-09	8,2E-10	6,9E-10
Tc-96	8E-1 D	3,2E-09	8E-1	2,1E-09	1,4E-09	9,3E-10	6,0E-10	5,0E-10
Tc-96m	8E-1 W	5,0E-11	8E-1	3,0E-11	2,1E-11	1,3E-11	8,1E-12	6,8E-12
Tc-96m	8E-1 D	4,9E-11	8E-1	2,9E-11	1,9E-11	1,2E-11	7,0E-12	6,0E-12
Tc-97	8E-1 W	3,1E-09	8E-1	1,9E-09	1,2E-09	6,4E-10	3,5E-10	2,8E-10
Tc-97	8E-1 D	6,9E-10	8E-1	3,8E-10	2,3E-10	1,2E-10	6,4E-11	5,0E-11
Tc-97m	8E-1 W	1,7E-08	8E-1	1,0E-08	6,2E-09	3,4E-09	1,8E-09	1,5E-09
Tc-97m	8E-1 D	5,3E-09	8E-1	2,8E-09	1,7E-09	9,0E-10	4,8E-10	3,8E-10
Tc-99	8E-1 W	2,7E-08	8E-1	1,7E-08	1,0E-08	5,6E-09	3,0E-09	2,4E-09
Tc-99	8E-1 D	6,3E-09	8E-1	3,4E-09	2,0E-09	1,1E-09	5,8E-10	4,5E-10
Tc-99M	8E-1 W	9,0E-11	8E-1	5,1E-11	3,2E-11	1,8E-11	1,0E-11	8,2E-12

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Tc-99M	8E-1 D	1,3E-10	8E-1	7,3E-11	4,5E-11	2,5E-11	1,4E-11	1,1E-11
Tc-101	8E-1 W	5,5E-11	8E-1	2,8E-11	1,7E-11	9,5E-12	5,2E-12	4,1E-12
Tc-101	8E-1 D	8,2E-11	8E-1	4,9E-11	2,9E-11	1,6E-11	8,3E-12	6,1E-12
Tc-104	8E-1 W	2,4E-10	8E-1	1,3E-10	7,7E-11	4,2E-11	2,3E-11	1,8E-11
Tc-104	8E-1 D	3,5E-10	8E-1	2,3E-10	1,4E-10	7,3E-11	3,9E-11	2,8E-11
Ru-97	1E-1 Y	1,2E-09	5E-2	6,7E-10	4,4E-10	2,6E-10	1,6E-10	1,3E-10
Ru-97	1E-1 W	1,1E-09	5E-2	6,2E-10	4,1E-10	2,4E-10	1,5E-10	1,2E-10
Ru-97	1E-1 D	6,2E-10	5E-2	3,6E-10	2,4E-10	1,5E-10	9,1E-11	7,5E-11
Ru-103	1E-1 Y	2,6E-08	5E-2	1,5E-08	9,8E-09	5,5E-09	3,1E-09	2,5E-09
Ru-103	1E-1 W	1,9E-08	5E-2	1,1E-08	7,1E-09	4,0E-09	2,3E-09	1,9E-09
Ru-103	1E-1 D	7,4E-09	5E-2	4,4E-09	2,9E-09	1,7E-09	1,0E-09	8,5E-10
Ru-105	1E-1 Y	1,6E-09	5E-2	8,4E-10	5,2E-10	2,9E-10	1,6E-10	1,3E-10
Ru-105	1E-1 W	1,5E-09	5E-2	7,7E-10	4,8E-10	2,6E-10	1,5E-10	1,2E-10
Ru-105	1E-1 D	1,2E-09	5E-2	6,3E-10	4,0E-10	2,2E-10	1,2E-10	9,9E-11
Ru-106	1E-1 Y	1,1E-06	5E-2	8,2E-07	5,0E-07	2,7E-07	1,5E-07	1,3E-07
Ru-106	1E-1 W	3,7E-07	5E-2	2,2E-07	1,4E-07	7,5E-08	4,1E-08	3,3E-08
Ru-106	1E-1 D	1,4E-07	5E-2	9,8E-08	6,1E-08	3,3E-08	1,8E-08	1,6E-08
Rh-103m	1E-1 Y	1,8E-11	5E-2	9,0E-12	5,6E-12	3,0E-12	1,6E-12	1,3E-12
Rh-103m	1E-1 W	1,6E-11	5E-2	8,3E-12	5,1E-12	2,8E-12	1,5E-12	1,2E-12
Rh-103m	1E-1 D	2,0E-11	5E-2	1,0E-11	6,2E-12	3,4E-12	1,8E-12	1,4E-12
Rh-105	1E-1 Y	4,0E-09	5E-2	2,1E-09	1,3E-09	7,2E-10	3,9E-10	3,1E-10
Rh-105	1E-1 W	3,6E-09	5E-2	1,9E-09	1,2E-09	6,5E-10	3,6E-10	2,8E-10
Rh-105	1E-1 D	1,9E-09	5E-2	1,0E-09	6,3E-10	3,4E-10	1,9E-10	1,5E-10
Rh-107	1E-1 Y	7,8E-11	5E-2	4,0E-11	2,5E-11	1,4E-11	7,4E-12	5,9E-12
Rh-107	1E-1 W	7,4E-11	5E-2	3,8E-11	2,3E-11	1,3E-11	7,0E-12	5,5E-12
Rh-107	1E-1 D	9,6E-11	5E-2	4,9E-11	3,0E-11	1,7E-11	9,2E-12	7,3E-12
Pd-103	5E-2 Y	5,9E-09	5E-3	3,2E-09	2,0E-09	1,1E-09	5,9E-10	4,7E-10
Pd-103	5E-2 W	5,1E-09	5E-3	2,8E-09	1,7E-09	9,2E-10	5,0E-10	4,0E-10
Pd-103	5E-2 D	2,2E-09	5E-3	1,2E-09	7,2E-10	3,9E-10	2,1E-10	1,7E-10
Pd-107	5E-2 Y	1,7E-08	5E-3	1,4E-08	9,2E-09	5,5E-09	3,7E-09	3,5E-09
Pd-107	5E-2 W	2,5E-09	5E-3	1,5E-09	9,3E-10	5,1E-10	2,7E-10	2,2E-10
Pd-107	5E-2 D	6,0E-10	5E-3	3,2E-10	2,0E-10	1,1E-10	5,8E-11	4,6E-11
Pd-09	5E-2 Y	4,4E-09	5E-3	2,3E-09	1,4E-09	7,7E-10	4,2E-10	3,3E-10
Pd-109	5E-2 W	4,0E-09	5E-3	2,1E-09	1,3E-09	6,9E-10	3,8E-10	3,0E-10
Pd-109	5E-2 D	2,8E-09	5E-3	1,5E-09	9,0E-10	4,9E-10	2,7E-10	2,1E-10
Ag-105	1E-1 Y	9,5E-09	5E-2	5,9E-09	3,9E-09	2,4E-09	1,5E-09	1,2E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Ag-105	1E-1 W	7,9E-09	5E-2	4,7E-09	3,2E-09	1,9E-09	1,2E-09	1,0E-09
Ag-105	1E-1 D	6,9E-09	5E-2	4,4E-09	3,0E-09	1,9E-09	1,2E-09	1,0E-09
Ag-108M	1E-1 Y	2,7E-07	5E-2	2,3E-07	1,6E-07	1,0E-07	7,6E-08	7,1E-08
Ag-108m	1E-1 W	4,5E-08	5E-2	3,0E-08	2,0E-08	1,2E-08	7,7E-09	6,5E-09
Ag-108m	1E-1 D	3,8E-08	5E-2	2,6E-08	1,8E-08	1,2E-08	7,5E-09	6,4E-09
Ag-110m	1E-1 Y	1,2E-07	5E-2	9,1E-08	6,1E-08	3,8E-08	2,4E-08	2,1E-08
Ag-110m	1E-1 W	5,4E-08	5E-2	3,5E-08	2,4E-08	1,5E-08	9,4E-09	8,3E-09
Ag-110m	1E-1 D	4,9E-08	5E-2	3,4E-08	2,4E-08	1,5E-08	9,9E-09	8,5E-09
Ag-111	1E-1 Y	2,6E-08	5E-2	1,4E-08	8,3E-09	4,5E-09	2,5E-09	1,9E-09
Ag-111	1E-1 W	2,4E-08	5E-2	1,3E-08	7,8E-09	4,2E-09	2,3E-09	1,8E-09
Ag-111	1E-1 D	1,2E-08	5E-2	6,4E-09	3,9E-09	2,2E-09	1,2E-09	9,3E-10
Cd-109	1E-1 Y	9,1E-08	5E-2	6,7E-08	4,1E-08	2,2E-08	1,2E-08	1,1E-08
Cd-109	1E-1 W	5,9E-08	5E-2	3,9E-08	2,4E-08	1,3E-08	7,4E-09	6,5E-09
Cd-109	1E-1 D	1,2E-07	5E-2	9,3E-08	5,7E-08	3,1E-08	1,8E-08	1,6E-08
Cd-113m	1E-1 Y	4,1E-07	5E-2	3,1E-07	2,0E-07	1,2E-07	8,3E-08	7,9E-08
Cd-113m	1E-1 W	2,9E-07	5E-2	2,2E-07	1,4E-07	9,1E-08	7,1E-08	6,8E-08
Cd-113m	1E-1 D	7,3E-07	5E-2	6,4E-07	4,2E-07	2,7E-07	2,2E-07	2,1E-07
Cd-115	1E-1 Y	1,7E-08	5E-2	9,2E-09	5,7E-09	3,1E-09	1,7E-09	1,4E-09
Cd-115	1E-1 W	1,6E-08	5E-2	8,4E-09	5,2E-09	2,9E-09	1,6E-09	1,2E-09
Cd-115	1E-1 D	1,0E-08	5E-2	5,4E-09	3,4E-09	1,9E-09	1,0E-09	8,2E-10
Cd-115m	1E-1 Y	1,4E-07	5E-2	8,0E-08	4,9E-08	2,7E-08	1,4E-08	1,2E-08
Cd-115m	1E-1 W	1,2E-07	5E-2	6,5E-08	4,0E-08	2,2E-08	1,2E-08	9,5E-09
Cd-115m	1E-1 D	1,2E-07	5E-2	7,3E-08	4,5E-08	2,4E-08	1,3E-08	1,1E-08
In-110l	4E-2 W	3,9E-10	2E-2	2,4E-10	1,7E-10	1,1E-10	7,5E-11	6,3E-11
In-110l	4E-2 D	4,7E-10	2E-2	2,9E-10	2,1E-10	1,4E-10	9,0E-11	7,7E-11
In-110s	4E-2 W	3,6E-10	2E-2	1,9E-10	1,2E-10	6,5E-11	3,7E-11	2,9E-11
In-110s	4E-2 D	4,4E-10	2E-2	2,3E-10	1,5E-10	8,2E-11	4,6E-11	3,7E-11
In-111	4E-2 W	2,3E-09	2E-2	1,3E-09	8,3E-10	4,9E-10	2,9E-10	2,4E-10
In-111	4E-2 D	1,7E-09	2E-2	9,7E-10	6,4E-10	3,8E-10	2,3E-10	1,9E-10
In-113m	4E-2 W	1,1E-10	2E-2	5,8E-11	3,6E-11	2,0E-11	1,1E-11	9,0E-12
In-113m	4E-2 D	1,3E-10	2E-2	6,8E-11	4,3E-11	2,4E-11	1,3E-11	1,1E-11
In-114M	4E-2 W	1,8E-07	2E-2	1,0E-07	6,2E-08	3,4E-08	1,8E-08	1,5E-08
In-114M	4E-2 D	2,1E-07	2E-2	1,3E-07	7,8E-08	4,2E-08	2,3E-08	1,9E-08
In-115M	4E-2 W	4,3E-10	2E-2	2,2E-10	1,4E-10	7,6E-11	4,2E-11	3,3E-11
In-115M	4E-2 D	4,4E-10	2E-2	2,3E-10	1,4E-10	7,8E-11	4,3E-11	3,4E-11
Sn-113	4E-2 W	3,2E-08	2E-2	1,9E-08	1,2E-08	6,7E-09	3,7E-09	3,0E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Sn-113	4E-2 D	8,9E-09	2E-2	5,7E-09	3,6E-09	2,1E-09	1,2E-09	1,0E-09
Sn-119M	4E-2 W	2,0E-08	2E-2	1,2E-08	7,4E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,8E-09
Sn-119M	4E-2 D	5,5E-09	2E-2	3,7E-09	2,2E-09	1,2E-09	6,7E-10	5,6E-10
Sn-121m	4E-2 W	3,3E-08	2E-2	2,1E-08	1,3E-08	7,1E-09	3,9E-09	3,2E-09
Sn-121m	4E-2 D	1,2E-08	2E-2	9,0E-09	5,6E-09	3,0E-09	1,7E-09	1,5E-09
Sn-123	4E-2 W	1,1E-07	2E-2	6,4E-08	3,9E-08	2,1E-08	1,2E-08	9,3E-09
Sn-123	4E-2 D	2,5E-08	2E-2	1,5E-08	9,2E-09	5,0E-09	2,7E-09	2,2E-09
Sn-125	4E-2 W	6,3E-08	2E-2	3,3E-08	2,0E-08	1,1E-08	6,1E-09	4,8E-09
Sn-125	4E-2 D	2,2E-08	2E-2	1,2E-08	7,2E-09	3,9E-09	2,2E-09	1,7E-09
Sn-126	4E-2 W	2,5E-07	2E-2	1,6E-07	1,0E-07	5,7E-08	3,3E-08	2,7E-08
Sn-126	4E-2 D	1,2E-07	2E-2	9,5E-08	6,2E-08	3,7E-08	2,3E-08	2,1E-08
Sb-122	2E-2 W	2,2E-08	1E-2	1,1E-08	7,0E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,7E-09
Sb-122	2E-1 D	9,0E-09	1E-1	4,9E-09	3,0E-09	1,7E-09	9,2E-10	7,3E-10
Sb-124	2E-2 W	7,5E-08	1E-2	4,4E-08	2,8E-08	1,6E-08	8,9E-09	7,2E-09
Sb-124	2E-1 D	1,5E-08	1E-1	8,5E-09	5,5E-09	3,2E-09	1,9E-09	1,5E-09
Sb-125	2E-2 W	3,3E-08	1E-2	2,1E-08	1,3E-08	7,3E-09	4,1E-09	3,4E-09
Sb-125	2E-1 D	5,1E-09	1E-1	3,1E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,7E-10	5,5E-10
Sb-127	2E-2 W	2,4E-08	1E-2	1,3E-08	8,0E-09	4,4E-09	2,4E-09	1,9E-09
Sb-127	2E-1 D	8,9E-09	1E-1	4,9E-09	3,0E-09	1,7E-09	9,5E-10	7,6E-10
Sb-128I	2E-2 W	3,2E-09	1E-2	1,7E-09	1,1E-09	6,5E-10	3,8E-10	3,1E-10
Sb-128I	2E-1 D	2,6E-09	1E-1	1,4E-09	9,4E-10	5,5E-10	3,3E-10	2,7E-10
Sb-129	2E-2 W	2,1E-09	1E-2	1,1E-09	6,9E-10	3,8E-10	2,1E-10	1,7E-10
Sb-129	2E-1 D	1,9E-09	1E-1	1,0E-09	6,3E-10	3,5E-10	2,0E-10	1,6E-10
Sb-130	2E-2 W	2,5E-10	1E-2	1,3E-10	8,3E-11	4,7E-11	2,7E-11	2,2E-11
Sb-130	2E-1 D	3,3E-10	1E-1	1,7E-10	1,1E-10	6,3E-11	3,6E-11	2,9E-11
Sb-131	2E-2 W	6,6E-10	1E-2	3,4E-10	2,1E-10	1,1E-10	5,8E-11	4,5E-11
Sb-131	2E-1 D	7,1E-10	1E-1	3,7E-10	2,3E-10	1,2E-10	6,4E-11	5,0E-11
Te-119m	4E-1 W	4,6E-09	2E-1	2,9E-09	1,9E-09	1,2E-09	7,5E-10	6,3E-10
Te-119m	4E-1 D	2,4E-09	2E-1	1,5E-09	1,1E-09	6,6E-10	4,2E-10	3,5E-10
Te-123m	4E-1 W	2,8E-08	2E-1	1,6E-08	9,9E-09	5,5E-09	3,0E-09	2,5E-09
Te-123M	4E-1 D	1,6E-08	2E-1	1,0E-08	6,5E-09	3,6E-09	2,0E-09	1,7E-09
Te-125M	4E-1 W	2,2E-08	2E-1	1,2E-08	7,7E-09	4,2E-09	2,3E-09	1,8E-09
Te-125M	4E-1 D	1,0E-08	2E-1	6,3E-09	3,8E-09	2,1E-09	1,1E-09	9,2E-10
Te-127	4E-1 W	1,2E-09	2E-1	6,3E-10	3,9E-10	2,1E-10	1,1E-10	9,1E-11
Te-127	4E-1 D	9,0E-10	2E-1	5,0E-10	3,1E-10	1,7E-10	9,0E-11	7,1E-11
Te-127M	4E-1 W	6,7E-08	2E-1	3,9E-08	2,4E-08	1,3E-08	7,1E-09	5,7E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Te-127M	4E-1 D	2,8E-08	2E-1	1,8E-08	1,1E-08	6,0E-09	3,3E-09	2,7E-09
Te-129	4E-1 W	2,9E-10	2E-1	1,5E-10	9,0E-11	4,9E-11	2,7E-11	2,1E-11
Te-129	4E-1 D	3,4E-10	2E-1	1,7E-10	1,1E-10	5,8E-11	3,1E-11	2,5E-11
Te-129m	4E-1 W	8,3E-08	2E-1	4,7E-08	2,9E-08	1,6E-08	8,6E-09	6,8E-09
Te-129m	4E-1 D	2,8E-08	2E-1	1,6E-08	9,8E-09	5,3E-09	2,9E-09	2,3E-09
Te-131	4E-1 W	6,1E-10	2E-1	3,1E-10	1,9E-10	1,1E-10	5,2E-11	4,0E-11
Te-131	4E-1 D	6,5E-10	2E-1	3,3E-10	2,0E-10	1,1E-10	5,6E-11	4,3E-11
Te-131m	4E-1 W	3,4E-08	2E-1	1,8E-08	1,1E-08	6,1E-09	3,1E-09	2,4E-09
Te-131m	4E-1 D	2,8E-08	2E-1	1,5E-08	9,1E-09	5,0E-09	2,5E-09	1,9E-09
Te-132	4E-1 W	5,3E-08	2E-1	3,3E-08	1,9E-08	9,2E-09	4,6E-09	3,5E-09
Te-132	4E-1 D	4,6E-08	2E-1	2,9E-08	1,6E-08	8,1E-09	4,0E-09	3,0E-09
Te-133	4E-1 W	5,2E-10	2E-1	3,2E-10	1,8E-10	9,0E-11	4,4E-11	3,3E-11
Te-133	4E-1 D	5,4E-10	2E-1	3,3E-10	1,9E-10	9,4E-11	4,6E-11	3,5E-11
Te-133m	4E-1 W	2,3E-09	2E-1	1,4E-09	8,2E-10	4,1E-10	2,0E-10	1,5E-10
Te-133m	4E-1 D	2,4E-09	2E-1	1,5E-09	8,5E-10	4,2E-10	2,1E-10	1,6E-10
Te-134	4E-1 W	3,3E-10	2E-1	2,0E-10	1,3E-10	7,0E-11	3,9E-11	2,8E-11
Te-134	4E-1 D	4,0E-10	2E-1	3,1E-10	1,9E-10	1,0E-10	5,7E-11	3,6E-11
I-123	1E+0 D	1,7E-09	1E+0	1,1E-09	6,2E-10	3,0E-10	1,5E-10	1,1E-10
I-125	1E+0 D	4,9E-08	1E+0	4,1E-08	3,1E-08	2,4E-08	1,2E-08	9,6E-09
I-126	1E+0 D	1,7E-07	1E+0	1,3E-07	8,3E-08	4,8E-08	2,4E-08	1,8E-08
I-129	1E+0 D	1,5E-07	1E+0	1,4E-07	1,2E-07	1,3E-07	7,2E-08	6,7E-08
I-130	1E+0 D	1,4E-08	1E+0	9,4E-09	5,4E-09	2,7E-09	1,3E-09	1,0E-09
I-131	1E+0 D	1,5E-07	1E+0	1,1E-07	6,7E-08	3,7E-08	1,8E-08	1,3E-08
I-132	1E+0 D	1,8E-09	1E+0	1,1E-09	6,5E-10	3,3E-10	1,7E-10	1,3E-10
I-133	1E+0 D	3,6E-08	1E+0	2,4E-08	1,3E-08	6,5E-09	3,1E-09	2,3E-09
I-134	1E+0 D	5,4E-10	1E+0	3,1E-10	1,9E-10	1,0E-10	5,4E-11	4,3E-11
I-135	1E+0 D	6,8E-09	1E+0	4,4E-09	2,5E-09	1,2E-09	6,1E-10	4,6E-10
Cs-129	1E+0 D	3,6E-10	1E+0	2,0E-10	1,4E-10	8,3E-11	5,1E-11	4,2E-11
Cs-131	1E+0 D	4,4E-10	1E+0	2,2E-10	1,5E-10	8,6E-11	5,4E-11	4,4E-11
Cs-132	1E+0 D	1,8E-09	1E+0	1,0E-09	7,8E-10	5,3E-10	3,7E-10	3,3E-10
Cs-134	1E+0 D	1,6E-08	1E+0	8,5E-09	8,7E-09	9,2E-09	1,2E-08	1,2E-08
Cs-134M	1E+0 D	1,5E-10	1E+0	7,6E-11	4,7E-11	2,6E-11	1,5E-11	1,3E-11
Cs-135	1E+0 D	2,8E-09	1E+0	1,3E-09	1,2E-09	1,1E-09	1,2E-09	1,2E-09
Cs-136	1E+0 D	9,4E-09	1E+0	5,3E-09	4,1E-09	2,9E-09	2,2E-09	1,9E-09
Cs-137	1E+0 D	1,4E-08	1E+0	6,8E-09	6,6E-09	6,6E-09	8,2E-09	8,5E-09
Cs-138	1E+0 D	3,9E-10	1E+0	2,0E-10	1,3E-10	7,1E-11	3,9E-11	3,1E-11

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Ba-131	2E-1 D	1,7E-09	1E-1	9,7E-10	6,3E-10	3,7E-10	2,2E-10	1,8E-10
Ba-133	2E-1 D	8,0E-09	1E-1	6,3E-09	4,3E-09	2,7E-09	1,9E-09	1,8E-09
Ba-133m	2E-1 D	2,5E-09	1E-1	1,4E-09	8,5E-10	4,6E-10	2,5E-10	2,0E-10
Ba-139	2E-1 D	6,5E-10	1E-1	3,3E-10	2,0E-10	1,1E-10	6,0E-11	4,7E-11
Ba-140	2E-1 D	1,3E-08	1E-1	7,1E-09	4,5E-09	2,5E-09	1,4E-09	1,1E-09
Ba-141	2E-1 D	3,0E-10	1E-1	1,6E-10	9,6E-11	5,3E-11	2,9E-11	2,3E-11
La-140	1E-2 W	1,7E-08	1E-3	9,0E-09	5,7E-09	3,2E-09	1,8E-09	1,5E-09
La-140	1E-2 D	1,0E-08	1E-3	5,6E-09	3,6E-09	2,1E-09	1,2E-09	9,7E-10
La-141	1E-2 W	2,0E-09	1E-3	1,0E-09	6,4E-10	3,5E-10	1,9E-10	1,5E-10
La-141	1E-2 D	2,0E-09	1E-3	1,0E-09	6,4E-10	3,5E-10	1,9E-10	1,5E-10
La-142	1E-2 W	6,6E-10	1E-3	3,4E-10	2,2E-10	1,2E-10	6,8E-11	5,5E-11
La-142	1E-2 D	7,8E-10	1E-3	4,1E-10	2,6E-10	1,5E-10	8,3E-11	6,7E-11
La-143	1E-2 W	2,3E-10	1E-3	1,2E-10	7,4E-11	4,0E-11	2,2E-11	1,7E-11
La-143	1E-2 D	2,3E-10	1E-3	1,2E-10	7,4E-11	4,0E-11	2,2E-11	1,7E-11
Ce-139	3E-3 Y	2,1E-08	3E-4	1,4E-08	9,0E-09	5,1E-09	2,9E-09	2,4E-09
Ce-139	3E-3 W	1,4E-08	3E-4	9,5E-09	6,0E-09	3,5E-09	2,0E-09	1,7E-09
Ce-141	3E-3 Y	3,1E-08	3E-4	1,8E-08	1,1E-08	6,0E-09	3,3E-09	2,6E-09
Ce-141	3E-3 W	2,7E-08	3E-4	1,5E-08	9,2E-09	5,0E-09	2,8E-09	2,2E-09
Ce-143	3E-3 Y	1,4E-08	3E-4	7,4E-09	4,5E-09	2,5E-09	1,4E-09	1,1E-09
Ce-143	3E-3 W	1,3E-08	3E-4	6,7E-09	4,1E-09	2,3E-09	1,2E-09	9,9E-10
Ce-144	3E-3 Y	8,7E-07	3E-4	6,5E-07	4,0E-07	2,2E-07	1,2E-07	1,0E-07
Ce-144	3E-3 W	4,8E-07	3E-4	3,2E-07	2,0E-07	1,1E-07	5,9E-08	4,9E-08
Pr-142	3E-3 W	1,1E-08	3E-4	5,7E-09	3,5E-09	1,9E-09	1,0E-09	8,2E-10
Pr-143	3E-3 Y	3,3E-08	3E-4	1,7E-08	1,1E-08	5,8E-09	3,2E-09	2,5E-09
Pr-143	3E-3 W	3,0E-08	3E-4	1,6E-08	9,7E-09	5,3E-09	2,9E-09	2,3E-09
Pr-144	3E-3 Y	1,6E-10	3E-4	8,4E-11	5,2E-11	2,8E-11	1,5E-11	1,2E-11
Pr-144	3E-3 W	1,6E-10	3E-4	7,9E-11	4,9E-11	2,6E-11	1,4E-11	1,1E-11
Pr-145	3E-3 Y	2,5E-09	3E-4	1,3E-09	7,8E-10	4,3E-10	2,3E-10	1,8E-10
Pr-145	3E-3 W	2,3E-09	3E-4	1,2E-09	7,2E-10	3,9E-10	2,1E-10	1,7E-10
Nd-140	3E-3 Y	2,7E-08	3E-4	1,4E-08	8,4E-09	4,6E-09	2,5E-09	2,0E-09
Nd-140	3E-3 W	2,5E-08	3E-4	1,3E-08	7,8E-09	4,3E-09	2,3E-09	1,8E-09
Nd-147	3E-3 Y	2,6E-08	3E-4	1,4E-08	8,7E-09	4,8E-09	2,6E-09	2,1E-09
Nd-147	3E-3 W	2,4E-08	3E-4	1,3E-08	7,9E-09	4,3E-09	2,4E-09	1,9E-09
Nd-149	3E-3 Y	8,9E-10	3E-4	4,6E-10	2,8E-10	1,5E-10	8,4E-11	6,6E-11
Nd-149	3E-3 W	8,2E-10	3E-4	4,2E-10	2,6E-10	1,4E-10	7,7E-11	6,1E-11
Pm-147	3E-3 Y	7,2E-08	3E-4	5,8E-08	3,6E-08	1,9E-08	1,1E-08	1,0E-08

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Pm-147	3E-3 W	3,6E-08	3E-4	2,6E-08	1,6E-08	8,9E-09	5,3E-09	4,7E-09
Pm-148	3E-3 Y	4,6E-08	3E-4	2,4E-08	1,5E-08	8,1E-09	4,5E-09	3,5E-09
Pm-148	3E-3 W	4,3E-08	3E-4	2,2E-08	1,4E-08	7,6E-09	4,2E-09	3,3E-09
Pm-148m	3E-3 Y	5,5E-08	3E-4	3,4E-08	2,2E-08	1,3E-08	7,6E-09	6,3E-09
Pm-148m	3E-3 W	4,7E-08	3E-4	2,8E-08	1,8E-08	1,1E-08	6,4E-09	5,3E-09
Pm-149	3E-3 Y	1,3E-08	3E-4	6,8E-09	4,2E-09	2,3E-09	1,2E-09	9,8E-10
Pm-149	3E-3 W	1,2E-08	3E-4	6,3E-09	3,9E-09	2,1E-09	1,1E-09	9,0E-10
Pm-151	3E-3 Y	7,1E-09	3E-4	3,7E-09	2,3E-09	1,3E-09	7,0E-10	5,5E-10
Pm-151	3E-3 W	6,5E-09	3E-4	3,4E-09	2,1E-09	1,1E-09	6,4E-10	5,0E-10
Sm-146	3E-3 W	5,0E-05	3E-4	4,2E-05	2,8E-05	1,8E-05	1,4E-05	1,3E-05
Sm-147	3E-3 W	4,6E-05	3E-4	3,8E-05	2,5E-05	1,6E-05	1,3E-05	1,2E-05
Sm-151	3E-3 W	2,0E-08	3E-4	1,7E-08	1,1E-08	6,9E-09	5,2E-09	5,0E-09
Sm-153	3E-3 W	8,5E-09	3E-4	4,4E-09	2,7E-09	1,5E-09	8,0E-10	6,3E-10
Eu-152	1E-2 W	1,8E-07	1E-3	1,4E-07	9,8E-08	6,4E-08	4,9E-08	4,7E-08
Eu-152m	1E-2 W	3,1E-09	1E-3	1,6E-09	9,8E-10	5,3E-10	2,9E-10	2,3E-10
Eu-154	1E-2 W	2,7E-07	1E-3	2,1E-07	1,4E-07	8,7E-08	6,2E-08	5,9E-08
Eu-155	1E-2 W	4,6E-08	1E-3	3,5E-08	2,2E-08	1,3E-08	8,2E-09	7,6E-09
Gd-148	3E-3 W	5,6E-05	3E-4	4,6E-05	3,0E-05	1,9E-05	1,5E-05	1,4E-05
Gd-148	3E-3 D	1,7E-04	3E-4	1,5E-04	9,9E-05	6,5E-05	5,2E-05	5,0E-05
Gd-153	3E-3 W	1,8E-08	3E-4	1,2E-08	7,7E-09	4,3E-09	2,5E-09	2,1E-09
Gd-153	3E-3 D	2,9E-08	3E-4	2,2E-08	1,4E-08	8,1E-09	4,7E-09	4,1E-09
Gd-159	3E-3 W	4,1E-09	3E-4	2,1E-09	1,3E-09	7,0E-10	3,8E-10	3,0E-10
Gd-159	3E-3 D	2,7E-09	3E-4	1,4E-09	8,5E-10	4,6E-10	2,5E-10	2,0E-10
Tb-160	3E-3 W	6,3E-08	3E-4	3,8E-08	2,4E-08	1,4E-08	7,8E-09	6,4E-09
Dy-165	3E-3 W	4,9E-10	3E-4	2,5E-10	1,5E-10	8,4E-11	4,6E-11	3,6E-11
Dy-166	3E-3 W	3,3E-08	3E-4	1,7E-08	1,0E-08	5,7E-09	3,1E-09	2,4E-09
Ho-166	3E-3 W	1,3E-08	3E-4	6,8E-09	4,2E-09	2,3E-09	1,2E-09	9,8E-10
Ho-166M	3E-3 W	3,7E-07	3E-4	3,2E-07	2,3E-07	1,7E-07	1,4E-07	1,4E-07
Er-169	3E-3 W	8,2E-09	3E-4	4,3E-09	2,6E-09	1,4E-09	7,8E-10	6,1E-10
Er-171	3E-3 W	2,0E-09	3E-4	1,0E-09	6,4E-10	3,5E-10	1,9E-10	1,5E-10
Tm-170	3E-3 W	8,1E-08	3E-4	4,9E-08	3,0E-08	1,6E-08	8,9E-09	7,2E-09
Tm-171	3E-3 W	1,3E-08	3E-4	9,3E-09	5,7E-09	3,1E-09	1,8E-09	1,6E-09
Yb-169	3E-3 Y	2,5E-08	3E-4	1,4E-08	9,0E-09	5,0E-09	2,8E-09	2,3E-09
Yb-169	3E-3 W	2,1E-08	3E-4	1,2E-08	7,3E-09	4,1E-09	2,3E-09	1,9E-09
Yb-175	3E-3 Y	7,1E-09	3E-4	3,7E-09	2,3E-09	1,2E-09	6,7E-10	5,3E-10
Yb-175	3E-3 W	6,6E-09	3E-4	3,4E-09	2,1E-09	1,1E-09	6,2E-10	4,9E-10

Núcleo	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Lu-174	3E-3 Y	6,2E-08	3E-4	5,1E-08	3,2E-08	1,8E-08	1,1E-08	1,0E-08
Lu-174	3E-3 W	2,8E-08	3E-4	2,1E-08	1,3E-08	7,6E-09	4,8E-09	4,3E-09
Lu-177	3E-3 Y	1,0E-08	3E-4	5,5E-09	3,4E-09	1,8E-09	1,0E-09	7,9E-10
Lu-177	3E-3 W	9,8E-09	3E-4	5,1E-09	3,1E-09	1,7E-09	9,4E-10	7,4E-10
Hf-175	2E-2 W	1,2E-08	2E-3	7,5E-09	4,8E-09	2,8E-09	1,7E-09	1,4E-09
Hf-175	2E-2 D	8,9E-09	2E-3	5,9E-09	3,9E-09	2,3E-09	1,4E-09	1,2E-09
Hf-181	2E-2 W	3,7E-08	2E-3	2,1E-08	1,3E-08	7,5E-09	4,2E-09	3,4E-09
Hf-181	2E-2 D	2,6E-08	2E-3	1,6E-08	1,0E-08	5,6E-09	3,2E-09	2,6E-09
Ta-179	1E-2 Y	1,1E-08	1E-3	8,9E-09	5,6E-09	3,2E-09	1,9E-09	1,7E-09
Ta-179	1E-2 W	3,0E-09	1E-3	1,9E-09	1,2E-09	7,1E-10	4,1E-10	3,4E-10
Ta-182	1E-2 Y	1,0E-07	1E-3	7,0E-08	4,4E-08	2,5E-08	1,5E-08	1,2E-08
Ta-182	1E-2 W	5,6E-08	1E-3	3,4E-08	2,2E-08	1,2E-08	7,2E-09	5,9E-09
W-181	6E-1 D	2,6E-10	3E-1	1,8E-10	1,1E-10	6,7E-11	4,0E-11	3,3E-11
W-185	6E-1 D	1,8E-09	3E-1	1,2E-09	7,3E-10	4,0E-10	2,2E-10	1,7E-10
W-187	6E-1 D	2,1E-09	3E-1	1,3E-09	8,4E-10	4,6E-10	2,6E-10	2,1E-10
Re-183	8E-1 W	2,1E-08	8E-1	1,2E-08	7,5E-09	4,1E-09	2,3E-09	1,8E-09
Re-183	8E-1 D	6,5E-09	8E-1	3,6E-09	2,2E-09	1,2E-09	6,4E-10	5,1E-10
Re-186	8E-1 W	1,5E-08	8E-1	8,1E-09	4,9E-09	2,6E-09	1,4E-09	1,1E-09
Re-186	8E-1 D	1,2E-08	8E-1	6,5E-09	3,9E-09	2,0E-09	1,1E-09	8,3E-10
Re-187	8E-1 W	1,8E-10	8E-1	1,1E-10	6,7E-11	3,6E-11	2,0E-11	1,6E-11
Re-187	8E-1 D	4,1E-11	8E-1	2,2E-11	1,3E-11	7,1E-12	3,8E-12	3,0E-12
Re-188	8E-1 W	9,8E-09	8E-1	5,3E-09	3,2E-09	1,7E-09	8,9E-10	6,9E-10
Re-188	8E-1 D	1,1E-08	8E-1	6,3E-09	3,7E-09	1,9E-09	1,0E-09	8,0E-10
Os-185	2E-2 Y	1,6E-08	1E-2	1,2E-08	7,9E-09	4,9E-09	3,1E-09	2,6E-09
Os-185	2E-2 W	1,1E-08	1E-2	7,3E-09	5,0E-09	3,1E-09	2,0E-09	1,7E-09
Os-185	2E-2 D	1,2E-08	1E-2	8,4E-09	5,9E-09	3,8E-09	2,5E-09	2,2E-09
Os-191	2E-2 Y	1,6E-08	1E-2	8,5E-09	5,2E-09	2,9E-09	1,6E-09	1,3E-09
Os-191	2E-2 W	1,4E-08	1E-2	7,4E-09	4,6E-09	2,5E-09	1,4E-09	1,1E-09
Os-191	2E-2 D	6,0E-09	1E-2	3,3E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,3E-10	5,0E-10
Os-191M	2E-2 Y	1,2E-09	1E-2	6,2E-10	3,8E-10	2,1E-10	1,1E-10	9,0E-11
Os-191M	2E-2 W	1,0E-09	1E-2	5,5E-10	3,4E-10	1,8E-10	1,0E-10	8,0E-11
Os-191M	2E-2 D	5,9E-10	1E-2	3,1E-10	1,9E-10	1,0E-10	5,7E-11	4,6E-11
Os-193	2E-2 Y	8,7E-09	1E-2	4,5E-09	2,8E-09	1,5E-09	8,2E-10	6,5E-10
Os-193	2E-2 W	7,9E-09	1E-2	4,1E-09	2,5E-09	1,4E-09	7,4E-10	5,9E-10
Os-193	2E-2 D	4,4E-09	1E-2	2,3E-09	1,4E-09	7,6E-10	4,1E-10	3,3E-10
Ir-190	2E-2 Y	1,8E-08	1E-2	1,0E-08	6,6E-09	3,9E-09	2,3E-09	1,9E-09

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Ir-190	2E-2 W	1,6E-08	1E-2	9,3E-09	6,1E-09	3,6E-09	2,2E-09	1,8E-09
Ir-190	2E-2 D	9,7E-09	1E-2	5,8E-09	3,9E-09	2,4E-09	1,5E-09	1,3E-09
Ir-192	2E-2 Y	7,4E-08	1E-2	4,7E-08	3,0E-08	1,7E-08	9,5E-09	7,8E-09
Ir-192	2E-2 W	4,8E-08	1E-2	2,9E-08	1,8E-08	1,0E-08	5,9E-09	4,8E-09
Ir-192	2E-2 D	3,0E-08	1E-2	1,9E-08	1,3E-08	7,5E-09	4,5E-09	3,7E-09
Ir-193m	2E-2 Y	7,0E-09	1E-2	3,7E-09	2,3E-09	1,2E-09	6,7E-10	5,3E-10
Ir-193m	2E-2 W	6,3E-09	1E-2	3,3E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,0E-10	4,7E-10
Ir-193m	2E-2 D	2,6E-09	1E-2	1,4E-09	8,5E-10	4,6E-10	2,5E-10	2,0E-10
Ir-194	2E-2 Y	1,2E-08	1E-2	6,3E-09	3,9E-09	2,1E-09	1,2E-09	9,1E-10
Ir-194	2E-2 W	1,1E-08	1E-2	5,7E-09	3,5E-09	1,9E-09	1,0E-09	8,2E-10
Ir-194	2E-2 D	7,0E-09	1E-2	3,6E-09	2,2E-09	1,2E-09	6,5E-10	5,2E-10
Pt-190	2E-2 D	2,5E-06	1E-2	1,5E-06	9,3E-07	5,1E-07	2,8E-07	2,3E-07
Pt-191	2E-2 D	1,6E-09	1E-2	8,5E-10	5,5E-10	3,2E-10	1,9E-10	1,5E-10
Pt-193m	2E-2 D	2,9E-09	1E-2	1,5E-09	9,4E-10	5,1E-10	2,8E-10	2,2E-10
Pt-195m	2E-2 D	3,9E-09	1E-2	2,0E-09	1,3E-09	7,0E-10	3,8E-10	3,0E-10
Pt-197	2E-2 D	2,1E-09	1E-2	1,1E-09	6,6E-10	3,6E-10	1,9E-10	1,5E-10
Pt-197m	2E-2 D	4,4E-10	1E-2	2,2E-10	1,4E-10	7,5E-11	4,1E-11	3,3E-11
Au-193	2E-1 Y	9,4E-10	1E-1	5,2E-10	3,3E-10	1,8E-10	1,0E-10	8,4E-11
Au-193	2E-1 W	8,6E-10	1E-1	4,7E-10	3,0E-10	1,7E-10	9,4E-11	7,6E-11
Au-193	2E-1 D	5,8E-10	1E-1	3,2E-10	2,0E-10	1,1E-10	6,5E-11	5,3E-11
Au-194	2E-1 Y	2,2E-09	1E-1	1,3E-09	9,0E-10	5,5E-10	3,4E-10	2,9E-10
Au-194	2E-1 W	2,1E-09	1E-1	1,2E-09	8,3E-10	5,1E-10	3,2E-10	2,6E-10
Au-194	2E-1 D	1,3E-09	1E-1	7,6E-10	5,2E-10	3,3E-10	2,1E-10	1,7E-10
Au-195	2E-1 Y	3,0E-08	1E-1	2,2E-08	1,3E-08	7,4E-09	4,1E-09	3,5E-09
Au-195	2E-1 W	1,2E-08	1E-1	7,5E-09	4,7E-09	2,6E-09	1,4E-09	1,2E-09
Au-195	2E-1 D	1,4E-09	1E-1	7,9E-10	5,0E-10	2,8E-10	1,6E-10	1,3E-10
Au-196	2E-1 Y	3,1E-09	1E-1	1,9E-09	1,2E-09	7,3E-10	4,4E-10	3,7E-10
Au-196	2E-1 W	2,9E-09	1E-1	1,7E-09	1,1E-09	6,7E-10	4,1E-10	3,4E-10
Au-196	2E-1 D	1,2E-09	1E-1	7,3E-10	4,9E-10	3,0E-10	1,9E-10	1,6E-10
Au-198	2E-1 Y	1,3E-08	1E-1	7,0E-09	4,3E-09	2,4E-09	1,3E-09	1,1E-09
Au-198	2E-1 W	1,2E-08	1E-1	6,4E-09	4,0E-09	2,2E-09	1,2E-09	9,6E-10
Au-198	2E-1 D	5,2E-09	1E-1	2,9E-09	1,8E-09	1,0E-09	5,6E-10	4,4E-10
Au-199	2E-1 Y	6,1E-09	1E-1	3,3E-09	2,0E-09	1,1E-09	6,2E-10	4,9E-10
Au-199	2E-1 W	5,5E-09	1E-1	3,0E-09	1,9E-09	1,0E-09	5,6E-10	4,5E-10
Au-199	2E-1 D	2,4E-09	1E-1	1,3E-09	7,9E-10	4,4E-10	2,4E-10	1,9E-10
Hg-194	1E+0 D	8,4E-08	1E+0	7,3E-08	5,6E-08	4,3E-08	3,6E-08	3,4E-08

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Hi-194	7E-1 V	8,9E-08	7E-1	7,8E-08	6,1E-08	4,8E-08	4,1E-08	3,9E-08
Hi-194	4E-2 W	3,8E-08	2E-2	2,8E-08	2,0E-08	1,4E-08	1,1E-08	1,0E-08
Hi-194	4E-2 D	6,1E-08	2E-2	5,3E-08	4,1E-08	3,3E-08	2,8E-08	2,6E-08
Hg-197m	1E+0 D	1,5E-09	1E+0	8,0E-10	4,9E-10	2,7E-10	1,5E-10	1,2E-10
Hi-197m	7E-1 V	4,0E-09	7E-1	2,1E-09	1,3E-09	7,1E-10	3,9E-10	3,1E-10
Hi-197m	4E-2 W	4,5E-09	2E-2	2,3E-09	1,4E-09	7,9E-10	4,4E-10	3,5E-10
Hi-197m	4E-2 D	2,6E-09	2E-2	1,3E-09	8,2E-10	4,5E-10	2,5E-10	2,0E-10
Hg-203	1E+0 D	1,1E-08	1E+0	6,5E-09	4,2E-09	2,4E-09	1,4E-09	1,2E-09
Hi-203	7E-1 V	1,4E-08	7E-1	7,9E-09	5,0E-09	2,9E-09	1,7E-09	1,4E-09
Hi-203	4E-2 W	1,8E-08	2E-2	1,0E-08	6,3E-09	3,5E-09	2,0E-09	1,6E-09
Hi-203	4E-2 D	8,7E-09	2E-2	5,1E-09	3,3E-09	1,9E-09	1,1E-09	9,0E-10
Tl-200	1E+0 D	8,3E-10	1E+0	5,0E-10	3,5E-10	2,2E-10	1,4E-10	1,2E-10
Tl-201	1E+0 D	6,1E-10	1E+0	3,3E-10	2,1E-10	1,2E-10	7,1E-11	5,8E-11
Tl-202	1E+0 D	1,7E-09	1E+0	1,0E-09	7,1E-10	4,5E-10	2,9E-10	2,5E-10
Tl-204	1E+0 D	7,4E-09	1E+0	4,0E-09	2,4E-09	1,3E-09	7,2E-10	5,7E-10
Pb-201	4E-1 D	5,7E-10	2E-1	3,4E-10	2,2E-10	1,3E-10	7,9E-11	6,5E-11
Pb-202	4E-1 D	4,7E-08	2E-1	4,1E-08	3,3E-08	2,7E-08	2,3E-08	2,2E-08
Pb-205	4E-1 D	2,6E-09	2E-1	2,1E-09	1,5E-09	1,1E-09	8,8E-10	8,2E-10
Pb-210	4E-1 D	7,5E-06	2E-1	6,3E-06	4,2E-06	2,8E-06	2,3E-06	2,2E-06
Pb-212	4E-1 D	5,2E-07	2E-1	2,6E-07	1,6E-07	8,6E-08	4,7E-08	3,7E-08
Bi-206	1E-1 D	6,1E-09	5E-2	3,6E-09	2,5E-09	1,5E-09	9,5E-10	8,0E-10
Bi-206	1E-1 W	1,5E-08	5E-2	8,6E-09	5,8E-09	3,5E-09	2,2E-09	1,8E-09
Bi-207	1E-1 D	5,5E-09	5E-2	3,2E-09	2,1E-09	1,3E-09	7,7E-10	6,4E-10
Bi-207	1E-1 W	4,4E-08	5E-2	2,9E-08	1,9E-08	1,1E-08	6,6E-09	5,5E-09
Bi-208	1E-1 D	3,4E-09	5E-2	2,2E-09	1,5E-09	1,0E-09	6,6E-10	5,6E-10
Bi-208	1E-1 W	2,2E-08	5E-2	1,6E-08	1,1E-08	7,2E-09	4,7E-09	4,0E-09
Bi-210	1E-1 D	2,9E-08	5E-2	1,5E-08	9,4E-09	5,1E-09	2,8E-09	2,2E-09
Bi-210	1E-1 W	5,8E-07	5E-2	3,5E-07	2,2E-07	1,2E-07	6,4E-08	5,1E-08
Bi-210M	1E-1 D	1,6E-06	5E-2	8,3E-07	5,1E-07	2,8E-07	1,5E-07	1,2E-07
Bi-210M	1E-1 W	2,2E-05	5E-2	1,4E-05	8,3E-06	4,5E-06	2,5E-06	2,0E-06
Bi-212	1E-1 D	6,6E-08	5E-2	3,4E-08	2,1E-08	1,1E-08	6,1E-09	4,8E-09
Bi-212	1E-1 W	6,6E-08	5E-2	3,4E-08	2,1E-08	1,1E-08	6,1E-09	4,8E-09
Po-206	2E-1 W	5,1E-06	1E-1	2,6E-06	1,6E-06	8,6E-07	4,7E-07	3,7E-07
Po-206	2E-1 D	3,1E-06	1E-1	1,6E-06	9,9E-07	5,4E-07	2,9E-07	2,3E-07
Po-208	2E-1 W	2,7E-05	1E-1	1,6E-05	9,9E-06	5,4E-06	2,9E-06	2,4E-06
Po-208	2E-1 D	1,5E-05	1E-1	8,9E-06	5,4E-06	3,0E-06	1,6E-06	1,3E-06

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Po-209	2E-1 W	2,6E-05	1E-1	1,6E-05	9,9E-06	5,4E-06	2,9E-06	2,4E-06
Po-209	2E-1 D	1,5E-05	1E-1	8,8E-06	5,4E-06	2,9E-06	1,6E-06	1,3E-06
Po-210	2E-1 W	2,2E-05	1E-1	1,3E-05	8,0E-06	4,4E-06	2,4E-06	1,9E-06
Po-210	2E-1 D	1,2E-05	1E-1	7,2E-06	4,4E-06	2,4E-06	1,3E-06	1,0E-06
At-211	1E+0 D	3,0E-07	1E+0	1,5E-07	9,4E-08	5,1E-08	2,8E-08	2,2E-08
At-211	1E+0 W	3,7E-07	1E+0	1,9E-07	1,2E-07	6,3E-08	3,4E-08	2,7E-08
Ra-223	4E-1 W	2,7E-05	2E-1	1,4E-05	8,7E-06	4,8E-06	2,6E-06	2,0E-06
Ra-224	4E-1 W	1,1E-05	2E-1	5,7E-06	3,5E-06	1,9E-06	1,0E-06	8,2E-07
Ra-225	4E-1 W	2,5E-05	2E-1	1,4E-05	8,6E-06	4,7E-06	2,5E-06	2,0E-06
Ra-226	4E-1 W	2,2E-05	2E-1	1,4E-05	8,5E-06	4,7E-06	2,6E-06	2,1E-06
Ra-228	4E-1 W	9,6E-06	2E-1	6,8E-06	4,2E-06	2,3E-06	1,3E-06	1,1E-06
Ac-225	1E-2 Y	2,8E-05	1E-3	1,5E-05	9,2E-06	5,0E-06	2,7E-06	2,1E-06
Ac-225	1E-2 W	2,8E-05	1E-3	1,5E-05	9,1E-06	4,9E-06	2,7E-06	2,1E-06
Ac-225	1E-2 D	2,4E-05	1E-3	1,3E-05	7,8E-06	4,3E-06	2,3E-06	1,8E-06
Ac-227	1E-2 Y	1,2E-03	1E-3	1,0E-03	6,5E-04	4,1E-04	2,9E-04	2,8E-04
Ac-227	1E-2 W	8,0E-04	1E-3	6,9E-04	4,8E-04	3,5E-04	2,9E-04	2,8E-04
Ac-227	1E-2 D	2,8E-03	1E-3	2,5E-03	1,8E-03	1,3E-03	1,1E-03	1,1E-03
Ac-228	1E-2 Y	2,3E-07	1E-3	1,9E-07	1,1E-07	6,2E-08	3,6E-08	3,2E-08
Ac-228	1E-2 W	1,2E-07	1E-3	9,2E-08	5,6E-08	3,1E-08	1,8E-08	1,6E-08
Ac-228	1E-2 D	3,1E-07	1E-3	2,6E-07	1,6E-07	8,8E-08	5,3E-08	5,0E-08
Th-227	2E-3 Y	5,0E-05	2E-4	2,9E-05	1,8E-05	9,8E-06	5,3E-06	4,3E-06
Th-227	2E-3 W	4,2E-05	2E-4	2,4E-05	1,5E-05	8,1E-06	4,4E-06	3,5E-06
Th-228	2E-3 Y	6,2E-04	2E-4	5,0E-04	3,1E-04	1,7E-04	9,6E-05	8,6E-05
Th-228	2E-3 W	3,0E-04	2E-4	2,3E-04	1,4E-04	7,7E-05	4,5E-05	4,0E-05
Th-229	2E-3 Y	1,3E-03	2E-4	1,2E-03	7,7E-04	5,0E-04	3,7E-04	3,5E-04
Th-229	2E-3 W	8,0E-04	2E-4	7,1E-04	5,0E-04	3,7E-04	3,1E-04	2,9E-04
Th-230	2E-3 Y	2,0E-04	2E-4	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	5,5E-05	5,1E-05
Th-230	2E-3 W	1,2E-04	2E-4	1,1E-04	7,6E-05	5,5E-05	4,6E-05	4,3E-05
Th-231	2E-3 Y	3,5E-09	2E-4	1,8E-09	1,1E-09	6,1E-10	3,4E-10	2,7E-10
Th-231	2E-3 W	3,2E-09	2E-4	1,7E-09	1,0E-09	5,6E-10	3,1E-10	2,5E-10
Th-232	2E-3 Y	4,9E-04	2E-4	4,4E-04	3,3E-04	2,6E-04	2,3E-04	2,1E-04
Th-232	2E-3 W	4,0E-04	2E-4	3,7E-04	3,0E-04	2,5E-04	2,3E-04	2,2E-04
Th-234	2E-3 Y	1,3E-07	2E-4	7,2E-08	4,4E-08	2,4E-08	1,3E-08	1,0E-08
Th-234	2E-3 W	1,1E-07	2E-4	6,1E-08	3,7E-08	2,0E-08	1,1E-08	8,7E-09
Pa-230	1E-2 Y	4,3E-06	1E-3	2,6E-06	1,6E-06	8,8E-07	4,8E-07	3,9E-07
Pa-230	1E-2 W	3,0E-06	1E-3	1,8E-06	1,1E-06	6,0E-07	3,3E-07	2,6E-07

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Pa-231	1E-2 Y	4,4E-04	1E-3	3,9E-04	2,9E-04	2,2E-04	1,8E-04	1,6E-04
Pa-231	1E-2 W	3,5E-04	1E-3	3,2E-04	2,7E-04	2,2E-04	1,9E-04	1,7E-04
Pa-232	1E-2 Y	4,8E-08	1E-3	4,1E-08	2,8E-08	1,9E-08	1,5E-08	1,4E-08
Pa-232	1E-2 W	3,1E-08	1E-3	2,6E-08	2,0E-08	1,6E-08	1,3E-08	1,3E-08
Pa-233	1E-2 Y	3,3E-08	1E-3	1,8E-08	1,1E-08	6,3E-09	3,5E-09	2,8E-09
Pa-233	1E-2 W	2,7E-08	1E-3	1,5E-08	9,4E-09	5,1E-09	2,8E-09	2,3E-09
U-230	1E-1 D	1,7E-05	5E-2	8,7E-06	5,4E-06	2,9E-06	1,6E-06	1,3E-06
U-230	1E-1 W	5,2E-05	5E-2	2,8E-05	1,7E-05	9,4E-06	5,1E-06	4,1E-06
U-230	2E-2 Y	6,3E-05	2E-3	3,6E-05	2,2E-05	1,2E-05	6,5E-06	5,2E-06
U-232	1E-1 D	6,0E-06	5E-2	4,7E-06	3,1E-06	2,1E-06	1,7E-06	1,6E-06
U-232	1E-1 W	3,2E-05	5E-2	2,1E-05	1,3E-05	7,3E-06	4,1E-06	3,4E-06
U-232	2E-2 Y	6,8E-04	2E-3	6,1E-04	4,0E-04	2,5E-04	1,8E-04	1,7E-04
U-233	1E-1 D	2,4E-06	5E-2	1,5E-06	9,8E-07	5,9E-07	4,0E-07	3,7E-07
U-233	1E-1 W	2,1E-05	5E-2	1,3E-05	8,2E-06	4,5E-06	2,5E-06	2,0E-06
U-233	2E-2 Y	1,7E-04	2E-3	1,5E-04	9,5E-05	5,7E-05	3,9E-05	3,6E-05
U-234	1E-1 D	2,3E-06	5E-2	1,5E-06	9,6E-07	5,8E-07	4,0E-07	3,6E-07
U-234	1E-1 W	2,1E-05	5E-2	1,3E-05	8,2E-06	4,4E-06	2,4E-06	2,0E-06
U-234	2E-2 Y	1,7E-04	2E-3	1,5E-04	9,3E-05	5,6E-05	3,8E-05	3,5E-05
U-235	1E-1 D	2,2E-06	5E-2	1,4E-06	8,9E-07	5,4E-07	3,7E-07	3,4E-07
U-235	1E-1 W	1,9E-05	5E-2	1,2E-05	7,5E-06	4,1E-06	2,3E-06	1,8E-06
U-235	2E-2 Y	1,6E-04	2E-3	1,3E-04	8,6E-05	5,2E-05	3,5E-05	3,3E-05
U-236	1E-1 D	2,2E-06	5E-2	1,4E-06	9,1E-07	5,5E-07	3,8E-07	3,4E-07
U-236	1E-1 W	2,0E-05	5E-2	1,3E-05	7,7E-06	4,2E-06	2,3E-06	1,9E-06
U-236	2E-2 Y	1,6E-04	2E-3	1,4E-04	8,8E-05	5,3E-05	3,6E-05	3,3E-05
U-238	1E-1 D	2,1E-06	5E-2	1,3E-06	8,6E-07	5,2E-07	3,6E-07	3,3E-07
U-238	1E-1 W	1,9E-05	5E-2	1,2E-05	7,2E-06	3,9E-06	2,2E-06	1,8E-06
U-238	2E-2 Y	1,5E-04	2E-3	1,3E-04	8,3E-05	5,0E-05	3,4E-05	3,1E-05
Np-233	1E-2 W	5,9E-12	1E-3	3,1E-12	2,0E-12	1,2E-12	6,7E-13	5,5E-13
Np-233	5E-3 W	5,9E-12	5E-4	3,1E-12	2,0E-12	1,2E-12	6,7E-13	5,5E-13
Np-234	1E-2 W	6,4E-09	1E-3	3,7E-09	2,4E-09	1,5E-09	9,0E-10	7,4E-10
Np-234	5E-3 W	6,4E-09	5E-4	3,7E-09	2,4E-09	1,5E-09	9,0E-10	7,4E-10
Np-235	1E-2 W	7,0E-09	1E-3	4,9E-09	3,0E-09	1,6E-09	9,1E-10	7,8E-10
Np-235	5E-3 W	6,9E-09	5E-4	4,9E-09	3,0E-09	1,6E-09	9,1E-10	7,8E-10
Np-236l	1E-2 W	2,8E-05	1E-3	2,6E-05	2,2E-05	1,9E-05	1,7E-05	1,5E-05
Np-236l	5E-3 W	2,8E-05	5E-4	2,6E-05	2,2E-05	1,9E-05	1,7E-05	1,5E-05
Np-236s	1E-2 W	4,8E-08	1E-3	3,8E-08	2,6E-08	1,7E-08	1,3E-08	1,2E-08

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Np-236s	5E-3 W	4,7E-08	5E-4	3,8E-08	2,6E-08	1,7E-08	1,3E-08	1,2E-08
Np-237	1E-2 W	2,0E-04	1E-3	1,7E-04	1,3E-04	9,8E-05	8,4E-05	7,8E-05
Np-237	5E-3 W	1,9E-04	5E-4	1,7E-04	1,3E-04	9,8E-05	8,3E-05	7,7E-05
Np-238	1E-2 W	2,3E-08	1E-3	1,6E-08	1,1E-08	7,9E-09	6,3E-09	5,7E-09
Np-238	5E-3 W	2,2E-08	5E-4	1,6E-08	1,1E-08	7,9E-09	6,2E-09	5,7E-09
Np-239	1E-2 W	9,6E-09	1E-3	5,0E-09	3,1E-09	1,7E-09	9,5E-10	7,5E-10
Np-239	5E-3 W	9,6E-09	5E-4	5,0E-09	3,1E-09	1,7E-09	9,5E-10	7,5E-10
Np-240	1E-2 W	2,9E-10	1E-3	1,5E-10	9,6E-11	5,4E-11	3,1E-11	2,5E-11
Np-240	5E-3 W	2,9E-10	5E-4	1,5E-10	9,6E-11	5,4E-11	3,1E-11	2,5E-11
Pu-236	1E-4 Y	1,5E-04	1E-5	1,3E-04	8,2E-05	4,8E-05	3,2E-05	2,9E-05
Pu-236	1E-3 W	9,3E-05	1E-4	7,7E-05	5,1E-05	3,4E-05	2,5E-05	2,4E-05
Pu-236	1E-2 W	9,6E-05	1E-3	7,7E-05	5,1E-05	3,4E-05	2,5E-05	2,4E-05
Pu-238	1E-4 Y	2,3E-04	1E-5	2,0E-04	1,3E-04	8,7E-05	6,5E-05	6,1E-05
Pu-238	1E-3 W	1,7E-04	1E-4	1,5E-04	1,1E-04	7,8E-05	6,6E-05	6,2E-05
Pu-238	1E-2 W	1,7E-04	1E-3	1,5E-04	1,1E-04	7,8E-05	6,6E-05	6,2E-05
Pu-239	1E-4 Y	2,3E-04	1E-5	2,0E-04	1,4E-04	9,1E-05	6,9E-05	6,4E-05
Pu-239	1E-3 W	1,8E-04	1E-4	1,6E-04	1,1E-04	8,6E-05	7,3E-05	6,8E-05
Pu-239	1E-2 W	1,8E-04	1E-3	1,6E-04	1,1E-04	8,6E-05	7,3E-05	6,8E-05
Pu-240	1E-4 Y	2,3E-04	1E-5	2,0E-04	1,4E-04	9,1E-05	6,9E-05	6,4E-05
Pu-240	1E-3 W	1,8E-04	1E-4	1,6E-04	1,1E-04	8,6E-05	7,3E-05	6,8E-05
Pu-240	1E-2 W	1,8E-04	1E-3	1,6E-04	1,1E-04	8,6E-05	7,3E-05	6,8E-05
Pu-241	1E-4 Y	1,9E-06	1E-5	1,8E-06	1,4E-06	1,2E-06	1,0E-06	9,3E-07
Pu-241	1E-3 W	2,2E-06	1E-4	2,1E-06	1,8E-06	1,5E-06	1,4E-06	1,3E-06
Pu-241	1E-2 W	2,3E-06	1E-3	2,1E-06	1,8E-06	1,6E-06	1,4E-06	1,3E-06
Pu-242	1E-4 Y	2,2E-04	1E-5	1,9E-04	1,3E-04	8,6E-05	6,5E-05	6,1E-05
Pu-242	1E-3 W	1,7E-04	1E-4	1,5E-04	1,1E-04	8,2E-05	6,9E-05	6,5E-05
Pu-242	1E-2 W	1,7E-04	1E-3	1,5E-04	1,1E-04	8,2E-05	7,0E-05	6,5E-05
Pu-243	1E-4 Y	5,3E-10	1E-5	2,8E-10	1,7E-10	9,4E-11	5,3E-11	4,2E-11
Pu-243	1E-3 W	4,8E-10	1E-4	2,5E-10	1,6E-10	8,7E-11	4,9E-11	4,0E-11
Pu-243	1E-2 W	4,8E-10	1E-3	2,5E-10	1,6E-10	8,7E-11	4,9E-11	4,0E-11
Pu-244	1E-4 Y	2,2E-04	1E-5	1,9E-04	1,3E-04	8,6E-05	6,5E-05	6,0E-05
Pu-244	1E-3 W	1,7E-04	1E-4	1,5E-04	1,1E-04	8,1E-05	6,9E-05	6,4E-05
Pu-244	1E-2 W	1,7E-04	1E-3	1,5E-04	1,1E-04	8,1E-05	6,9E-05	6,4E-05
Am-241	1E-2 W	1,9E-04	1E-3	1,6E-04	1,2E-04	8,9E-05	7,5E-05	7,0E-05
Am-241	5E-3 W	1,9E-04	5E-4	1,6E-04	1,2E-04	8,9E-05	7,5E-05	7,0E-05
Am-242	1E-2 W	1,1E-07	1E-3	7,5E-08	4,6E-08	2,6E-08	1,4E-08	1,2E-08

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Am-242	5E-3 W	1,1E-07	5E-4	7,5E-08	4,6E-08	2,5E-08	1,4E-08	1,2E-08
Am-242m	1E-2 W	1,5E-04	1E-3	1,4E-04	1,0E-04	8,2E-05	7,1E-05	6,7E-05
Am-242m	5E-3 W	1,5E-04	5E-4	1,4E-04	1,0E-04	8,1E-05	7,1E-05	6,7E-05
Am-243	1E-2 W	1,9E-04	1E-3	1,6E-04	1,2E-04	8,8E-05	7,5E-05	7,0E-05
Am-243	5E-3 W	1,8E-04	5E-4	1,6E-04	1,2E-04	8,8E-05	7,5E-05	7,0E-05
Cm-242	1E-2 W	3,4E-05	1E-3	2,2E-05	1,4E-05	7,5E-06	4,2E-06	3,5E-06
Cm-242	5E-3 W	3,3E-05	5E-4	2,2E-05	1,4E-05	7,5E-06	4,2E-06	3,5E-06
Cm-243	1E-2 W	1,5E-04	1E-3	1,3E-04	8,9E-05	6,3E-05	5,2E-05	4,9E-05
Cm-243	5E-3 W	1,5E-04	5E-4	1,3E-04	8,9E-05	6,3E-05	5,2E-05	4,9E-05
Cm-244	1E-2 W	1,4E-04	1E-3	1,1E-04	7,7E-05	5,2E-05	4,2E-05	4,0E-05
Cm-244	5E-3 W	1,4E-04	5E-4	1,1E-04	7,7E-05	5,2E-05	4,2E-05	4,0E-05
Cm-245	1E-2 W	1,9E-04	1E-3	1,6E-04	1,2E-04	9,1E-05	7,8E-05	7,2E-05
Cm-245	5E-3 W	1,9E-04	5E-4	1,6E-04	1,2E-04	9,1E-05	7,7E-05	7,2E-05
Cm-246	1E-2 W	1,9E-04	1E-3	1,6E-04	1,2E-04	9,1E-05	7,7E-05	7,2E-05
Cm-246	5E-3 W	1,9E-04	5E-4	1,6E-04	1,2E-04	9,1E-05	7,7E-05	7,2E-05
Cm-247	1E-2 W	1,7E-04	1E-3	1,5E-04	1,1E-04	8,3E-05	7,1E-05	6,6E-05
Cm-247	5E-3 W	1,7E-04	5E-4	1,5E-04	1,1E-04	8,3E-05	7,1E-05	6,6E-05
Cm-248	1E-2 W	7,0E-04	1E-3	6,0E-04	4,4E-04	3,3E-04	2,8E-04	2,6E-04
Cm-248	5E-3 W	6,8E-04	5E-4	6,0E-04	4,4E-04	3,3E-04	2,8E-04	2,6E-04
Bk-245	5E-3 W	1,3E-08	5E-4	6,9E-09	4,3E-09	2,4E-09	1,4E-09	1,1E-09
Bk-246	5E-3 W	3,0E-09	5E-4	1,8E-09	1,2E-09	7,4E-10	4,8E-10	4,0E-10
Bk-247	5E-3 W	2,2E-04	5E-4	1,9E-04	1,4E-04	1,1E-04	9,1E-05	8,5E-05
Bk-249	5E-3 W	4,5E-07	5E-4	4,1E-07	3,1E-07	2,5E-07	2,2E-07	2,0E-07
Cf-246	5E-3 Y	1,9E-06	5E-4	1,1E-06	6,6E-07	3,6E-07	2,0E-07	1,6E-07
Cf-246	5E-3 W	1,8E-06	5E-4	9,5E-07	5,8E-07	3,2E-07	1,7E-07	1,4E-07
Cf-248	5E-3 Y	9,4E-05	5E-4	7,3E-05	4,5E-05	2,5E-05	1,4E-05	1,3E-05
Cf-248	5E-3 W	5,4E-05	5E-4	3,9E-05	2,4E-05	1,4E-05	8,5E-06	7,5E-06
Cf-249	5E-3 Y	2,7E-04	5E-4	2,3E-04	1,6E-04	1,1E-04	8,0E-05	7,5E-05
Cf-249	5E-3 W	2,2E-04	5E-4	1,9E-04	1,4E-04	1,1E-04	9,1E-05	8,5E-05
Cf-250	5E-3 Y	2,2E-04	5E-4	1,8E-04	1,2E-04	6,9E-05	4,7E-05	4,4E-05
Cf-250	5E-3 W	1,4E-04	5E-4	1,2E-04	7,9E-05	5,2E-05	4,1E-05	4,0E-05
Cf-251	5E-3 Y	2,7E-04	5E-4	2,3E-04	1,6E-04	1,1E-04	8,1E-05	7,6E-05
Cf-251	5E-3 W	2,2E-04	5E-4	1,9E-04	1,4E-04	1,1E-04	9,3E-05	8,7E-05
Cf-252	5E-3 Y	2,7E-04	5E-4	2,2E-04	1,3E-04	7,4E-05	4,3E-05	3,9E-05
Cf-252	5E-3 W	1,5E-04	5E-4	1,2E-04	7,1E-05	4,0E-05	2,4E-05	2,2E-05
Cf-253	5E-3 Y	9,2E-06	5E-4	5,6E-06	3,4E-06	1,9E-06	1,0E-06	8,2E-07

Nucleido	f_1	≤ 1	f_1	1-2	2-7	7-12	12-17	> 17 (Adulto)
Cf-253	5E-3 W	7,2E-06	5E-4	4,3E-06	2,6E-06	1,4E-06	7,9E-07	6,3E-07
Cf-254	5E-3 Y	8,4E-04	5E-4	5,3E-04	3,3E-04	1,8E-04	9,7E-05	7,8E-05
Cf-254	5E-3 W	6,4E-04	5E-4	3,8E-04	2,4E-04	1,3E-04	7,0E-05	5,6E-05
Es-250	5E-3 W	2,7E-09	5E-4	2,2E-09	1,5E-09	9,6E-10	7,6E-10	7,3E-10
Es-251	5E-3 W	8,9E-09	5E-4	4,9E-09	3,1E-09	1,8E-09	1,1E-09	9,5E-10
Es-253	5E-3 W	1,2E-05	5E-4	6,3E-06	3,9E-06	2,1E-06	1,2E-06	9,2E-07
Es-254	5E-3 W	5,1E-05	5E-4	3,7E-05	2,3E-05	1,3E-05	7,9E-06	7,0E-06
Es-254m	5E-3 W	1,7E-06	5E-4	8,8E-07	5,4E-07	3,0E-07	1,7E-07	1,3E-07
Fm-252	5E-3 W	1,2E-06	5E-4	6,4E-07	3,9E-07	2,1E-07	1,2E-07	9,6E-08
Fm-253	5E-3 W	1,7E-06	5E-4	9,2E-07	5,7E-07	3,1E-07	1,7E-07	1,3E-07
Fm-254	5E-3 W	1,9E-07	5E-4	9,6E-08	5,9E-08	3,2E-08	1,8E-08	1,4E-08
Fm-255	5E-3 W	9,3E-07	5E-4	4,7E-07	2,9E-07	1,6E-07	8,6E-08	6,8E-08
Fm-257	5E-3 W	4,7E-05	5E-4	3,1E-05	1,9E-05	1,0E-05	5,6E-06	4,6E-06
Md-257	5E-3 W	1,3E-07	5E-4	8,1E-08	4,9E-08	2,7E-08	1,5E-08	1,2E-08

NOTAS:

Ot-3 Tritio ligado orgánicamente
C Carbono (compuestos orgánicos)
Cx Dióxido de carbono
Cy Monóxido de carbono
Cc Cianocobalamina
Hi Mercurio (inorgánico)
Hg Mercurio (orgánico)
m Estado metaestable
v Vapor
Y Clase pulmonar, años
W Clase pulmonar, semanas
D Clase pulmonar, días
l El más largo de dos estados metaestables
s El más corto de dos estados metaestables.

CUADRO II-III. LÍMITES DE INCORPORACIÓN Y EXPOSICIÓN PARA LOS NUCLEIDOS HIJOS DEL RADÓN Y EL TORÓN

Magnitud	Unidad	Nucleidos hijos del radón ^{a/}	Nucleidos hijos del torón ^{b/}
Promedio anual a lo largo de cinco años			
Incorporación potencial de energía α	J	0,017	0,051
Exposición potencial a energía α	J h m ⁻³ ^{d/}	0,014	0,042
Exposición	MNT ^{c/} , ^{d/}	4,0	12
Máximo en un solo año			
Incorporación potencial de energía α	J	0,042	0,127
Exposición potencial a energía α	J h m ⁻³ ^{d/}	0,035	0,105
Exposición	MNT	10,0	30

^{a/} Nucleidos hijos del radón: productos de período corto de desintegración del ²²²Rn: ²¹⁸Po(RaA), ²¹⁴Bi(RaC), ²¹⁴Pb(RaB) y ²¹⁴Po(RaC').

^{b/} Nucleidos hijos del torón: productos de período corto de desintegración del ²²⁰Rn: ²¹⁶Po(ThA), ²¹²Pb(ThB), ²¹²Bi(ThC), ²¹²Po(ThC') y ²⁰⁸Tl(ThC'').

^{c/} Mes-nivel de trabajo (MNT): Unidad de *exposición* a los nucleidos hijos del radón o del torón. Un mes-nivel de trabajo es igual a 3,54 mJ·h·m⁻³ o 170 h·NT, equivalente a cualquier combinación de nucleidos hijos del radón o el torón presente en un litro de aire que causará en definitiva una emisión de 1,3x10⁵ MeV de energía alfa. En unidades del Sistema Internacional, el NT es equivalente a 2,1x10⁻⁵ J·m⁻³ (véase la nota d).

^{d/} Los coeficientes de conversión son los siguientes:

Magnitud	Unidad	Valor
Conversiones de exposición y gas radón (factor de equilibrio 0,4)	(mJ h m ⁻³) por MNT (mJ h m ⁻³) por (Bq h m ⁻³) MNT por (Bq h m ⁻³)	3,54 2,22 x 10 ⁻⁶ 6,28 x 10 ⁻⁷
Exposición anual por unidad de concentración del radón* en casa en el trabajo en casa en el trabajo	(mJ h m ⁻³) por (Bq m ⁻³) (mJ h m ⁻³) por (Bq m ⁻³) MNT por (Bq m ⁻³) MNT por (Bq m ⁻³)	1,56 x 10 ⁻² 4,45 x 10 ⁻³ 4,40 x 10 ⁻³ 1,26 x 10 ⁻³
Conversión en dosis convencional, dosis efectiva por unidad de exposición: en casa en el trabajo	mSv por (mJ h m ⁻³) mSv por (mJ h m ⁻³)	1,1 1,4
Conversión en dosis convencional, dosis efectiva por unidad de exposición: en casa en el trabajo	mSv por MNT mSv por MNT	4 5

* Suponiendo 7 000 horas por año en casa o 2 000 horas por año en el trabajo, y un factor de equilibrio de 0,4.

ANEXO III

NIVELES ORIENTATIVOS PARA LA EXPOSICION MEDICA

ANEXO III

A. NIVELES ORIENTATIVOS PARA LOS PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS RADIOLOGICOS EN UN PACIENTE ADULTO TIPICO

Radiografía

Examen	Dosis de entrada en superficie por radiografía ^{a/} (mGy)	
Columna vertebral lumbar	AP	10
	LAT	30
	ASL	40
Abdomen, urografía y colecistografía intravenosas	AP	10
Pelvis	AP	10
Articulación de la cadera	AP	10
Tórax	PA	0,4
	LAT	1,5
Columna vertebral torácica	AP	7
	LAT	20
Dental	Periapical	7
Cráneo	AP	5
	PA	5
	LAT	3

PA = Proyección posteroanterior
LAT = Proyección lateral
ASL = Proyección de la articulación sacrolumbar
AP = Proyección anteroposterior

^{a/} En aire, con retrodispersión. Estos valores son aplicables a una combinación placa-pantalla convencional con una velocidad relativa de 200. Para las combinaciones placa-pantalla de alta velocidad (400-600), los valores deben dividirse por un factor de 2 a 3.

Tomografía con computadora

Examen	Dosis media en barridos múltiples ^{b/} (mGy)
Cabeza	50
Columna vertebral lumbar	35
Abdomen	25

Mamografía

Dosis glandular media por proyección craneocaudal ^{c/}
1 mGy (sin rejilla) 3 mGy (con rejilla)

Fluoroscopia

Modo de funcionamiento	Tasa de dosis de entrada en superficie ^{d/} (mGy/min)
Normal	25
Alto nivel ^{e/}	100

^{b/} Derivada de mediciones efectuadas en el eje de rotación en maniqués equivalentes a agua, de 15 cm de longitud y 16 cm (cabeza) y 30 cm (columna vertebral lumbar y abdomen) de diámetro.

^{c/} Determinada en una mama comprimida de 4,5 cm compuesta por 50% de tejido glandular y 50% de tejido adiposo, para sistemas placa-pantalla provistos de aparatos dedicados exclusivamente a mamografía, con blanco y filtro de Mo.

^{d/} En aire, con retrodispersión.

^{e/} Para los fluoroscopios provistos de un modo de funcionamiento optativo de "alto nivel", tales como los que se suelen utilizar en radiología de intervención.

B. NIVELES ORIENTATIVOS PARA LOS PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS DE
MEDICINA NUCLEAR EN UN PACIENTE ADULTO TIPICO

Prueba	Radionucleido	Forma química ^{a/}	Actividad máxima habitual por prueba ^{b/} (MBq)
<u>Huesos</u>			
Imágenes de huesos	^{99m} Tc	compuestos en forma de fosfonato y fosfato	600
Imágenes de huesos (SPECT)	^{99m} Tc	compuestos en forma de fosfonato y fosfato	800
Imágenes de médula ósea	^{99m} Tc	coloide marcado	400
<u>Cerebro</u>			
Imágenes del cerebro (estáticas)	^{99m} Tc	TcO ₄ ⁻	500
	^{99m} Tc	DTPA, gluconato y glucoheptonato	500
Imágenes del cerebro (SPECT)	^{99m} Tc	TcO ₄ ⁻	800
	^{99m} Tc	DTPA, gluconato y glucoheptonato	800
	^{99m} Tc	exametazima	500
Circulación sanguínea cerebral	¹³³ Xe	en solución isotónica de cloruro sódico	400
	^{99m} Tc	hexametilpropilenaminoxima (HMP-AO)	500
Cisternografía	¹¹¹ In	DTPA	40
<u>Drenaje</u>	^{99m} Tc	TcO ₄ ¹	4
lagrimal	^{99m} Tc	coloide marcado	4

<u>Tiroides</u>			
Imágenes de la tiroides	^{99m}Tc	TcO_4^-	200
	^{123}I	I^-	20
Metástasis tiroideas (tras la ablación)	^{131}I	I^-	400
Imágenes de la paratiroides	^{201}Tl	Tl^+ , cloruro	80
<u>Pulmón</u>			
Imágenes de la ventilación pulmonar	^{81m}Kr	gas	6000
	^{99m}Tc	DTPA-aerosol	80
Estudios de la ventilación pulmonar	^{133}Xe	gas	400
	^{127}Xe	gas	200
Imágenes de la perfusión pulmonar	^{81m}Kr	solución acuosa	6000
	^{99m}Tc	albúmina humana (macroagregados o microesferas)	100
Imágenes de la perfusión pulmonar (con venografía)	^{99m}Tc	albúmina humana (macroagregados o microesferas)	160
Estudios de la perfusión pulmonar	^{133}Xe	solución isotónica	200
	^{127}Xe	solución isotónica de cloruro	200
Imágenes del pulmón (SPECT)	^{99m}Tc	MAA	200

<u>Higado y bazo</u>			
Imágenes del hígado y el bazo	^{99m}Tc	coloide marcado	80
Imágenes de la función del sistema biliar	^{99m}Tc	iminodiacetatos y agentes equivalentes	150
Imágenes del bazo	^{99m}Tc	hematíes desnaturalizados marcados	100
Imágenes del hígado (SPECT)	^{99m}Tc	coloide marcado	200
<u>Sistema cardiovascular</u>			
Estudios de circulación sanguínea en primer tránsito	^{99m}Tc	TcO_4^-	800
	^{99m}Tc	DTPA	800
	^{99m}Tc	MAG3	400
Imágenes del espacio intravascular	^{99m}Tc	complejo con albúmina humana	40
	^{99m}Tc	complejo con albúmina humana	800
Estudios cardiovasculares por imágenes/detector	^{99m}Tc	hematíes normales marcados	800
	^{99m}Tc	compuestos en forma de fosfonato y fosfato	600
Imágenes del miocardio	^{99m}Tc	isonitrilos	300
	^{201}Tl	Tl^+ , cloruro	100
Imágenes del miocardio (SPECT)	^{99m}Tc	compuestos en forma de fosfonato y fosfato	800
	^{99m}Tc	isonitrilos	600

<u>Estomago, tracto gastro-intestinal</u>			
Imágenes del estómago/ glándulas salivares	^{99m}Tc	TcO_4^-	40
Imágenes del divertículo de Meckel	^{99m}Tc	TcO_4^-	400
Hemorragia gastrointes- tinal	^{99m}Tc	coloide marcado	400
	^{99m}Tc	hematíes normales mar- cados	400
Paso y reflujo esofági- cos	^{99m}Tc	coloide marcado	40
	^{99m}Tc	compuestos no absorbi- bles	40
Vaciado del estómago	^{99m}Tc	compuestos no absorbi- bles	12
	^{111}In	compuestos no absorbi- bles	12
	^{113m}In	compuestos no absorbi- bles	12
<u>Riñón, sistema urinario y glándulas suprarre- nales</u>			
Imágenes del riñón	^{99m}Tc	DMSA	160
Imágenes del riñón/ renografía	^{99m}Tc	DTPA, gluconato y glucoheptonato	350
	^{99m}Tc	MAG3	100
	^{123}I	O-yodohipurato	20
Imágenes de las glándu- las suprarrenales	^{75}Se	selenorcolesterol	8

<u>Varios</u>			
Imágenes de tumores o abscesos	^{67}Ga	citrato cloruro	300
	^{201}Tl		100
Imágenes de tumores	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	DMSA	400
Imágenes de tumores neuroectodérmicos	^{123}I	metayodobencil-guanidina (MIBG)	400
	^{131}I	MIBG 20	20
Imágenes de nódulos linfáticos	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	coloide marcado	80
Imágenes de abscesos	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	leucocitos marcados con exametazima	400
	^{111}In	leucocitos marcados	20
Imágenes de trombos	^{111}In	plaquetas marcadas	20

a/ En ciertos países algunos de los compuestos se consideran obsoletos.

b/ En algunos países los valores típicos son menores que los indicados en el cuadro.

C. ACTIVIDAD MAXIMA EN PACIENTES SOMETIDOS A TERAPIA, AL SER
DADOS DE ALTA EN UN HOSPITAL

Radionucleido	Actividad (MBq)
Yodo-131	1 100 ^{a/}

a/ En algunos países se usa como ejemplo de buena práctica un nivel de 400 MBq.

ANEXO IV
NIVELES DE DOSIS PARA LOS QUE ES DE SUPONER
UNA INTERVENCION EN CUALESQUIERA
CIRCUNSTANCIAS

ANEXO IV

NIVELES DE DOSIS PARA LOS QUE ES DE SUPONER UNA INTERVENCION EN CUALESQUIERA CIRCUNSTANCIAS

Exposiciones agudas

Organo o tejido	Dosis absorbida proyectada al órgano o tejido en menos de dos días (Gy)
Todo el organismo (médula ósea)	1
Pulmón	6
Piel	3
Tiroides	5
Cristalino	2
Gónadas	3

Al considerar la justificación y la optimización de los *niveles de intervención* reales para una *acción protectora* inmediata, debe tenerse en cuenta la posibilidad de *efectos deterministas* en el feto para *dosis* mayores que 0,1 Gy, aproximadamente (recibidas a lo largo de menos de 2 días).

Exposiciones crónicas

Organo o tejido	Tasa de dosis equivalente (Sv a ⁻¹)
Gónadas	0,2
Cristalino	0,1
Médula ósea	0,4

ANEXO V

**ORIENTACIONES SOBRE LOS NIVELES DE INTERVENCION
EN SITUACIONES DE EXPOSICION
DE EMERGENCIA**

ANEXO V

ORIENTACIONES SOBRE LOS NIVELES DE INTERVENCIÓN EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN DE EMERGENCIA

V.1. Los niveles de intervención se expresan en función de la *dosis evitable*, es decir la acción protectora está indicada si la dosis que puede evitarse, teniendo en cuenta la pérdida de eficacia por demoras u otras razones de orden práctico, es mayor que el nivel de intervención.

V.2. Los valores de la *dosis evitable* especificados en los niveles de intervención se refieren al promedio obtenible en muestras de la población debidamente elegidas, y no a los individuos más expuestos (es decir, no a los grupos de individuos críticos). Sin embargo, las *dosis proyectadas* a los grupos de individuos críticos deben mantenerse por debajo de los niveles de dosis especificados en el Anexo IV.

V.3. La CIPR^{54/} ha recomendado principios generales para la selección de los niveles de intervención en caso de emergencia radiológica, los cuales indican también el intervalo amplio de valores en el que es de esperar se sitúen esos niveles.

V.4. El OIEA ha establecido valores resultantes de la aplicación genérica de dichos principios a las formas más comunes de acción protectora^{55/}.

V.5. Los niveles de intervención específicos para emplazamientos pueden ser mayores o, en algunos casos, menores que estos valores genéricos optimizados, a causa de la consideración de los factores propios de cada emplazamiento o situación. Estos pueden consistir, entre otros, en la presencia de poblaciones especiales (p.ej. pacientes de hospitales, habitantes de residencias de ancianos, presos), la existencia de condiciones meteorológicas peligrosas u otros riesgos adicionales (p.ej. terremotos o productos químicos peligrosos) y de problemas especiales relacionados con el transporte o debidos a la elevada densidad demográfica y otras características excepcionales del emplazamiento o la emisión accidental.

V.6. Una vez tomados en consideración estos factores, los valores especificados seguidamente se pueden adoptar como puntos de partida de los juicios necesarios para llegar a decisiones sobre la selección de niveles de intervención aplicables a las situaciones de *exposición de emergencias*.

^{54/} Comisión Internacional de Protección Radiológica, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, ICRP Publication No. 63, Annals of the ICRP 22 4, Pergamon Press, Oxford (1993).

^{55/} Organismo Internacional de Energía Atómica, Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency: A Safety Guide, Colección Seguridad Núm. 109, OIEA, Viena (actualmente en imprenta).

A. ACCIONES PROTECTORAS URGENTES: PERMANENCIA EN EDIFICIOS, EVACUACION, PROFILAXIS CON YODO

V.7. El nivel de intervención optimizado genérico para la permanencia en edificios es 10mSv de *dosis* evitable, por un período no superior a 2 días. Tal vez las autoridades estimen oportuno aconsejar la permanencia en edificios a *niveles de intervención* inferiores, por períodos más cortos, o a fin de facilitar otras contramedidas, por ejemplo la evacuación.

V.8. El valor de intervención optimizado genérico para la evacuación temporal es 50mSv de *dosis* evitable^{56/}, por un período no superior a una semana. Tal vez las autoridades estimen oportuno iniciar la evacuación a *niveles de intervención* inferiores, por períodos más cortos, y también cuando la evacuación pueda realizarse rápida y fácilmente, por ejemplo en el caso de pequeños grupos de población. Pueden ser adecuados *niveles de intervención* más altos en las situaciones en que la evacuación sea difícil, por ejemplo si se trata de grandes grupos de población o si los medios de transporte son insuficientes.

V.9. El valor de intervención optimizado genérico para la profilaxis con yodo es 100 mGy de *dosis absorbida comprometida* evitable a la tiroides, causada por el yodo radiactivo.

B. RETIRADA Y SUSTITUCION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

V.10. Se indican en el cuadro los niveles de actuación genéricos para la retirada y sustitución de productos alimenticios. Por razones prácticas, los criterios relativos a los distintos grupos de radionucleidos deberán aplicarse independientemente a la suma de las actividades de los radionucleidos de cada grupo.

Radionucleidos	Alimentos destinados al consumo general (kBq/kg)	Leche, alimentos para bebés y agua potable
^{134,137} Cs, ^{103,106} Ru, ⁸⁹ Sr	1	1
¹³¹ I		0,1
⁹⁰ Sr	0,1	0,001
²⁴¹ Am, ^{238, 239} Pu	0,01	

^{56/} En algunos países se considera más realista para la evacuación temporal un valor de dosis evitable de 100 mSv.

V.11. En la sección 3.3 del Apéndice V se indican otras condiciones relacionadas con la aplicación de estos valores en las situaciones de *intervención*.

C. REALOJAMIENTO TEMPORAL Y REASENTAMIENTO PERMANENTE

V.12. Los *niveles de intervención* optimizados genéricos para el comienzo y la terminación del realojamiento temporal son 30 mSv en un mes y 10 mSv en un mes, respectivamente. Si no se prevé que la dosis acumulada en un mes descienda por debajo de este nivel al cabo de uno o dos años, debe considerarse la conveniencia del reasentamiento permanente sin ninguna expectativa de regreso a los hogares. También debe considerarse la conveniencia del reasentamiento permanente si la dosis proyectada va a rebasar 1 Sv en toda la vida.

V.13. Las *dosis* que han de compararse con estos niveles de intervención son las *dosis* globales causadas por todas las *vías de exposición* que pueden evitarse adoptando la *contramedida* pero normalmente se excluirán los alimentos y el agua.

ANEXO VI

ORIENTACIONES SOBRE LOS NIVELES DE ACTUACION EN SITUACIONES DE EXPOSICION CRONICA

ANEXO VI

ORIENTACIONES SOBRE LOS NIVELES DE ACTUACION EN SITUACIONES DE EXPOSICION CRONICA

VI.1. Aunque el concepto de *niveles de actuación* para situaciones de *exposición crónica* es de aplicación más general, por ahora solo existe consenso internacional sobre valores numéricos en lo que respecta al radón. Por lo tanto, solo se presentan orientaciones para la *exposición crónica al radón*.

Radón en viviendas

VI.2. Los *niveles de actuación* optimizados relativos a una *exposición crónica* que incluya la presencia de radón en viviendas deben, en una gran mayoría de las situaciones, corresponder a una concentración media anual de 200 a 600 Bq m⁻³ de ²²²Rn en el aire.

Radón en puestos de trabajo

VI.3. El *nivel de actuación* para una *acción reparadora* relativa a situaciones de *exposición crónica* que incluyan la presencia de *radón* en puestos de trabajo es una concentración media anual de 1 000 Bq de ²²²Rn por metro cúbico de aire^{57/}.

^{57/} La Comisión Internacional de Protección Radiológica ha recomendado que los *niveles de actuación* en caso de exposición ocupacional al radón pueden situarse en el intervalo de 500 a 1500 Bq · m⁻³. (Véase Comisión Internacional de Protección Radiológica; Publication No. 65; Protection against Radon -222 at Home and at Work; Annals of the ICRP, Vol. 23, No. 2, Pergamon Press (1993)).

GLOSARIO

GLOSARIO

Para las presentes Normas se han adoptado las siguientes definiciones:

Accidente (Accident):

Todo suceso involuntario, incluido un error de operación, fallo de equipo u otro contratiempo, cuyas consecuencias reales o potenciales no puedan desconocerse desde el punto de vista de la *protección o seguridad*, y que pudiera conducir a una *exposición potencial* o a condiciones de *exposición* anormales.

Acción protectora (Protective action):

Intervención con el fin de evitar o reducir las dosis a los miembros del público en situaciones de *exposición crónica* o de *emergencia*.

Acción reparadora (Remedial action):

Acción que se realiza cuando se rebasa un *nivel de actuación* determinado para reducir las *dosis de radiación* que de lo contrario pudieran recibirse, en una situación de *intervención* que implique *exposición crónica*.

Activación (Activation):

Producción de radionucleidos por irradiación.

Actividad (Activity):

Para una cantidad de radionucleido en un estado determinado de energía, en un momento dado, la actividad, A , es:

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

siendo dN el valor medio del número de transformaciones nucleares espontáneas a partir de ese estado 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 especial de becquerel (Bq).

Aparatos de formación de imágenes (Imaging devices):

Equipo electrónico utilizado para la obtención de imágenes en radiodiagnóstico y medicina nuclear (por ej. conversores en imágenes, cámaras gamma).

Aprobado (Approved):

Aprobado por la autoridad reglamentadora.

Autoridad reglamentadora (Regulatory authority):

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

Autorización (Authorization):

Permiso concedido en un documento por la *autoridad reglamentadora* a una *persona jurídica* que ha presentado una solicitud para realizar una *práctica* o cualquier otra acción enumerada en la "Obligación general" de las Normas. La *autorización* puede revestir la forma de *inscripción en registro* o de *licencia*.

Autorizado (Authorized):

Que tiene autorización de la *autoridad reglamentadora*.

Ciclo del combustible nuclear (Nuclear fuel cycle):

Todas las operaciones vinculadas con la producción de energía nucleoelectrónica, inclusive la extracción, preparación mecánica, tratamiento y enriquecimiento del uranio o el torio, fabricación del combustible nuclear, explotación de reactores nucleares, reelaboración de combustible nuclear y clausura, así como toda actividad de gestión y evacuación de *desechos radiactivos*, más toda actividad de investigación o desarrollo relacionada con cualquiera de las mencionadas.

Comité de examen ético (Ethical review committee):

Comité formado por personas independientes encargado de asesorar sobre las condiciones de *exposición* y las *restricciones de dosis* que han de aplicarse a la *exposición médica* de los individuos expuestos con fines de investigación biomédica cuando no existe ningún beneficio directo para dichos individuos.

Contaminación (Contamination):

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

Contención (Containment):

Métodos o estructuras físicas que impiden la dispersión de las sustancias radiactivas.

Contramedida (Countermeasure):

Acción encaminada a atenuar las consecuencias de un *accidente*.

Contramedidas en agricultura (Agricultural countermeasures):

Medidas adoptadas para reducir la contaminación de alimentos o de productos agrícolas o forestales antes de que lleguen a los consumidores.

Cultura de la seguridad (Safety culture):

Conjunto de características y actitudes en las entidades y los individuos que hace que, con carácter prioritario supremo, las cuestiones de *protección y seguridad* reciban la atención que requiere su importancia.

Defensa en profundidad (Defence in depth):

Aplicación de más de una sola medida protectora para conseguir un objetivo de *seguridad* determinado, de modo que éste se alcance aunque falle una de las medidas protectoras.

Descontaminación (Decontamination):

Eliminación de sustancias radiactivas causantes de *contaminación* con el fin de reducir la cantidad residual de sustancias radiactivas presentes en materias, personas o el medio ambiente.

Desechos radiactivos (Radioactive waste):

Materias radiactivas originadas por una *fuentes* adscrita a una *práctica* que se retienen con la intención de restringir las tasas de emisión a la biosfera, independientemente del estado físico de esas materias. A los efectos legales y reglamentarios, los desechos radiactivos son materias que contienen o están contaminadas por radionucleidos en concentraciones o actividades superiores a los niveles de *exención*, y para las que no se prevé ningún uso.

Dispensa (Clearance):

Liberación de materias u objetos radiactivos, adscritos a *prácticas autorizadas*, de la aplicación de todo control por parte de la *autoridad reglamentadora* en lo sucesivo^{58/}.

Dispensado (Cleared)

Materia u objetos radiactivos que tienen dispensa.

Dosis (Dose):

Dosis absorbida, dosis a un órgano, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis equivalente comprometida o dosis efectiva comprometida, según el contexto. Los

^{58/} La dispensa no incluye los vertidos radiactivos autorizados.

términos modificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés.

Dosis absorbida (Absorbed dose):

Magnitud dosimétrica fundamental, definida por la expresión:

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

en la que D es la *dosis absorbida*, $d\varepsilon$ es la energía media impartida por la *radiación* ionizante a la materia en un volumen dado, y dm es la masa de la materia existente en ese 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 Sistema Internacional (SI) es el joule por kilogramo (J kg^{-1}) y su nombre especial es el gray (Gy).

Dosis a un órgano (Organ dose):

Dosis media D_T en un tejido o un órgano T determinados del cuerpo humano, definida por la expresión:

$$D_T = (1/m_T) \int_{m_T} D dm,$$

en la que m_T es la masa del tejido u órgano, y D es la *dosis absorbida* en la masa dm .

Dosis colectiva (Collective dose):

Expresión de la *exposición a la radiación* total en una población, definida como el producto del número de individuos expuestos a una *fente* por su *dosis* de radiación media. (Véase *dosis efectiva colectiva*.)

Dosis de entrada en superficie (Entrance surface dose):

Dosis absorbida en el centro del haz a la entrada de la radiación en un paciente sometido a examen radiodiagnóstico, expresada en aire y con retrodispersión.

Dosis efectiva (Effective dose):

Sumación 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:

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

donde W_R es el *factor de ponderación de la radiación* correspondiente a la *radiación* R, y $D_{T,R}$ la *dosis absorbida* media en el órgano o tejido T.

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

Dosis efectiva colectiva (Collective effective dose):

La dosis efectiva total a una población, definida por la expresión:

$$S = \sum_i E_i \cdot N_i$$

en la que E_i es la *dosis efectiva* media en el subgrupo de población i y N_i es el número de individuos del subgrupo. También puede definirse por la integral:

$$S = \int_0^{\infty} E \left[\frac{dN}{dE} \right] dE$$

en la que

$$\frac{dN}{dE} dE$$

es el número de individuos que reciben una *dosis efectiva* situada entre E y E+dE.

La *dosis efectiva colectiva* causada por un suceso, una decisión o una parte finita de una *práctica* k, S_k se expresa por:

$$S_k = \int_0^{\infty} \dot{S}_k(t) dt$$

ecuación en la que $\dot{S}_k(t)$ es la tasa de *dosis efectiva colectiva* en el tiempo t, causada por k.

Dosis efectiva comprometida (Committed effective dose):

Al cabo de un tiempo T transcurrido tras una *incorporación* de sustancias radiactivas, la *dosis efectiva comprometida* viene definida por:

$$E(T) = \int_{t_0}^{t_0+T} \dot{E}(t) dt$$

siendo t_0 el tiempo en que ocurre la *incorporación* y $\dot{E}(t)dt$ la tasa de *dosis efectiva* en el tiempo t. Cuando T no se especifica se considera que su valor es de 50 años para los adultos y de hasta 70 años para las incorporaciones en niños.

Dosis equivalente (Equivalent dose):

Dosis absorbida en un órgano o tejido multiplicada por el correspondiente *factor de ponderación de la radiación*, W_R :

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

expresión en la que $D_{T,R}$ es la *dosis absorbida* media en el órgano o tejido T y W_R es el *factor de ponderación de la radiación* correspondiente a la radiación R.

Cuando el campo de *radiación* se compone de *radiaciones* 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 equivalente ambiental (Ambient dose equivalent):

$H^*(d)$, en un punto de un campo de *radiación*, es la *dosis* equivalente que sería producida por el correspondiente campo alineado y expandido en la esfera de la CIUMR a una profundidad d sobre el radio orientado en dirección opuesta a la del campo alineado. Para una *radiación* muy penetrante se recomienda una profundidad $d = 10$ mm.

Dosis equivalente comprometida (Committed equivalent dose):

Al cabo de un tiempo T transcurrido tras una *incorporación* de sustancias radiactivas, la *dosis equivalente comprometida* viene definida por:

$$H_T(T) = \int_{t_0}^{t_0+T} \dot{H}_T(t) dt$$

ecuación en la que t_0 es el tiempo en que ocurre la *incorporación* y

$$\dot{H}_T(t)$$

es la tasa de *dosis equivalente* en el tiempo t en un órgano o tejido T. Cuando T no se especifica se considera que su valor es de 50 años para los adultos y de hasta 70 años para las incorporaciones en niños.

Dosis equivalente direccional (Directional dose equivalent):

$H'(d, \Omega)$, en un punto de un campo de radiación, es la *dosis* equivalente que sería producida por el correspondiente campo expandido en la esfera de la CIUMR a

una profundidad d , sobre el radio orientado en una dirección especificada, Ω . Para una radiación poco penetrante se recomienda una profundidad $d = 0,07$ mm.

Dosis equivalente personal (Personal dose equivalent):

$H_p(d)$, magnitud que se define para la *radiación* muy penetrante y la poco penetrante. $H_p(d)$ es la *dosis* equivalente en tejido blando, a una profundidad adecuada d , a partir de un punto especificado sobre el cuerpo humano. Se recomiendan las profundidades $d = 10$ mm para la *radiación* muy penetrante y $d = 0,07$ mm para la *radiación* poco penetrante.

Dosis evitable (Avertable dose):

La *dosis* que ha de ahorrarse como consecuencia de una acción protectora; es la diferencia entre las *dosis* previstas si se realiza la acción y si no se realiza.

Dosis glandular media (Average glandular dose):

La *dosis* glandular media, (D_g), en mamografía puede calcularse a partir de la expresión:

$$D_g = D_{gN} X_a$$

en la que D_{gN} es la *dosis* glandular media *absorbida* resultante de una *exposición* incidente en aire de $2,58 \times 10^{-4}$ C kg⁻¹ y X_a es la *exposición* incidente en aire.

Para los tubos de rayos X con blanco de molibdeno, y filtro de molibdeno que funcionen con un espesor de semirreducción de 0,3 mm Al, tratándose 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	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
D_{gN}	0,2	1,95	1,75	1,55	1,4	1,25	1,15	1,05	0,95

donde el espesor de la mama se expresa en cm, y D_{gN} , en mGy por $2,58 \times 10^{-4}$ Ckg⁻¹ (por lo tanto el resultado D_g se obtendrá en mGy).

Dosis media en barridos múltiples (Multiple scan average dose):

La *dosis* media en barridos múltiples (multiple scan average dose, MSAD) es un término empleado en tomografía con computadora

$$MSAD = \frac{1}{I} \int_{-nI/2}^{+nI/2} D(z) dz$$

expresión en la que n es el número total de barridos en una serie clínica, I el incremento de distancia que media entre los barridos, y $D(z)$, la *dosis* en la posición z , paralela al eje z (de rotación).

Dosis proyectada (Projected dose):

La *dosis* que es de esperar si no se realiza ninguna *acción protectora* o *reparadora*.

Efecto determinista (Deterministic effect):

Efecto de la *radiación* para el que existe por lo general una *dosis* umbral por encima de la cual la gravedad del efecto aumenta al elevarse la *dosis*.

Efectos estocásticos de la radiación (Stochastic effects of radiation):

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

Empleador (Employer):

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 un *empleador*)^{59/}.

Entidad interviniente (Intervening organization):

Entidad designada o reconocida de otra forma por un gobierno como responsable de la gestión o ejecución de cualquier aspecto de las *intervenciones*.

Equipo radioterápico de alta energía (High energy radiotherapy equipment):

Equipo de rayos X y otros tipos de generadores de radiación capaces de funcionar con potenciales de generación superiores a 300 kV, y equipo de teleterapia con radionucleidos.

Evaluación de la seguridad (Safety assessment):

Examen de los aspectos de diseño y funcionamiento de una *fuentes* que son de interés para la *protección* de las personas o la *seguridad* de la fuente, incluido el análisis de las medidas de *seguridad* y *protección* adoptadas en las fases de diseño y de funcionamiento de la *fuentes*, y el análisis de los riesgos vinculados a las condiciones normales y a las *situaciones* de accidente.

Excluido (Excluded):

No sujeto a los requisitos prescritos por las Normas.

^{59/} Véase la definición de *Trabajador*.

Exención (Exemption):

Permiso automático o condicional para realizar alguna práctica o utilizar fuentes adscritas a prácticas sin la obligación de cumplir los requisitos prescritos por las Normas, incluidos los de notificación y autorización.

Exento (Exempted)

Que goza de *exención*.

Experto cualificado (Qualified expert):

Individuo que, en virtud de 1) certificados extendidos por órganos o sociedades competentes, 2) licencias de tipo profesional, o 3) títulos académicos y experiencia, es debidamente reconocido como persona con competencia en una especialidad de interés, por ejemplo en física médica, protección radiológica, sanidad ocupacional, prevención de incendios, garantía de calidad, o en cualquier especialidad técnica o de seguridad relevante.

Exposición (Exposure):

Exposición de personas a la *radiación* o a sustancias radiactivas, que puede ser externa, causada por fuentes situadas fuera del cuerpo humano, o interna, 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*.

Exposición crónica (Chronic exposure):

Exposición persistente en el tiempo.

Exposición de emergencia (Emergency exposure):

Exposición causada como resultado de un accidente que exige *acciones protectoras* inmediatas.

Exposición del público (Public exposure):

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

Exposición médica (Medical exposure):

Exposición sufrida por los pacientes en el curso de su propio diagnóstico o tratamiento médico o dental; sufrida por personas que no estén expuestas profesionalmente, a sabiendas, mientras ayudan voluntariamente a procurar alivio y bienestar a

pacientes; asimismo, sufrida por voluntarios en el curso de un programa de investigación biomédica que implique su *exposición*.

Exposición ocupacional (Occupational exposure):

Toda *exposición* de los *trabajadores* sufrida durante el trabajo, con excepción de las *exposiciones* excluidas del ámbito de las Normas y de las *exposiciones* causadas por las *prácticas* o *fuentes* exentas con arreglo a las Normas.

Exposición potencial (Potential exposure):

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

Exposiciones naturales (Natural exposures):

Exposiciones causadas por *fuentes naturales*.

Exposiciones normales (Normal exposures):

Exposiciones que se prevé se recibirán en las condiciones normales de funcionamiento de una instalación o *fente*, incluso en el caso de pequeños contratiempos posibles que pueden mantenerse bajo control.

Factor de ponderación de la radiación (Radiation weighting factor):

Factor por el que se multiplica la dosis absorbida para tener en cuenta el riesgo relativo que suponen los diferentes tipos de *radiación* para la salud. Los valores de este factor que se usan con fines de protección radiológica son los siguientes:

Tipo e intervalo de energía de la radiación	Factor de ponderación de la radiación, W_R
Fotones de todas las energías	1
Electrones y muones de todas las energías ^{60/}	1
Neutrones de energía < 10 keV	5
10 keV a 100 keV	10
> 100 keV a 2 MeV	20
> 2 MeV a 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protones (no de retroceso) de energía > 2 MeV	5
Partículas alfa, fragmentos de fisión, núcleos pesados	20

^{60/} Excluidos los electrones de Auger emitidos por los núcleos al ADN, en cuyo caso son necesarias consideraciones microdosimétricas especiales.

Si el cálculo del *factor de ponderación de la radiación* aplicable a los neutrones exige una función continua, puede emplearse la siguiente aproximación:

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

en la que E es la energía neutrónica expresada en MeV.

Cuando se trate de tipos de *radiación* y energías que no figuren en el cuadro, W_R puede suponerse igual a \bar{Q} a 10 mm de profundidad en la esfera de la CIUMR y puede obtenerse por la fórmula siguiente:

$$\bar{Q} = \frac{1}{D} \int_0^\infty Q(L) D_L dL$$

en la que D es la dosis absorbida, $Q(L)$ es el factor de calidad en función de la transferencia lineal de energía irrestricta, L, en agua, especificado en la Publicación Núm. 60 de la CIPR, y D_L es la distribución de D en L

$$Q(L) = \begin{array}{ll} 1 & \text{para } L \leq 10, \\ 0,32L-2,2 & \text{para } 10 < L < 100 \\ 300/\sqrt{L} & \text{para } L \geq 100 \end{array}$$

donde L se expresa en $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

Factores de ponderación del tejido (Tissue weighting factors):

Factor por el que se multiplica la dosis equivalente recibida por un órgano o un tejido para tener en cuenta la diferente sensibilidad de los distintos órganos y tejidos en cuanto a la producción de efectos estocásticos de la radiación. Los factores de ponderación del tejido usados con fines de protección radiológica son los siguientes:

Tejido u órgano	Factor de ponderación del tejido, W_T
Gónadas	0,20
Médula ósea (roja)	0,12
Colon ^{a/}	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Vejiga	0,05
Mama	0,05
Hígado	0,05
Esófago	0,05
Tiroides	0,05
Piel	0,01
Superficies óseas	0,01
Restantes órganos o tejidos ^{b/}	0,05

a/ Intestino grueso inferior.

b/ A los efectos del cálculo, los órganos o tejidos restantes son los formados por las glándulas suprarrenales, el cerebro, el intestino grueso superior, el intestino delgado, el riñón, los músculos, el páncreas, el bazo, el timo y el útero. En los casos excepcionales en los que uno solo de los órganos o tejidos restantes reciba una dosis equivalente mayor que la más elevada recibida en uno de los doce tejidos u órganos para los que se especifica el factor de ponderación, deberá aplicarse a ese tejido u órgano un factor de ponderación de 0,025, así como un factor de ponderación de 0,025 al promedio de las dosis recibidas por los demás órganos o tejidos restantes aquí definidos.

Facultativo médico (Medical practitioner):

Individuo que:

- ha sido autorizado oficialmente, tras cumplir las formalidades nacionales apropiadas, como profesional de la salud;
- satisface los requisitos nacionales de capacitación y experiencia para la prescripción de procedimientos que impliquen *exposición médica*;
- es un *titular registrado* o un *titular licenciado* tal como lo definen las Normas, o bien un *trabajador* nombrado por un *empleador* registrado o licenciado, con el fin de prescribir procedimientos que impliquen *exposición médica*.

Fuente (Source):

Cualquier cosa que pueda causar *exposición* a la *radiación*, concretamente emitiendo *radiación* ionizante o liberando sustancias o materias radiactivas. Por ejemplo, las materias que emiten radón son *fuentes* existentes en el medio ambiente, una unidad de esterilización por irradiación gamma es una fuente adscrita a la *práctica* de conservación de alimentos por medio de la radiación, un aparato de rayos X puede ser una *fente* adscrita a la *práctica* del radiodiagnóstico, y una central nuclear es una *fente* adscrita a la *práctica* de generación de energía nucleoelectrica. A los efectos de la aplicación de las Normas, se considera que una instalación compleja o múltiple situada en el mismo lugar o emplazamiento es una sola *fente*.

Fuente sellada (Sealed source):

Material radiactivo que está a) permanentemente encerrado en una cápsula o b) estrechamente ligado y en forma sólida. La cápsula o el material de una fuente sellada deberán ser lo suficientemente robustos para mantener la estanqueidad en las condiciones de uso y desgaste para las que la fuente se haya concebido, así como en el caso de contratiempos previsibles.

Fuentes naturales (Natural sources):

Fuentes de radiación existentes en la naturaleza, entre ellas la radiación cósmica que afecta a las personas en los vuelos a gran altura, y las *fuentes de radiación* terrestres existentes en viviendas, minas, balnearios, etc.

Fuentes no selladas (Unsealed sources):

Fuentes que no satisfacen la definición de *fente sellada*.

Generadores de radiación (Radiation generators):

Dispositivos capaces de generar radiación tal como rayos X, neutrones, electrones u otras partículas cargadas, que pueden utilizarse con fines científicos, industriales o médicos.

Grupo crítico (Critical group):

Grupo de *miembros del público* cuya *exposición*, para una *fente de radiación* dada y una *vía de exposición* dada, es razonablemente homogénea y característica de los individuos que reciben la *dosis efectiva* o la *dosis equivalente* más alta (según el caso) por la *vía de exposición* dada a causa de la *fente* dada.

Hombre de referencia (Reference man):

Persona imaginaria caucásica definida por la CIPR a los fines de las evaluaciones efectuadas en protección radiológica^{61/}.

Incorporación (Intake):

Proceso de entrada de radionucleidos en el organismo humano por inhalación, por ingestión o a través de la piel.

Inscripción en registro (Registration):

Forma de *autorización de prácticas* de riesgo bajo o moderado en virtud de la cual la *persona* responsable de la práctica, si procede, ha efectuado una *evaluación de la seguridad* de las instalaciones y el equipo y la ha presentado a la *autoridad*

^{61/} Comisión Internacional de Protección Radiológica; Reference Man: Anatomical, Physiological and Metabolic Characteristics; ICRP Publication 23; Pergamon Press, ISSN 0 08 017024 2

reglamentadora. La *práctica* o uso se *autoriza* con las condiciones o limitaciones aplicables. Los requisitos de *evaluación de la seguridad* y las condiciones o limitaciones que se apliquen a la *práctica* deben ser menos rigurosos que para la concesión de licencia.

Instalación de tratamiento de sustancias radiactivas (Installation processing radioactive substances):

Toda instalación de tratamiento de sustancias radiactivas en que el volumen de material tratado anualmente supere más de 10 000 veces los niveles de exención que figuran en el Cuadro I-I.

Instalaciones de gestión de desechos radiactivos (Radioactive waste management installations):

Instalaciones diseñadas especialmente para la manipulación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento temporal o evacuación permanente de *desechos radiactivos*.

Instalaciones de irradiación (Irradiation installations):

Construcciones e instalaciones en las que se alojan aceleradores de partículas, aparatos de rayos X o grandes *fuentes* radiactivas y que pueden producir intensos campos de *radiación*. Las construcciones correctamente diseñadas ofrecen blindaje y otra protección y están provistas de dispositivos de *seguridad* tales como enclavamientos, que impiden la entrada por inadvertencia en el campo intenso de *radiación*. Las *instalaciones de irradiación* comprenden las de radioterapia por haces externos, las de esterilización o conservación de productos comerciales, y ciertas instalaciones de radiografía industrial.

Instalaciones nucleares (Nuclear installations):

Plantas de fabricación de combustible nuclear; reactores nucleares inclusive los conjuntos críticos y subcríticos, los reactores de investigación y las centrales nucleares; instalaciones de almacenamiento de combustible gastado; plantas de enriquecimiento e instalaciones de reelaboración.

Intervención (Intervention):

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*.

Kerma (Kerma):

Cociente entre dE_{tr} y 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 .

$$K = \frac{dE_r}{dm}$$

La unidad de kerma es J kg^{-1} y su nombre especial es el gray (Gy).

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

Laboratorio de calibración dosimétrica (Standards dosimetry laboratory):

Laboratorio encargado por la autoridad nacional competente de establecer, mantener o mejorar patrones primarios o secundarios con fines de dosimetría de la *radiación*.

Licencia (Licence):

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

Límite (Limit):

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

Límites anuales de dosis (Annual dose limits):

Valores de la *dosis efectiva* o *equivalente* causada a los individuos por prácticas controladas, que no se deberán rebasar en un año.

Límite anual de incorporación (LAI) (Annual limit of intake):

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

Miembro del público (Member of the public):

En sentido lato, cualquier individuo de la población total, excluyendo, a los fines de las Normas, 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 medio del *grupo crítico* correspondiente.

Minas e instalaciones de tratamiento de minerales radiactivos (Mines and mills processing radioactive ores):

Instalaciones de extracción, preparación mecánica o tratamiento de minerales que contienen radionucleidos de la serie del uranio o de la serie del torio.

- a) Una mina de laboreo de minerales radiactivos es toda aquella que produce mineral que contiene radionucleidos de la serie del uranio o de la serie del

torio bien sea en cantidad o concentración suficiente para justificar su explotación o bien, cuando éstos se presentan juntamente con otras sustancias que se extraen, en cantidad o concentración que exige la adopción de medidas de *protección radiológica*, conforme a lo prescrito por la *autoridad reglamentadora*.

- b) Una instalación de tratamiento de minerales radiactivos es toda instalación donde se tratan dichos minerales extraídos de las minas definidas en a) con el fin de producir un concentrado en forma física o química.

Nivel de actuación (Action level):

Nivel de la tasa de *dosis* o de la concentración de la *actividad* por encima del cual deben adoptarse *acciones reparadoras* o *protectoras* en situaciones de *exposición crónica* o de *emergencia*.

Nivel de intervención (Intervention level):

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

Nivel de investigación (Investigation level):

Valor de una magnitud tal como la *dosis equivalente*, la *incorporación* o la *contaminación* por unidad de área o de volumen, al alcanzarse o rebasarse el cual debe realizarse una investigación.

Nivel de referencia (Reference level):

Término genérico que denota *niveles* de *actuación*, *intervención*, *investigación* y *registro*. Estos niveles se pueden establecer para cualquiera de las magnitudes determinadas en la práctica de la *protección radiológica*.

Nivel de registro (Recording level):

Nivel de *dosis*, de *exposición* o de *incorporación* prescrito por la *autoridad reglamentadora*; cuando este nivel se alcance o se rebase, los valores de la *dosis*, *exposición* o *incorporación* recibida por los *trabajadores* han de anotarse en sus respectivos registros de *exposición* individual.

Nivel orientativo (Guidance level):

Nivel de una magnitud determinada al rebasarse el cual conviene considerar acciones adecuadas. En ciertas circunstancias, es posible que haya que contemplar tales acciones cuando dicha magnitud alcance un valor considerablemente menor que el nivel orientativo.

Niveles de dispensa (Clearance levels):

Valores, establecidos por la *autoridad reglamentadora* y expresados en forma de concentración de la actividad y/o actividad total; cuando las fuentes de radiación satisfacen esos valores u otros más bajos, pueden ser liberadas del control reglamentario.

Niveles orientativos para la exposición médica (Guidance levels for medical exposure):

Valores de la *dosis*, la tasa de *dosis* o la *actividad* seleccionados por órganos profesionales en consulta con la *autoridad reglamentadora*, que indican niveles al rebasarse los cuales conviene efectuar un examen a cargo de facultativos médicos a fin de determinar si son o no excesivos, teniendo en cuenta las circunstancias particulares y aplicando sanos criterios clínicos.

Notificación (Notification):

Documento presentado a la *autoridad reglamentadora* por una *persona jurídica* para notificar la intención de realizar una *práctica* o cualquier otra acción especificada en la "Obligación general" de las Normas, siempre que sea inverosímil que las *exposiciones normales* vinculadas a la *práctica* o la acción rebasen una pequeña fracción, especificada por la *autoridad reglamentadora*, de los *límites* aplicables, y sean insignificantes la probabilidad y el grado previsto de *exposición potencial* y otras consecuencias perjudiciales.

Oficial de protección radiológica (Radiation protection officer):

Persona técnicamente competente en cuestiones de protección radiológica de interés para un tipo de práctica dado, que es designada por un titular registrado o un titular licenciado para supervisar la aplicación de los requisitos prescritos por las Normas.

Organización interviniente (Intervening organization):

Organización que las autoridades nacionales han designado, o reconocido de otra forma, para que se encargue de la gestión o ejecución de cualquier aspecto de una *intervención*.

Organizaciones patrocinadoras (Sponsoring organizations):

La Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Persona (Person):

(Véase persona jurídica.)

Persona jurídica (Legal person):

Toda organización, sociedad, compañía, empresa, asociación, consorcio, sucesión, institución pública o privada, grupo o entidad política o administrativa, u otras personas designadas en conformidad con la legislación nacional, revestidas de responsabilidad y autoridad para la adopción de cualquier medida con arreglo a las Normas.

Plan de emergencia (Emergency plan):

Conjunto de operaciones que han de realizarse inmediatamente en caso de accidente.

Práctica (Practice):

Toda actividad humana que introduce *fuentes de exposición* o *vías de exposición* adicionales o extiende la *exposición* a más personas o modifica la red 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.

Producto dosis-área (Dose-area Product)

Producto del área de un haz de radiación por la dosis promedio administrada, que se emplea en radiodiagnóstico como medida de la energía impartida.

Productos de consumo (Consumer products):

Dispositivos tales como detectores de humos, esferas luminosas o tubos generadores de iones, que contienen pequeñas cantidades de sustancias radiactivas.

Profesional de la salud (Health professional):

Individuo oficialmente autorizado, previas las formalidades nacionales apropiadas, para ejercer una profesión relacionada con la salud (p.ej. la medicina, odontología, quiropráctica, pediatría, cuidado de enfermos, física médica, tecnología de la radiación y tecnología médica nuclear, radiofarmacia, sanidad ocupacional, etc.).

Protección y seguridad (Protection and safety):

Protección de las personas contra la *exposición* indebida a la *radiación* ionizante y a las sustancias radiactivas, así como *seguridad* de las *fuentes de radiación*, incluidos los medios para conseguir esa *protección* y *seguridad*, tales como los diversos procedimientos y dispositivos para reducir las *dosis* y *riesgos* de las personas al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse y mantenerlos por debajo de las restricciones prescritas, así como los medios para prevenir *accidentes* y atenuar las consecuencias de éstos si ocurrieran.

Radiación (Radiation):

Radiación ionizante.

Radionucleidos hijos del radón (Radon progeny):

Los productos de desintegración radiactivos de período corto del *radón*.

Radón (Radon):

Nombre de cualquier isótopo de número atómico 86, en particular el ^{222}Rn y el ^{220}Rn ; sin embargo, el término "radón" se suele utilizar para designar el radón más sus radionucleidos hijos.

Restricción (Constraint):

Véase Restricción de dosis.

Restricción de dosis (Dose constraint):

Confin superior prospectivo aplicado a la dosis individual, que se usa para optimizar la protección y seguridad de las *fuentes*. En el caso de las exposiciones ocupacionales, la *restricción de dosis* es un valor de *dosis* individual, relacionado con la fuente, para limitar la gama de opciones consideradas en el proceso de optimización. Tratándose de la *exposición del público*, la *restricción de dosis* es un confin superior de las *dosis* anuales que deben recibir los *miembros del público* a causa del funcionamiento, en las condiciones previstas, de toda *fente* controlada. La *exposición* a la que se aplica la *restricción de dosis* es la dosis anual a cualquier *grupo crítico*, sumada para todas las *vías de exposición*, resultante del funcionamiento previsto de la *fente* controlada. La *restricción* sobre cada fuente debe ser tal que dé la seguridad de que la suma de las *dosis* al *grupo crítico* causadas por todas las *fuentes* controladas permanece ajustada al *límite de dosis*. En el caso de la *exposición médica* los *niveles de restricción de dosis* deben interpretarse como niveles orientativos, excepto cuando se apliquen para optimizar la protección de las personas expuestas con fines de investigación médica o de las personas, que no sean *trabajadores*, que presten asistencia para el cuidado, apoyo o bienestar de los pacientes expuestos.

Riesgo (Risk):

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.

Seguridad (Safety):

(Véase *protección y seguridad*.)

Solicitante (Applicant):

Toda *persona jurídica* que solicita a la *autoridad reglamentadora* autorización para emprender cualquiera de las acciones enumeradas en la "Obligación general" de las Normas.

Suministrador (Supplier):

Toda *persona jurídica* en la que un *titular registrado* o un *titular licenciado* delega, total o parcialmente, funciones relacionadas con el diseño, fabricación, producción o construcción de una *fuelle*. Se considera que el importador de una *fuelle* es el suministrador de la misma.

Tasa de referencia de kerma en aire (Reference air kerma rate):

La *tasa de referencia de kerma en aire* de una *fuelle* es la tasa de kerma en aire, en el seno de aire, a una distancia de referencia de un metro, corregida para tener en cuenta la atenuación y la dispersión. Esta magnitud se expresa en $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ a 1 m.

Titular licenciado (Licensee):

Persona poseedora de una *licencia* en vigor concedida para una *práctica* o *fuelle*, que tiene derechos y deberes reconocidos en lo que respecta a esa *práctica* o *fuelle*, sobre todo en lo que atañe a la *protección y seguridad*.

Titular registrado (Registrant):

Solicitante al que se autoriza la *inscripción en registro* de una *práctica* o una *fuelle* y tiene derechos y deberes reconocidos en lo que atañe a esa *práctica* o *fuelle*, sobre todo en lo relativo a la *protección y seguridad*.

Trabajador (Worker):

Toda 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 los deberes de un *trabajador*^{62/}.

Vertidos radiactivos (o efluentes radiactivos) (Radioactive discharges (or radioactive effluents)):

Substancias radiactivas procedentes de una *fuelle* adscrita a una *práctica* que se vierten en forma de gases, aerosoles, líquidos o sólidos al medio ambiente, en general con el fin de diluirlas y dispersarlas.

^{62/} Véase la definición de *Empleador*.

Vías de exposición (Exposure pathways):

Vías por las que una materia radiactiva puede llegar o irradiar a los seres humanos.

Vigilancia médica (Health surveillance):

Supervisión médica cuya finalidad es asegurar la aptitud inicial y permanente de los *trabajadores* para la tarea a que se les destine.

Vigilancia radiológica (Monitoring):

Medición de la *exposición*, la *dosis* o la *contaminación* por razones relacionadas con la evaluación o el control de la *exposición a radiación* o a sustancias radiactivas, e interpretación de los resultados.

Volumen blanco de planificación (Planning target volume):

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 (Controlled area):

Zona controlada es toda 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 (Supervised area):

Toda zona no definida como *zona controlada* pero en la que se mantienen en examen las condiciones de *exposición ocupacional* aunque normalmente no sean necesarias *medidas* protectoras ni disposiciones de *seguridad* concretas.

DIRECCION, REDACCION Y REVISION

Reuniones y colaboradores

REUNIONES

Reuniones del Comité Interinstitucional de seguridad radiológica

OMS, Ginebra: 4 y 5 de febrero de 1991
CCE, Bruselas: 19 y 20 de octubre de 1992
OPS, Washington DC: 19 de abril de 1993

Reuniones de la Secretaría Mixta

AEN(OCDE), París: 9 a 12 de abril de 1991
OIEA, Viena: 9 a 13 de diciembre de 1991
AEN(OCDE), París: 21 a 23 de octubre de 1992
OPS, Washington DC: 20 a 23 de abril de 1993

Reuniones de Comité Técnico

OIEA, Viena: 14 a 18 de diciembre de 1992
OIEA, Viena: 13 a 17 de diciembre de 1993

Reunión de Expertos Superiores

Viena: 24 a 28 de febrero de 1992

Reuniones de Consultores

Londres: 24 a 28 de junio de 1991
Ottawa: 23 a 27 de septiembre de 1991
Viena: 6 a 10 de enero de 1992, 20 a 24 de enero de 1992,
23 a 27 de marzo de 1992, 9 a 13 de noviembre de 1992
7 a 19 de noviembre de 1993

Grupo de Trabajo ad hoc sobre limitación de dosis en determinadas ocupaciones

OIT, Ginebra: 29 de marzo a 1 de abril de 1993

Grupo de Trabajo ad hoc sobre exposiciones potenciales

AEN(OCDE), París: 8 a 10 de marzo de 1993

REDACCION Y REVISION: COLABORADORES

Ahmed, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena
Ahmed, M.	Instituto de Investigaciones sobre la Energía Atómica, Riad, Arabia Saudita
Alexander, R.E.	Alexander Corporation, Fairfax, Estados Unidos de América
Allisy, A.	Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas, Sèvres
Almarshad, A.	Instituto de Investigaciones sobre la Energía Atómica, Riad, Arabia Saudita
As van, D.	Sociedad de Energía Atómica de Sudáfrica, Ltda., Pretoria, Sudáfrica
Asfar, M.	Comisión de Energía Atómica del Pakistán, Islamabad, Pakistán
Bakir, Y.	Comité de Energía Atómica, Kuwait
Beaver, P.F.	Jefe Ejecutivo de Salud y Seguridad, Londres, Reino Unido
Beninson, D.	Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina
Becker, K.	Deutsche Institut für Normung, Berlín, Alemania
Bibbings, R.	Organización Internacional del Trabajo, Londres
Bodkin, R.	Energy Resources of Australia Ltd., Sydney, Australia
Bond, J.	Sociedad de Energía Atómica del Canadá, Ontario, Canadá
Borrás, C.	Organización Panamericana de la Salud, Washington, DC
Boutrif, E.	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma
Bush, W.R.	Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena
Chatterjee, R.	Junta de Control de la Energía Atómica, Ottawa, Canadá
Christova, M.	Centro Nacional de Radiología y Protección Radiológica, Sofía, Bulgaria
Clarke, R.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton, Reino Unido

Coates, R.	British Nuclear Fuels plc, Risley, Reino Unido
Collin, W.	Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, Alemania
Cool, D.	Comisión de Reglamentación Nuclear, Washington, DC, Estados Unidos de América
Coppée, G.H.	Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra
Creswell, S.	Inspección de Instalaciones Nucleares, Londres, Reino Unido
Crick, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena
Cunningham, J.	Instituto de Protección Radiológica de Irlanda, Dublín, Irlanda
Cunningham, R.	Comisión de Reglamentación Nuclear, Washington, DC, Estados Unidos de América
Curtis, K.	Organización Internacional del Trabajo, Ginebra
Debauche, M.	Institut National des Radioéléments
Demetriades, P.	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Nicosia, Chipre
Despres, A.	Institut de Protection et Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, Francia
Dollani, K.	Instituto de Física Nuclear, Tirana, Albania
Duftschnid, K.	Centro Austriaco de Investigaciones de Seibersdorf, Austria
Duncan, R.M.	Junta de Control de la Energía Atómica, Ottawa, Canadá
Dunster, J.	Londres, Inglaterra
Echávarri, L.	Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, España
Eriskat, H.	Comisión de las Comunidades Europeas, Luxemburgo
Ferruz, P.	Comisión Chilena de Energía Nuclear, Santiago, Chile
Fitoussi, L.	Centre d'Etudes Nucléaires, Gif-sur-Yvette, Francia
Forastieri, V.	Organización Internacional del Trabajo, Ginebra
Fortuna, R.	Instituto de Seguridad Ocupacional, Liubliana, Eslovenia
Fritelli, L.	Ente per le Nuove Tecnologie, L'Energia e l'Ambiente, Roma, Italia

Fry, R.	Oficina del Científico Supervisor, Canberra, Australia
Fuga, P.	Organismo de Energía Atómica de Albania, Tirana, Albania
Garnyk, N.	Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia, Moscú, Rusia
Gerber, G.	Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas
Gibbson, J.A	AEA Technology, Harwell, Didcot, Reino Unido
González, A.J.	Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena
Gorson, R.	Colorado, Estados Unidos de América
Govaerts, P.	Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire, Mol-Donk, Bélgica
Gunn, S.	Comisión Electrotécnica Internacional, Ginebra, Suiza
Hanson, G.	Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza
Hefner, A.	Forschungszentrum Seibersdorf, Austria
Hock, R.	Siemens AG/KWU, Offenbach, Alemania
Hoegberg, L.	Inspección Sueca de la Energía Nucleoeléctrica, Estocolmo, Suecia
Huyskens, C.	Asociación Internacional de Protección Radiológica, Eindhoven
Ieyasy, H.	Ministerio de Sanidad y Bienestar, Tokio, Japón
Ilari, O.	Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, Issy les Moulineaux, Francia
Iranzo, E.	CIEMAT, Madrid, España
Ishiguro, H.	Sociedad de Desarrollo de Reactores de Potencia y Combustibles Nucleares, Tokio, Japón
Jammet, H.	Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, Francia
Jones, C.	Departamento de Energía de los Estados Unidos, Washington, Estados Unidos de América
Jovased, L.	Centro de Higiene y Protección Radiológica, La Habana, Cuba
Kazi, O.A.	Comisión de Energía Atómica de Bangladesh, Dhaka, Bangladesh

Kenigsberg, J.	Clínica de Radiomedicina, Minsk, República de Belarús
Koga, S.	Universidad Médica de Fujita, Tokio, Japón
Komarov, E.I.	Instituto de Higiene Radiológica, San Petersburgo, Rusia
Kraus, W.	Bundesamt für Strahlenschutz, Berlín, Alemania
Kuhar, B.	Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana, Eslovenia
Kunz, E.	Instituto Nacional de Sanidad Pública, Praga, República Checa
Lan, Z.	Misión China ante el OIEA, Viena
Li, D.	Instituto Chino de Protección Radiológica, Beijing, China
Liniecki, J.	Academia de Medicina de Lodz, Lodz, Polonia
Linsley, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena
Lokan, K.H.	Laboratorio Australiano de Radiología, Melbourne, Australia
Lyscov, V.	Ministerio de Ecología y Recursos Naturales, Moscú, Rusia
Mason, G.C.	Laboratorio Australiano de Radiología, Melbourne, Australia
Meadley, T.	Uranium Saskatchewan Ass. Inc., Saskatoon, Canadá
Metcalf, P.	Consejo de Seguridad Nuclear, Hennopsmeer, Sudáfrica
Musialowicz, T.	Laboratorio Central de Protección Radiológica, Varsovia, Polonia
Nikodema, D.	Instituto de Medicina Preventiva y Clínica, Bratislava, República Eslovaca
Nishiwaki, Y.	Universidad de Viena, Viena, Austria
Novosel, N.	Ministerio de Economía, Zagreb, Croacia
O'Donnell, P.	Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, España
Opelz, M.	Oficina de la Agencia Internacional de Energía Atómica, Ginebra
Oshino, M.	Instituto Japonés de Investigaciones sobre la Energía Atómica, Tokai-mura, Japón

Pan, Z.	Sociedad Nuclear Nacional China, Beijing, China
Panfilov, A.	Ministerio de Energía Atómica de la Federación de Rusia, Moscú, Rusia
Parmentier, N.	Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, Francia
Pizzaferrri, J.	Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina
Placer, A.	Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, España
Queniart, D.	Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, Francia
Quevedo, J.	Inspección Estatal de Seguridad Radiológica, Cuba
Randell, A.W.	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma
Rannikko, S.	Centro Finlandés para la Seguridad Radiológica y Nuclear, Helsinki, Finlandia
Reiners, C.	Universidad de Essen, Essen, Alemania
Riaboukhine, G.I.	Organización Mundial de la Salud, Ginebra
Richardson, A.	Organismo de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, Estados Unidos de América
Rose, H.	General Mining, Metals and Minerals Ltd., Marshallstown, Sudáfrica
Sánchez, G.	Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina
Sandru, P.	Instituto de Física Atómica, Bucarest, Rumania
Sauer, W.	Confederación Internacional de Organizaciones Sindicales Libres, Viena
Scheffenegger, R.	Ministerio Federal de Sanidad, Deportes y Protección de los Consumidores, Viena, Austria
Schlesinger, T.	Centro de Investigaciones Nucleares de Soreq, Yavneh, Israel
Selby, J.	Richards Bay Minerals, Richards Bay, Sudáfrica

Seitz, G.	Asociación Internacional de la Seguridad Social, Colonia, Alemania
Shaw, K.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton, Reino Unido
Skvarca, J.	Ministerio de Salud, Buenos Aires, Argentina
Smith, H.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton, Reino Unido
Snihs, J.	Instituto Sueco de Protección Radiológica, Estocolmo, Suecia
Soman, S.D.	Junta de Reglamentación de la Energía Atómica, Bombay, India
Sonneck, M.	Centro Austriaco de Investigaciones de Seibersdorf, Austria
Sordi, G.	Instituto de Investigaciones Energéticas y Nucleares, Sao Paulo, Brasil
Soufi, I.	Centre National de l'Energie, des Sciences et des Techniques Nucléaires, Rabat, Marruecos
Steinhäusler, F.	Instituto de Física y Biofísica, Salzburgo, Austria
Suess, M.	Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud para Europa, Copenhague
Sugier, A.	Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, Francia
Sundell-Bergman, S.	Comisión Internacional de Sanidad Ocupacional, Solna, Suecia
Susanna, A.	Ente per le Nuove Tecnologie, L'Energia e l'Ambiente, Roma, Italia
Suyudi, S.	Organismo Nacional de Energía Atómica, Yakarta, Indonesia
Szepesi, T.	Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, Viena, Austria
Sztanyik, L.B.	Instituto Nacional de Investigaciones sobre Radiobiología y Radiohigiene, Budapest, Hungría
Tatah, B.	Ministère Délégué à la Recherche et à la Technologie, Argel, Argelia
Teunen, D.	Comisión de las Comunidades Europeas, Luxemburgo
Tscholakoff, D.	Krankenanstalt Rudolfstiftung, Viena, Austria

Tschurlovits, M.	Atominstitut der Österreichischen Universitäten, Viena, Austria
Uzunov, I.	Departamento de Física Atómica, Sofía, Bulgaria
Vanol, C.	Federatie Electriciteit en Gas, Confederación Mundial del Trabajo, Bruselas, Bélgica
Vasilev, G.	Centro Nacional de Radiología y Protección Radiológica, Sofía, Bulgaria
Vekic, B.	Zagreb, Croacia
Vélez, G.	Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina
Vereycken, H.	Centro Oncológico Dr. Daniel den Hoed, Rotterdam, Países Bajos
Volodin, V.	Organización Mundial de la Salud, Ginebra
Waight, P.	Organización Mundial de la Salud, Ginebra
Webb, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena
Wrixon, T.	Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton, Reino Unido
Wymer, D.	Cámara de Minería, Auckland Park, Sudáfrica
Yano, S.	Agencia para la Ciencia y la Tecnología, Chiyoda-ku, Japón
Yoshizawa, Y.	Asociación de Investigaciones sobre la Seguridad Nuclear, Tokio, Japón

APROBACION

Las Normas fueron aprobadas por una Reunión de Comité Técnico celebrada en el OIEA, Viena del 13 al 17 de diciembre de 1993.

PARTICIPANTES EN LA REUNION DE COMITE TECNICO (RCT) QUE APROBO LAS NORMAS,
OIEA, Viena, 13 a 17 de diciembre de 1993

SECRETARIA MIXTA

COORDINADOR (moderador de la RCT)	A. J. GONZALEZ, <i>Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena, Austria</i>
AEN/OCDE	O. ILARI, <i>Radiation Protection and Waste Management, AEN/OCDE, División de Seguridad Nuclear, Issy-les-Moulineaux, Francia</i>
FAO	E. BOUTRIF, <i>Servicio de Calidad y Normas Alimentarias, Dirección de Política Alimentaria y Nutrición, Organización para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia</i>
OIT	G.H. COPPEE y Valentina FORASTIERI, <i>Servicio de Seguridad e Higiene del Trabajo, Organización Internacional del Trabajo, Ginebra, Suiza</i>
OMS	G. P. HANSON, <i>Medicina de las radiaciones, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza</i>
OPS	C. BORRAS, <i>Sanidad Radiológica, Organización Panamericana de la Salud, Washington DC, Estados Unidos de América</i>
OIEA	G.A.M. WEBB, y W. BUSH, <i>Sección de Seguridad Radiológica, División de Seguridad Nuclear, Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena, Austria</i>

FUNCIONARIOS DE ENLACE

CIPR	D. J. BENINSON, <i>Miembro de la Comisión Principal, Comité 4</i> R.H. CLARKE, <i>Presidente de la Comisión Principal</i> J. DUNSTER, <i>Miembro de la Comisión Principal</i> H. JAMMET, <i>Miembro de la Comisión Principal</i>
CCE	D. TEUNEN

CARGOS DE LA REUNION

GRUPO DE TRABAJO 1	Presidente: D. J. BENINSON, <i>Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina</i>	RELATOR: R.M. CHATTERJEE, <i>Junta de Control de la Energía Atómica, Ottawa, Canadá</i>
GRUPO DE TRABAJO 2	Presidente: R.M. FRY, <i>Glebe, NSW, Australia</i>	RELADORES: R.E. BIBBINGS, <i>Congreso de los Sindicatos, Londres</i> P. FOSTER, <i>Confederación Internacional de Organizaciones Sindicales Libres (CIOSL), Harwell, Didcot, Oxon</i>
GRUPO DE TRABAJO 3	Presidente: A. SUGIER, <i>C.E.N. Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, Francia</i>	RELATOR: W. KRAUS, <i>Bundesamt für Strahlenschutz, Berlín, Alemania</i>
GRUPO DE TRABAJO 4	Presidente: R. GORSON, <i>Colorado, Estados Unidos de América</i>	RELATOR: J. LINIECKI, <i>Academia de Medicina de Lodz, Polonia</i>
GRUPO DE TRABAJO 5	Presidente: L.E. ECHAVARRI, <i>Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, España</i>	RELATOR: D.A. COOL, <i>Departamento de Protección Radiológica y Efectos en la Salud, Comisión de Reglamentación Nuclear, Washington DC, Estados Unidos de América</i>
GRUPO DE TRABAJO 6	Presidente: A.C.B. RICHARDSON, <i>Agencia para la protección del medio ambiente, Washington DC, Estados Unidos de América</i>	RELATOR: S.L. CRESWELL, <i>División de Seguridad Nuclear, Servicio Ejecutivo de Sanidad y Seguridad, Baynards House, Londres, Reino Unido</i>
GRUPO DE ESTUDIO SOBRE LAS NOCIONES FUNDAMENTALES DE SEGURIDAD RADIOLOGICA	Presidente: R.H. CLARKE, <i>Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton, Reino Unido</i>	RELATOR: R. CUNNINGHAM, <i>División de Seguridad Nuclear Industrial y Médica, Oficina de Seguridad y Salvaguardias de los Materiales Nucleares, Comisión de Reglamentación Nuclear, Washington DC, Estados Unidos de América</i>

PARTICIPANTES NOMBRADOS POR ESTADOS MIEMBROS

ALEMANIA *BURKART, K., Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe*
KRAUS, W., Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin

ARABIA SAUDITA *AL-MARSHAD, A., Instituto de Investigaciones sobre la Energía Atómica, Ciudad Rey Abdulaziz para la Ciencia y la Tecnología (KACST), Riad*
BAGHAZI, A., Instituto de Investigaciones sobre la Energía Atómica, Ciudad Rey Abdulaziz para la Ciencia y la Tecnología (KACST), Riad

ARGELIA *DJEFFAL, S., Centre de Radioprotection et de Sûreté (CRS), Argel*

ARGENTINA *BENINSON, D., Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires*
SKVARCA, J., Protección Radiológica, Ministerio de Salud, Buenos Aires
VELEZ, G., Sociedad Argentina de Física Médica, Hospital San Roque, Córdoba

AUSTRALIA *BODKIN, R., Energy Resources of Australia Ltd., Sydney*
FRY, R.M., Glebe, NSW
LOKAN, K.H., Laboratorio Australiano de Radiología, Melbourne
MASON, G.C., Laboratorio Australiano de Radiología, Melbourne

AUSTRIA *HEFNER, A., Forschungszentrum Seibersdorf*
NISHIWAKI Y., OIEA
SZEPESI, T., Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, Viena
TSCHURLOVITS, M., Atominstitut der Österreichischen Universitäten, Viena

BANGLADESH *KAZI, O., Comisión de Energía Atómica de Bangladesh, Dhaka*

BELARUS *KENIGSBERG, J.E., Clínica de Radiomedicina, Minsk*

BELGICA *DEBAUCHE, A., Services de Sécurité de l'Institut National des Radioéléments, Zone industrielle, Fleurus*
GOVAERTS, P., SCK/CEN, Centro de Investigaciones Nucleares de Bélgica, Boeretang, Mol-Donk

BRASIL *SORDI, G., Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN, Sao Paulo*

BULGARIA *CHRISTOVA, M., Centro Nacional de Radiología y Protección Radiológica, c/o Comité para la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos*
YANEV, Y., 1574 Sofia

CANADA *BOND, J., Sociedad de Energía Atómica del Canadá, Laboratorios Nucleares de Chalk River, Chalk River*
CHATTERJEE, R., Junta de Control de la Energía Atómica, Ottawa
MEADLEY, T., Uranium Saskatchewan Ass. Inc. Saskatoon

CROACIA *NOVOSEL, N., Ministerio de Economía, Zagreb*
VEKIC, B., Ministerio de Industria, Zagreb

CUBA	<i>QUEVEDO GARCIA, J., c/o Representante residente del PNUD, Nueva York, Estados Unidos de América</i>
CHILE	<i>FERRUZ CRUZ, P., Comisión Chilena de Energía Nuclear, Santiago</i>
CHINA	<i>LI, D., Instituto Chino de Protección Radiológica, Beijing</i>
CHIPRE	<i>DEMETRIADES, P., Departamento de Trabajo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Nicosia</i>
ECUADOR	<i>BUITRON SANCHEZ, S., Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, Ecuador</i>
ESLOVENIA	<i>ARH, S., Administración Eslovena de Seguridad Nuclear, Liubliana</i> <i>FORTUNA, T., Instituto de Seguridad Ocupacional, Liubliana</i> <i>KANDUC, M., Instituto de Seguridad Ocupacional, Liubliana</i> <i>KUHAR, B., Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu, Liubliana</i> <i>MARTINCIC, R., Instituto Josef Stefan, Liubliana</i>
ESPAÑA	<i>CANCIO, D., Ministerio de Industria y Energía, Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, (C.I.E.M.A.T.), Madrid</i> <i>CARMENA SERVERT, D., AMYS, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid</i> <i>ECHAVARRI, L., Comisionado, Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid</i> <i>IGNACIO, D., AMOR, Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid</i> <i>O'DONELL, D., Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid</i> <i>PLACER, A., Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid</i> <i>TORROBA, D., Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid</i>
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	<i>COOL, D., Comisión de Reglamentación Nuclear, Washington DC</i> <i>CUNNINGHAM, R., Seguridad Radiológica y de los Materiales Nucleares, Oficina de Materiales Nucleares, Comisión de Reglamentación Nuclear, Washington DC</i> <i>GORSON, R., Boulder, Colorado</i> <i>PARSONS, E., Proyecto de Protección Radiológica, Grupo de Ecología Científica, Platteville</i> <i>RABOVSKY, J., U.S. Departamento de Energía de los ESTADOS UNIDOS., DOE, Washington</i>
FINLANDIA	<i>RANNIKKO, S., Centro Finlandés de Seguridad Radiológica y Nuclear, Helsinki</i>

FRANCIA	CHAPUIS, IPSN, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses
	DESPRES, A., Institut de Protection et Sûreté Nucléaire, Centre d'Etudes Nucléaires Fontenay-aux-Roses
	JAMMET, H., CIPR, Fontenay-aux-Roses
	QUENIART, D., C.E.N. IPSN, Fontenay-aux-Roses Cedex
	PIECHOWSKI, Ministère des Affaires Sociales de la Santé et de la Ville, Direction Générale de la Santé, Paris
	SUGIER, A., C.E.N., Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses Cedex
GEORGIA	MANJGALADZE, G., Instituto de Radiología de Georgia
	SHAVDIA, N., Físico Sanitario Nacional Jefe de la República
GHANA	JOHNSON, Comisión de Energía Atómica de Ghana, Legon-Accra
	SCHANDORF, C., Junta de Protección Radiológica, Comisión de Energía Atómica de Ghana, Legon-Accra
GUATEMALA	ALVAREZ, F., Dirección Nacional de Energía Nuclear (DGEN), Código
HUNGRIA	SZTANYIK, L., Instituto Nacional de Investigación sobre Radiología y Radiohigiene, Budapest
INDIA	KRISHNAMONY, S., Centro de Investigaciones Atómicas Bhabha, Bombay
INDONESIA	AKHADI, U., CSRSR - NAEA, Yakarta
IRLANDA	CUNNINGHAM, J., Instituto Irlandés de Protección Radiológica, Dublín
ISRAEL	LITAI, D., Comisión de Energía Atómica de Israel, Tel-Aviv
	SCHLESINGER, T., Centro de Investigaciones Nucleares de Soreq, Yavneh
ITALIA	FRULLANI, S., Istituto Superiore delle Sanità, Roma
	SUSANNA, A., Direzione per la Sicurezza Nucleare e Protezione Sanitaria, ENEA-DISP Roma
JAPON	ABE, K., Instituto de Investigaciones de Tokai, Instituto Japonés de Investigaciones sobre la Energía Atómica (JAERI), Tokai-mura, Naka-gun
	IIJIMA, T., Sociedad de Tecnología Nucleoeléctrica (NUPEC) Tokio
	ISHIGURO, H., Sociedad Constructora de Reactores de Potencia y Combustible Nuclear (PNC), Tokio
	KOGA, S., Universidad de la Salud Fujita, Escuela de Medicina, Aichi-ken
	KUSAMA, T., Facultad de Medicina, Universidad de Tokio
	MIZUSHITA, S., Instituto Japonés de Investigaciones sobre la Energía Atómica (JAERI), Tokai-mura
	OMORI, T., División de Asuntos Generales, Oficina de Política Sanitaria, Ministerio de Sanidad y Bienestar, Tokio
	YANO, H., Oficina de Seguridad Nuclear, Agencia para la Ciencia y la Tecnología, Tokio

KIRGUISTAN	NORUZBAYEV, K., Bishkek
KUWAIT	BAKIR, Y., Ministerio de Sanidad, Estado de Kuwait, Golfo Pérsico
MEXICO	MUÑOZ, V., Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Centro de Metrología de Radiaciones Ionizantes, México, D.F. ORTIZ MAGANA, R., Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) México, D.F.
NIGERIA	ORESEGUN, Servicio Federal de Protección Radiológica, (FRPS) Universidad de Ibadán
NORUEGA	SAXEBOL, G., Organismo Noruego de Protección Radiológica, Osteras
PAKISTAN	AFSAR, M., Comisión de Energía Atómica del Pakistán, Islamabad
POLONIA	LINIECKI, J., Departamento de Medicina Nuclear, Academia de Medicina de Lodz, Lodz MERTA, A., Agencia Nacional de Energía Atómica, Varsovia MUSIALOWICZ, T., Laboratorio Central de Protección Radiológica, Varsovia
REINO UNIDO	CLARKE, R., Junta Nacional de Protección Radiológica, Oxon CRESWELL, S., Inspección de Instalaciones Nucleares, Londres COATES, R., British Nuclear Fuels Limited, Warrington, Cheshire SHAW, K., Junta Nacional de Protección Radiológica, Oxon
REP. CHECA	KUNZ, E., Instituto Nacional de Sanidad Pública, Praga
REP. DE COREA	NA, S., Instituto Coreano de Seguridad Nuclear, Taejeon
REP. ESLOVACA	GAAL, P., Organismo de Reglamentación Nuclear, Bratislava JURINA, Organismo de Reglamentación Nuclear, Bratislava NIKODEMOVA, D., Instituto de Medicina Preventiva y Clínica, Bratislava SENOVSKA, Z., Organismo de Reglamentación Nuclear, Bratislava VRABCEK, P., Organismo de Reglamentación Nuclear, Bratislava
RUMANIA	GHILEA, S., Comisión Nacional de Control de las Actividades Nucleares, Bucarest
RUSIA	BULDAKOV, L., Instituto de Biofísica, Ministerio de Sanidad, Moscú ILYIN, L., Instituto de Biofísica, Ministerio de Sanidad, Moscú, Federación de Rusia KUTKOV, V., Junta Rusa de Protección Radiológica, Moscú LYSTSOV, V., Ministerio del Medio Ambiente, Moscú PANFILOV, A., Comité de Seguridad, Ministerio de Energía Atómica de la Federación Rusa, Moscú RAMZAEV, P., Comité Estatal de Control Sanitario, San Petersburgo
SANTA SEDE	HEFNER, A., Forschungszentrum Seibersdorf, Austria

SUDAFRICA	<i>OLIVIER, H., Departamento de Sanidad Nacional y Desarrollo Demográfico, Dirección de Control Radiológico, Bellville</i> <i>ROSE, H., GENMIN General Mining, Marshalltown</i> <i>SELBY, J., General Manager - Technical Richards Bay Minerals, Richards Bay</i> <i>WYMER, D., Cámara de Minería de Sudáfrica, Marshalltown</i>
SUECIA	<i>SNIHS, J., Instituto Sueco de Protección Radiológica, Estocolmo</i> <i>SUNDELL BERGMAN, I., Instituto Sueco de Protección Radiológica, Estocolmo</i>
SUIZA	<i>MICHAUD, B., Office fédéral de la santé publique, Berna</i>
TAILANDIA	<i>PONGPAT, F., División de Física Médica, Oficina de la Energía Atómica para la Paz, Bangkok</i>
TURQUIA	<i>ÖZERDEN, Ö., Organismo Turco de Energía Atómica, Ankara</i>
VENEZUELA	<i>TRUJILLO, I., Caracas</i>

PARTICIPANTES NOMBRADOS POR ORGANIZACIONES

AIPR	<i>METCALF, P., Departamento de Normalización y Protección Radiológica, Consejo de Seguridad Nuclear, Heenopsmeer, República de Sudáfrica</i>
AISS	<i>SEITZ, G., Asociación Internacional de Seguridad Social (AISS), Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Techn.Referat Strahlenschutz, Colonia, Alemania</i>
CCE	<i>TEUNEN, D., Luxemburgo</i>
CIOSL	<i>FOSTER, P., Public Services International, AEA Technology, Confederación Internacional de Organizaciones Sindicales Libres (CIOSL), Oxon, Reino Unido</i>
CIPR	<i>DUNSTER, H., Comisión Internacional de Protección Radiológica, Oxon</i>
CMT	<i>VANMOL, C., Federatie Electriciteit en Gas (FEG), Confederación Mundial del Trabajo (CMT), Bruselas, Bélgica</i> <i>VAN PASSEN, Confederación Mundial del Trabajo, Bruselas, Bélgica</i>
COMISION DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL ESPA- CIO ULTRA- TERRESTRE	<i>LALA, P., Sede del CIV, Viena</i>
INSTITUTO DEL URANIO	<i>TAYLOR, M., Instituto del Uranio, Londres, Reino Unido</i>
ISO	<i>BECKER, K., Secretaría de ISO/TC 85, DIN-Deutsches Institut für Normung, Berlín</i>
OIT	<i>BIBBINGS, R., Departamento de Seguridad Social e Industria, Congreso de los Sindicatos, Londres</i> <i>PARSONS, E., Proyecto de Protección Radiológica, Grupo de Ecología Científica, Platteville</i>
SAGSTRAM	<i>SHAW, K., Junta Nacional de Protección Radiológica, Chilton, Didcot</i>

LAS ORGANIZACIONES PATROCINADORAS

LAS ORGANIZACIONES PATROCINADORAS

El objetivo de la AEN/OCDE es fomentar el desarrollo de la producción y aplicaciones de la energía nuclear con fines pacíficos mediante la cooperación entre los países participantes y la armonización de las medidas adoptadas a nivel nacional. Una de las principales misiones de la AEN es contribuir a la promoción, por parte de las autoridades nacionales competentes, de la protección de los trabajadores y el público contra los peligros de las radiaciones ionizantes y a la conservación del medio ambiente, así como contribuir a la promoción de la seguridad de las instalaciones y materiales nucleares por parte de las autoridades nacionales competentes. Para cumplir estas funciones la AEN se sirve de los comités técnicos permanentes siguientes: Comité de Protección Radiológica y Sanidad Pública (CPRSP); Comité de Seguridad de las Instalaciones Nucleares (CSIN); Comité de Actividades de Reglamentación Nuclear (CARN); Comité de Gestión de Desechos Radiactivos (CGDR). En particular, el CPRSP ofrece un marco para el intercambio de experiencia en cuestiones de normativa de protección radiológica, somete todas las actividades de la AEN a examen desde el punto de vista de la protección radiológica y la sanidad pública, promueve el establecimiento de normas de protección radiológica y la determinación de datos conexos, e impulsa los estudios y las actividades conjuntas de cooperación en diversas esferas relativas a la protección de los trabajadores y los miembros del público.

El OIEA se creó en 1957. Su Estatuto le asigna el objetivo de procurar acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. Una de las funciones del Organismo es "establecer o adoptar, en consulta, y cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad (inclusive normas de seguridad sobre las condiciones de trabajo), y proveer a la aplicación de estas normas a sus propias operaciones, así como a las operaciones en las que se utilicen los materiales, servicios, equipo, instalaciones e información suministrados por el Organismo, o a petición suya o bajo su control o dirección; y a proveer a la aplicación de estas normas, a petición de las partes, a las operaciones que se efectúen en virtud de cualquier arreglo bilateral o multilateral, o, a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la energía atómica". Además, con respecto a cualquier proyecto del Organismo, o a otro arreglo en el cual las partes interesadas soliciten del Organismo que aplique salvaguardias, el Organismo tiene el derecho y la responsabilidad, en cuanto se relacione con el proyecto o arreglo, de "exigir la observancia de cualesquier medidas de protección de la salud y de seguridad prescritas por el Organismo" y "enviar al territorio del Estado o de los Estados beneficiarios a inspectores ... para determinar si se observan [dichas] medidas de protección de la salud y de seguridad". La finalidad de las presentes Normas es, entre otras, facilitar al Organismo el cumplimiento de estas funciones, derechos y responsabilidades.

La FAO fue creada en 1945 en sustitución del Instituto Internacional de Agricultura. Uno de sus objetivos es asegurar mayor eficacia en la producción y distribución de productos alimenticios y agrícolas. Las principales funciones de la FAO son: ejecutar grandes programas de asesoramiento y asistencia técnicos al mundo de la agricultura; acopiar, analizar y difundir información; asesorar a los Gobiernos en cuestiones de

política y planificación; finalmente, ofrecer a los Gobiernos y expertos ocasiones de reunirse y analizar temas relativos a la agricultura y la alimentación. Por diversos conductos oficiales y extraoficiales, la FAO presta a los Gobiernos de sus Estados Miembros asesoramiento y asistencia sobre todos los aspectos de la producción, distribución y consumo de alimentos y productos agrícolas en consonancia con las necesidades existentes. En 1962, la FAO y la OMS constituyeron la Comisión del Codex Alimentarius, con los siguientes objetivos: proteger la salud de los consumidores y velar por la existencia de prácticas satisfactorias en el comercio de alimentos, promover la coordinación de todos los trabajos e iniciativas en materia de normas alimentarias que realicen las organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales, establecer prioridades y emprender y orientar la elaboración de un proyecto de normas con la colaboración y ayuda de las organizaciones apropiadas y publicar esas normas en forma de Codex Alimentarius, así como enmendar las normas publicadas tras examinar atentamente la evolución de la situación. Los principales temas de interés para la FAO en las presentes Normas son los relacionados con el Codex Alimentarius y las contramedidas en agricultura, en caso de accidente que implique exposición a radiaciones.

La OIT fue fundada en 1919, en virtud del Tratado de Versalles, para procurar la concertación de los Gobiernos, empleadores y sindicatos con miras a la unidad de acción por la causa de la justicia social y de mejores condiciones de vida generales. Es una organización tripartita en la que los representantes de los trabajadores y los empleadores participan en igualdad de condiciones con los de los Gobiernos. La OIT era un elemento autónomo de la Sociedad de Naciones y en 1946 se convirtió en el primer organismo especializado vinculado a las Naciones Unidas. Una de las misiones confiadas a la OIT, según reza el Preámbulo de su Constitución, es la protección del trabajador contra las afecciones, enfermedades y lesiones derivadas del empleo. Una característica muy importante de la Organización Internacional del Trabajo, aparte de su estructura tripartita, es su actividad de establecimiento de normas. Alrededor de 60 convenios y recomendaciones internacionales tienen por tema la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales. En 1949 la OIT publicó un conjunto de normas prácticas internacionales de protección radiológica, que se revisaron y ampliaron considerablemente en 1957 y se incorporaron al documento "Manual of Industrial Radiation Protection", elaborado por dicha organización. En 1960, la Conferencia Internacional del Trabajo aprobó el Convenio sobre protección contra las radiaciones (Núm. 115) y la recomendación correspondiente (Núm. 114). Dicho convenio es de aplicación a todas las actividades que implican exposición de los trabajadores a las radiaciones ionizantes durante el trabajo y establece que deberán adoptarse todas las medidas apropiadas para asegurar la protección eficaz de los trabajadores, cuenta habida del estado actual de los conocimientos. La mencionada recomendación añade que han de tenerse debidamente en cuenta las recomendaciones formuladas cada cierto tiempo por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, y las normas adoptadas por otras organizaciones competentes. En 1986, el Consejo de la OIT aprobó la publicación de un código de práctica para la protección radiológica de los trabajadores (radiaciones ionizantes) que ofrece orientación práctica sobre la ejecución de un programa de protección radiológica a nivel de la empresa y tiene en cuenta las disposiciones prescritas en las Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica (1982). Hay otras normas laborales internacionales de la OIT que son también de importancia para la protección de los trabajadores contra las radiaciones ionizantes, en particular un convenio y recomendación sobre enfermedades cancerosas

profesionales (1974), un convenio y recomendación sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruidos y vibraciones, 1977), y una lista de enfermedades profesionales, que figura como apéndice del Convenio sobre prestaciones en caso de accidentes de trabajo (1964).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), organismo especializado de las Naciones Unidas, tuvo su origen en una propuesta formulada en la Conferencia de las Naciones Unidas, celebrada en San Francisco en 1945, pidiendo la creación de un organismo especializado encargado de todas las cuestiones relativas a la salud. La Constitución de la OMS entró en vigor el 7 de abril de 1948, la primera Asamblea Mundial de la Salud se reunió en Ginebra en junio de 1948, y la organización quedó establecida con carácter permanente el 1 de septiembre de 1948. Sus actividades se realizan por medio de tres órganos: la Asamblea Mundial de la Salud, instancia suprema a la que todos los Estados Miembros envían delegados; el Consejo Ejecutivo, órgano ejecutivo de la Asamblea de la Salud; la Secretaría, encabezada por el Director General. Por medio de esta organización, los profesionales de la salud de casi 180 países intercambian conocimientos y experiencia con el fin de hacer posible que todos los ciudadanos del mundo consigan un grado de salud que les permita llevar una vida social y económicamente productiva. La OMS desarrolla su labor con una estructura orgánica descentralizada; tiene su sede en Ginebra y seis oficinas regionales --África, América, Europa, Mediterráneo oriental, Pacífico occidental y sudeste de Asia-- más oficinas locales en muchos países. Para cumplir su misión, la OMS cuenta con su plantilla multinacional de funcionarios y, además, recurre a actividades de cooperación con otras organizaciones internacionales, a sus centros colaboradores, sus grupos de expertos asesores y diversas organizaciones científicas y profesionales no gubernamentales entre las que figuran la Sociedad Internacional de Radiología, la Sociedad Internacional de Radiógrafos y Técnicos de Radiología y la Organización Internacional de Física Médica. Por medio de la cooperación técnica directa con sus Estados Miembros, e impulsando dicha cooperación entre ellos, la OMS fomenta el desarrollo de amplios servicios de sanidad, la prevención y control de las enfermedades, la mejora de las condiciones ambientales, el perfeccionamiento de los recursos de personal en la esfera de la salud, la coordinación y desarrollo de las investigaciones sobre biomedicina y servicios sanitarios, y la elaboración y ejecución de programas de sanidad. En la esfera radiológica, los temas de interés para la OMS son las aplicaciones de la radiación en medicina y la higiene radiológica.

La OPS, fundada en 1902, inició sus actividades de sanidad radiológica en los años 50, prestando especial atención a los aspectos de la radiación relacionados con la sanidad pública y concediendo becas para la formación de médicos y otros profesionales en las aplicaciones médicas de las radiaciones. Como resultado de las diversas actividades originadas por el empleo pacífico de la energía nuclear en los Estados Miembros, en 1960 se creó, a nivel regional, una unidad de protección radiológica. Los objetivos de la misma eran alentar a los servicios nacionales de sanidad a establecer procedimientos y reglamentos y adoptar normas internacionales de protección radiológica en relación con las aplicaciones de los rayos X y los radisótopos, y también con la evacuación de desechos radiactivos; promover la enseñanza de la física radiosanitaria, la radiobiología y la protección radiológica básicas en escuelas de medicina, odontología, veterinaria, sanidad pública y otras disciplinas profesionales, y fomentar las aplicaciones de los radisótopos con fines de diagnóstico, terapia e investigación. Las actividades de sanidad radiológica de la OPS abarcan todos los aspectos del diagnóstico por

imagen, la radioterapia y la medicina nuclear, incluida la protección radiológica. Se prestan servicios consultivos en: planificación de servicios radiológicos, que incluye: diseño de blindajes, especificación, selección, pruebas de aceptación, mantenimiento y reparación de equipo radiológico, examen de los procedimientos radiológicos diagnósticos y terapéuticos, calibración de haces de radiación para diagnóstico y tratamiento, dosimetría física y clínica, evacuación de desechos radiactivos en instalaciones médicas, establecimiento y ejecución de programas de garantía de calidad, accidentes que impliquen exposición a radiaciones, y preparación para tales emergencias. Las actividades educativas comprenden la organización y participación en cursos, talleres y seminarios, la publicación y difusión de documentos y programas audiovisuales relativos a las radiaciones, y el intercambio de información sobre programas de capacitación.