
LEYES, REGLAMENTOS, DECRETOS Y RESOLUCIONES DE ORDEN GENERAL

Núm. 43.009

Viernes 23 de Julio de 2021

Página 1 de 1

Normas Generales

CVE 1981278

MINISTERIO DE ENERGÍA

Comisión Chilena de Energía Nuclear

EXTRACTO DE RESOLUCIÓN N° 51 EXENTA (DISNR), DE 2021

I. Extracto de resolución exenta (DISNR) N° 51/2021, del 7 de julio de 2021, que:

- Aprueba norma de seguridad NS-06.0 "Requerimientos de seguridad para laboratorios de alta radiotoxicidad, con fines de medicina nuclear".

II. El texto íntegro de esta resolución está publicado en la página web de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, sitio web: <http://www.cchen.cl>.

III. La entrada en vigencia de la resolución exenta (DISNR) N° 51/2021 será desde la fecha de publicación en el Diario Oficial.

Santiago, 19 de julio de 2021.- Jaime Salas Kurte, Director Ejecutivo, Comisión Chilena de Energía Nuclear.



**RESOLUCIÓN EXENTA (DISNR) N° 051/2021
Santiago, 7 de julio de 2021**

**APRUEBA NORMA DE SEGURIDAD NS-06.0
“REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA
LABORATORIOS DE ALTA RADIOTOXICIDAD, CON
FINES DE MEDICINA NUCLEAR”.**

VISTOS: La Ley N° 16.319, que crea la Comisión Chilena de Energía Nuclear; la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de Administración del Estado, la Ley N° 18.302, de Seguridad Nuclear; la Ley N° 19.880, que establece Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los actos de los Órganos de la Administración del Estado; el Decreto Supremo N° 133/1984, del Ministerio de Salud que aprueba el Reglamento sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines; la Resolución Exenta N° 368 de 25 de abril de 2014, de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, que establece la delegación de facultades por parte del Consejo Directivo al Director Ejecutivo de la Institución y la Resolución Exenta N° 7 de 2019, de la Contraloría General de la República, sobre exención del trámite de Toma de Razón;

CONSIDERANDO:

Que la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) es el servicio público creado para efectuar la regulación, la autorización, la supervisión, el control y la fiscalización de las actividades relacionadas con las instalaciones y las sustancias nucleares y materiales radiactivos que se utilicen en ellas, como de su transporte, su importación y exportación.

Que es facultad de la Comisión dictar las normas referentes a las Instalaciones Radiactivas de Primera Categoría y las actividades relacionadas con los usos pacíficos de la energía nuclear, con el objeto de proveer protección a la salud, la seguridad y el resguardo a las personas, los bienes y el medio ambiente.

RESUELVO:

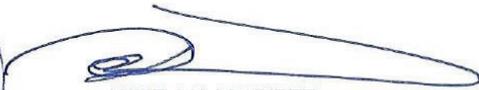
APROBAR la **NORMA DE SEGURIDAD NS-6.0 “REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA LABORATORIOS DE ALTA RADIOTOXICIDAD, CON FINES DE MEDICINA NUCLEAR”**, cuyo texto se entiende formar parte integrante de la presente Resolución, para todos los efectos legales.

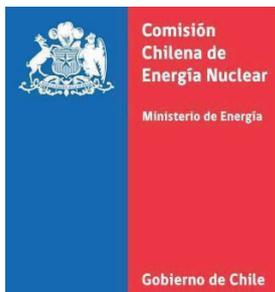
ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



CCE/AMGS
Distribución:
- DISNR




JAIME SALAS KURTE
Director Ejecutivo
Comisión Chilena de Energía Nuclear



COMISIÓN CHILENA DE ENERGÍA NUCLEAR

REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA LABORATORIOS DE ALTA RADIOTOXICIDAD, CON FINES DE MEDICINA NUCLEAR

**NORMA DE SEGURIDAD
NS-06.0**



INTRODUCCIÓN

Diversos ámbitos de nuestra sociedad, en Chile y el mundo, reciben, diariamente, los beneficios provenientes del uso de las radiaciones ionizantes, en salud, industria, medioambiente y otros diversos dominios. Estas contribuciones, presentes por décadas en nuestro país, requieren ser entregadas bajo los más estrictos estándares de seguridad, por quienes tienen la responsabilidad de su realización.

La ley 18.302, Ley de Seguridad Nuclear, comprende todas las actividades relacionadas con los usos pacíficos de la energía nuclear y con otras instalaciones y las sustancias nucleares y materiales radiactivos que se utilicen en ellas, como de su transporte, con el objeto de proveer a la protección de la salud, la seguridad y el resguardo de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Compete a la Comisión Chilena de Energía Nuclear (en adelante, la Comisión) la autorización, el control y la prevención de riesgos respecto de las instalaciones nucleares, instalaciones radiactivas que se encuentren dentro de una instalación nuclear, así como de instalaciones radiactivas declaradas de primera categoría. En caso de las instalaciones radiactivas de primera categoría, las disposiciones que rigen su funcionamiento corresponden a aquellas establecidas en el ordenamiento jurídico nuclear y radiológico que rige en nuestro país. A continuación, se señalan requisitos, de carácter general, aplicables a los titulares de tales instalaciones.

1. Las instalaciones radiactivas de primera categoría no podrán funcionar sin autorización previa de la Comisión.
2. Las instalaciones radiactivas de primera categoría requerirán autorización de construcción, operación y cierre.
3. El titular de una instalación radiactiva será siempre responsable de la seguridad de su emplazamiento, puesta en servicio, funcionamiento y cierre temporal o definitivo, sin perjuicio de la responsabilidad que pudiera afectar al personal que se desempeña en dicha instalación.
4. Las instalaciones radiactivas deberán preparar y mantener planes de emergencia, revisados y aprobados por la Comisión.
5. El titular siempre será responsable de la protección física de las instalaciones, sin perjuicio de la responsabilidad que pudiera afectar al personal que se desempeña en éstas.
6. Cualquier modificación prevista al diseño de una instalación deberá ser notificada a la Comisión, para su consideración y correspondiente autorización. Para efectos de la presente norma, se entenderá por modificación cualquier cambio de tipo estructural, en el flujo de material radiactivo, carga de trabajo o inventario de actividad, señalados en el diseño radiológico original de la instalación.
7. El incumplimiento de las disposiciones señaladas en la presente norma será objeto de las sanciones establecidas en la Ley N° 18.302, según el procedimiento allí establecido.

LISTA DE REVISIONES

Versión inicial

NS-06.0

julio de 2021



TABLA DE CONTENIDOS

A. OBJETIVO	4
B. ALCANCE	4
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	5
1.1 GLOSARIO	5
1.2 ORDENAMIENTO JURÍDICO NUCLEAR Y RADIOLÓGICA	7
1.3 REQUISITOS GENERALES APLICABLES A INSTALACIONES RADIATIVAS DE PRIMERA CATEGORÍA	7
1.3.1 De las responsabilidades del titular	7
1.3.2 De la protección radiológica	8
1.3.3 De las fuentes de radiaciones ionizantes	9
1.3.4 De otras medidas de cumplimiento	9
1.3.5 De los requisitos generales de diseño	10
1.3.6 De las limitaciones de dosis de diseño	10
CAPÍTULO 2: REQUISITOS APLICABLES A INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR	11
2.1 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO	11
2.1.1 De las instalaciones físicas	11
2.1.2 De la infraestructura	11
2.2 DE LOS REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO	13
2.2.1 Autorización de construcción	13
2.2.2 Autorización de operación	14
2.2.3 Autorización de cierre	15
2.3 DE LOS REQUISITOS DE OPERACIÓN	15
2.3.1 De las personas	16
2.3.2 De los procedimientos operacionales	16
2.3.3 De los sistemas, equipos y componentes	18
2.3.4 De las medidas de seguridad radiológica	18
2.3.5 De la gestión de la contaminación radiactiva	19
2.3.6 De los registros	20
ANEXOS	21



A. OBJETIVO

La presente norma establece requisitos de seguridad radiológica aplicables al diseño, operación y cierre de laboratorios de alta radiotoxicidad, que utilicen material radiactivo, con fines de medicina nuclear.

B. ALCANCE

La presente norma es aplicable a:

- a) Instituciones que posean o proyecten instalar laboratorios de alta radiotoxicidad, donde se almacene y manipule alguno de los materiales radiactivos incluidos en los grupos 1 y 2, presentados en ANEXO A¹, con fines de medicina nuclear diagnóstica y/o terapéutica.
- b) Instituciones que posean o proyecten utilizar materiales radiactivos, pertenecientes a los grupos 3 y 4 de ANEXO A, junto a alguno de los materiales incluidos en los grupos 1 y 2.

¹ MW Carter, P Burns and L Munslow-Davies, 1993. Technical Memorandum 38. Radiotoxicity hazard classification – the basis and development of a new list.



CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 GLOSARIO

En general, las expresiones y términos asociados a la Protección Radiológica que aparecen en el texto del presente documento, corresponden a las definiciones que se establecen en el Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA².

Otros términos específicos de esta Norma se definen a continuación.

Accidente: Acontecimiento imprevisto que provoca daños a una instalación o una perturbación en su funcionamiento y que puede implicar, para una o más personas, recibir una dosis superior a los límites reglamentarios.

Activímetro: Equipo utilizado para medir la actividad del material radiactivo.

Bulto: El embalaje con su contenido radiactivo tal como se presenta para el transporte.

Contaminación superficial: Presencia no deseada de actividad en superficie, de tipo fijo o removible.

Detector de radiación ionizante: Dispositivo utilizado para la detección de radiación ionizante y cuantificación de magnitudes de protección radiológica.

Dispensa: La eliminación de desechos radiactivos, conforme a criterios definidos por la Comisión, de todo control regulatorio, para efectos de la protección radiológica ulterior respecto de materiales radiactivos o de objetos radiactivos utilizados en instalaciones y prácticas autorizadas.

Emergencia: Situación o suceso no ordinario, que requiere la pronta aplicación de medidas, principalmente para mitigar un peligro o las consecuencias adversas para la vida, la salud y los bienes de las personas o para el medio ambiente.

Estructuras, sistemas y componentes: Término que, en el contexto de la seguridad radiológica, abarca todos los elementos de una instalación o actividad que contribuyen y cumplen funciones de protección y seguridad tecnológica, con excepción de los factores humanos. Se entenderá por estructura a aquellas barreras que permiten atenuar las radiaciones ionizantes y, por sistemas y componentes, al equipamiento y elementos de apoyo al diseño estructural de la instalación, que contribuyen a su funcionamiento y al manejo seguro del material radiactivo (ej. Sistema de gestión de aire, filtros, instrumentación, equipamiento, sistemas de vigilancia remota y control de acceso, etc.)

Exposición planificada: Es una situación de exposición que surge a raíz de la utilización de una instalación o material radiactivo en condiciones normales de funcionamiento.

Exposición potencial: Exposición que no se prevé que se produzca con certeza, pero que puede ser resultado de un incidente operacional no previsto o un accidente atribuible a errores de operación, fallo de equipos o bien situaciones de intromisión.

² ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA, STI/PUB/1290, OIEA, Viena (2007)



Incidente: Acontecimiento imprevisto que implica proximidad a la situación de accidente y que tiene escasa trascendencia, si tiene alguna, fuera del emplazamiento de la instalación.

Mantenimiento: Conjunto de medidas preventivas y correctivas, tanto administrativas como técnicas, necesarias para identificar, prevenir y/o mitigar la degradación de una estructura, sistema, componente o equipo y restaurar a un nivel aceptable las funciones de diseño de éstos.

Material radiactivo: Cualquier material que contenga una actividad específica mayor o igual que dos milésimas de microcurio por gramo (74 Bq/g).

Medicina Nuclear: Especialidad médica en la que se emplea material radiactivo en seres vivos, con fines terapéuticos y/o diagnóstico.

Trabajador (a) ocupacionalmente expuesto (a): Aquel o aquella que se desempeña en las instalaciones radiactivas, manipule material radiactivo u opere equipos generadores de radiación ionizante.

Práctica radiológica: Término utilizado para definir el uso o aplicación de una instalación radiactiva de primera categoría.

Radionucleidos: Núcleos que, al desintegrarse espontáneamente, emiten radiación ionizante.

Remesa: Cualquier bulto o bultos o carga de materiales radiactivos que presente un remitente para su transporte.

Seguridad: Logro de condiciones de funcionamiento adecuado para la prevención de incidentes o accidentes o, en su defecto, mitigación de sus consecuencias, cuyo resultado es la protección de las personas y el medio ambiente, frente a riesgos causados por la radiación ionizante.

Señal de seguridad: señal que, por la combinación de una forma geométrica, de un color y de un símbolo, forman una indicación determinada, dirigida a la seguridad. La señal de seguridad puede, además, llevar un texto (letras, palabras o cifras).

Símbolo de seguridad: imagen simple que tiene por objeto indicar gráficamente el significado de la señal de seguridad.

Vigilancia radiológica: Conjunto de medidas y acciones tendientes a controlar el cumplimiento y evaluar la eficacia del programa de protección radiológica operacional de una instalación radiactiva.

Zona controlada: Es un área definida en que se requieren o podrían requerirse medidas de protección y disposiciones de seguridad específicas para: a) controlar las exposiciones normales o prevenir la propagación de la contaminación en condiciones de trabajo normales; y b) prevenir o limitar la magnitud de exposiciones potenciales.



1.2 ORDENAMIENTO JURÍDICO NUCLEAR Y RADIOLÓGICO

El marco regulatorio nacional, en el ámbito nuclear y radiológico, aplicable a las instalaciones radiactivas de primera categoría es el siguiente:

1. Ley de Seguridad Nuclear N°18.302, del Ministerio de Energía.
2. Decreto 133, de 1984, del Ministerio de Salud, que aprueba el reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines.
3. Decreto 3, de 1985, del Ministerio de Salud, que aprueba reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas.
4. Decreto 12, de 1985, del Ministerio de Minería, que aprueba reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos.
5. Decreto 298, del 25 de noviembre de 1994, que reglamenta el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos.
6. Decreto 82, de 2020, del Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de protección física de materiales radiactivos en instalaciones radiactivas de primera categoría.
7. Norma de seguridad NS-GGDL-11.0, "Contenido del manual de protección radiológica para instalaciones radiactivas de primera categoría" (Resolución Exenta (DISNR) N° 034/17, del 30 de agosto de 2021).
8. Norma de seguridad NS-02.0, "Criterios básicos de protección radiológica" (Resolución Exenta (DISNR) N° 018/18, del 11 de mayo de 2018)
9. Instructivo que fija los requisitos para el otorgamiento de autorización especial para trabajar en instalaciones radiactivas de 1° categoría (Resolución Exenta (DISNR) N° 015/19, del 03 de octubre de 2019).
10. Condiciones y plazos respecto de la suspensión de operación de instalaciones radiactivas de primera categoría y otras materias afines (Resolución Exenta (DISNR) N° 024/19, del 03 de octubre de 2019).

1.3 REQUISITOS GENERALES APLICABLES A INSTALACIONES RADIATIVAS DE PRIMERA CATEGORÍA

1.3.1 De las responsabilidades del titular.

- 1.3.1.1 Cumplir con todo el ordenamiento jurídico en materia nuclear y radiológica, incluida las condiciones y exigencias establecidas en las autorizaciones que emita la Comisión.
- 1.3.1.2 Proveer los medios necesarios para garantizar la seguridad de la instalación, incluida la gestión de los desechos radiactivos generados en ésta, y la de su personal, sin perjuicio de la responsabilidad individual que recae en éstos, según el ordenamiento jurídico nuclear y radiológico.
- 1.3.1.3 Garantizar la integridad y seguridad de los Materiales Radiactivos en uso, almacenados o en movimiento dentro de dicha instalación.
- 1.3.1.4 Contar con personal que posea autorización de desempeño y especial, tanto de operador como oficial de protección radiológica, conforme a las disposiciones específicas aplicables a la práctica.
- 1.3.1.5 Garantizar la vigilancia radiológica del público y la de personas ocupacionalmente expuestas, que se



desempeñen en la instalación.

- 1.3.1.6 Asegurar que todas las personas que se desempeñen en la instalación reciban capacitación de los riesgos y medidas de protección radiológica y física aplicables, considerando la función que desempeñan.
- 1.3.1.7 Proveer de dosimetría a toda persona ocupacionalmente expuesta que se desempeñe en la instalación, manipule material radiactivo u opere equipos generadores de radiación ionizante. Asimismo, otorgar todos los elementos de protección radiológica personal, necesarios para disminuir los riesgos del trabajador.
- 1.3.1.8 Solicitar autorización a la Comisión para efectuar cambios o modificaciones a las condiciones y exigencias bajo las cuales la instalación se encuentra autorizada.
- 1.3.1.9 Informar a la Comisión, en el plazo máximo de 24 horas, incidentes, accidentes o cualquier otra anomalía en el funcionamiento de la instalación, conforme a lo que se establezca en las condiciones y exigencias de la licencia.
- 1.3.1.10 Poner a disposición de la Comisión y de sus respectivos inspectores, la información y registros relacionados con el funcionamiento de la instalación y las medidas de protección radiológica y física implementadas en esta.
- 1.3.1.11 Desarrollar y mantener actualizada la evaluación de seguridad de la instalación.

1.3.2 De la protección radiológica.

- 1.3.2.1 La optimización de la protección deberá ser considerada durante todas las etapas de funcionamiento de la instalación.
- 1.3.2.2 Los titulares de instalaciones radiactivas deberán establecer un programa de protección radiológica efectivo, que garantice que las dosis ocupacionales y del público están de acuerdo con la optimización de la protección.
- 1.3.2.3 Todo trabajador ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes deberá utilizar elementos de seguridad personal acordes al tipo de función a realizar, a fin de prevenir, evitar y/o minimizar las dosis recibidas producto de las actividades propias de la instalación.
- 1.3.2.4 Toda persona que se desempeñe en una instalación radiactiva, manipule material radiactivo u opere equipos generadores de radiaciones ionizantes deberá portar, durante su jornada de trabajo, un dosímetro personal, el que le será proporcionado por el empleador.
- 1.3.2.5 Los trabajadores ocupacionalmente expuestos deberán estar sujetos a un control dosimétrico, a objeto de controlar el cumplimiento del programa de protección radiológica de la instalación. Para esto, aplicarán los siguientes límites primarios:
 - i. Dosis efectiva: 20 mSv anuales promediados en 5 años consecutivos (100 mSv en 5 años) y 50 mSv en un año cualquiera.
 - ii. Dosis equivalente en el cristalino: 20 mSv anuales promediados en 5 años consecutivos (100 mSv en 5 años) y 50 mSv en un año cualquiera
 - iii. Dosis equivalente en las extremidades o en la piel: 500 mSv en un año.
- 1.3.2.6 Para miembros del público, aplicarán los siguientes límites primarios:
 - i. Dosis efectiva: 1 mSv en un año.



- ii. Dosis equivalente en el cristalino: 15 mSv en un año.
- iii. Dosis equivalente en la piel: 50 mSv en un año.

1.3.2.7 En caso de estudiantes de educación superior y personal en entrenamiento, cuya formación implique exposición a la radiación ionizante, deberán aplicarse los siguientes límites.

- i. Dosis efectiva: 6 mSv en un año.
- ii. Dosis equivalente en el cristalino: 20 mSv en un año.
- iii. Dosis equivalente en las extremidades o en la piel: 150 mSv en un año.

1.3.2.8 El titular que detecte la superación de alguno de los límites primarios, antes señalados, deberá adoptar medidas tendientes a limitar la exposición de las personas afectadas. El procedimiento para ello deberá quedar establecido en la documentación que contiene el Programa de Protección Radiológica (Anexo C).

1.3.3 De las fuentes de radiaciones ionizantes

1.3.3.1 La adquisición, posesión, uso, manejo, manipulación, almacenamiento, importación y exportación de material radiactivo, o de equipos generadores de radiaciones ionizantes, en lo que resulte aplicable, no podrá efectuarse sin la autorización pertinente.

1.3.3.2 La transferencia de material radiactivo y equipos generadores de radiaciones ionizantes, a cualquier título, deberá contar con una autorización de la Comisión.

1.3.3.3 El transporte de material radiactivo deberá cumplir las disposiciones establecidas en el Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos vigente, y en el Reglamento de transporte de cargas peligrosas, vigente.

1.3.3.4 El remitente será siempre responsable del material radiactivo hasta su entrega a una instalación autorizada.

1.3.3.5 Los proveedores de material radiactivo serán responsables de su transporte hasta las instalaciones radiactivas de primera categoría o, en su defecto, hasta el lugar definido por éstos para la entrega de tales materiales. A partir de su entrega, se harán responsables los explotadores, por los daños que produjeran los materiales radiactivos.

1.3.4 De otras medidas de cumplimiento

1.3.4.1 La autorización deberá ser ubicada en un lugar visible, a la entrada de la instalación o en un lugar adecuado, dependiendo de si la instalación es móvil, de modo permanente. El cumplimiento de esta medida se encuentra sujeta a la fiscalización respectiva.

1.3.4.2 El titular deberá solicitar una nueva autorización para el funcionamiento de la instalación en los plazos señalados, en las condiciones y exigencias, de la autorización que le fuere otorgada por la Comisión.

1.3.4.3 El titular de una autorización especial deberá portar, durante toda su jornada de trabajo, su autorización, la que deberá exhibir al momento que le sea requerida.

1.3.4.4 Las señales de seguridad deberán cumplir las disposiciones dispuestas en las siguientes normas



chilenas oficiales:

- a) NCh 1410. Of. 78. Prevención de riesgos. Colores de seguridad, específicamente lo que respecta al color utilizado para la identificación del riesgo derivado del uso de radiaciones ionizantes.
- b) NCh 1411/II Of. 78. Prevención de riesgos-Parte II-. Señales de seguridad, específicamente en lo que respecta a las señales y símbolos de prevención de riesgos en caso de radiaciones ionizantes o, en su defecto, lo dispuesto en la norma ISO 3864.

1.3.5 De los requisitos generales de diseño

- 1.3.5.1 Las instalaciones deberán contar con barreras físicas y señales de seguridad, a objeto de limitar su acceso para público.
- 1.3.5.2 El diseño de las barreras de seguridad, para cada escenario de exposición, deberá tener en cuenta una evaluación de seguridad de la instalación, que se corresponda con el riesgo radiológico respectivo.
- 1.3.5.3 Los sistemas de seguridad deberán diseñarse para que, en caso de fallo, se mantenga la seguridad, contemplando los criterios de redundancia, independencia y diversidad.
- 1.3.5.4 Cualquier defecto en los componentes de los sistemas de seguridad deberá impedir la operación, así como el acceso no autorizado de personas a zona controlada, hasta que el defecto sea corregido. Este corresponde al concepto de fallo seguro.
- 1.3.5.5 Los componentes que forman los sistemas de seguridad deberán tener una fiabilidad adecuada a la tarea de seguridad que deberán desarrollar, con el objeto de minimizar los fallos y el riesgo derivado.
- 1.3.5.6 El diseño de la instalación deberá considerar la localización de zonas de alto tránsito de personas y de zonas donde se manejen materiales peligrosos.
- 1.3.5.7 El flujo de material radiactivo, a través de la(s) instalación(es), deberá ser independiente del flujo de miembros del público.
- 1.3.5.8 Deberá existir una clara delimitación y señalización de las áreas, indicando el ingreso y flujo del material radiactivo y de las personas. Además, deberá existir una separación efectiva de zonas utilizadas por las personas ocupacionalmente expuestas y las utilizadas por el público.
- 1.3.5.9 De acuerdo a la evaluación de seguridad de la instalación, se deberá disponer de un sistema eléctrico de respaldo o emergencia para los sistemas críticos de seguridad, que garantice su funcionamiento ininterrumpido.
- 1.3.5.10 Se deberá disponer de un sistema de detección y extinción de incendios.

1.3.6 De las limitaciones de dosis de diseño.

- 1.3.5.1 Para el diseño radiológico de instalaciones de medicina nuclear aplicarán los siguientes límites de dosis de diseño:
 - a) Para trabajadores expuestos:
 - i. 5 [mSv] por año, en cuerpo entero.
 - ii. 125 [mSv] por año, en extremidad o piel.
 - iii. 5 [mSv] por año, en cristalino.
 - b) Para miembros del público:
1 [mSv] por año, en cuerpo entero. (el cual debe considerar tanto la dosis por irradiación externa como interna).
- 1.3.5.2 Para los propósitos de la presente norma, la dosis efectiva en el paciente, debida a la contribución de dosis de los pacientes colindantes, no podrá superar 1 [mSv], por estadía.



CAPÍTULO 2: REQUISITOS APLICABLES A INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR

Sin perjuicio de lo establecido en el capítulo I, a continuación, se definen requerimientos específicos para el funcionamiento de las instalaciones de medicina nuclear.

2.1 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO

2.1.1 De las instalaciones físicas

El diseño de una instalación de medicina nuclear deberá incluir los siguientes recintos o dependencias:

- a) Una sala de recepción del servicio de medicina nuclear, la cual deberá estar localizada fuera de zona controlada.
- b) Un área destinada al almacenamiento y manipulación del material radiactivo (en adelante laboratorio de medicina nuclear).
- c) Un área destinada a la administración del material radiactivo, la cual deberá estar localizada contigua al laboratorio; caso contrario, la institución deberá contar con un medio para el traslado seguro del material radiactivo.
- d) Una dependencia, de uso exclusivo, destinada al almacenamiento de desechos radiactivos y objetos contaminados, que permita y facilite la gestión éstos hasta su disposición final.
- e) Una sala de espera, de uso exclusivo, para aquellos pacientes a quienes se le administre material radiactivo; caso contrario, podrán ser consideradas para este propósito la(s) sala(s) de hospitalización.
- f) Una zona de paso, que delimite el ingreso y salida del personal de la instalación, a zona controlada, destinada al monitoreo radiológico de personas y objetos.
- g) Un baño, de uso exclusivo, para aquellos pacientes a quienes se le administre material radiactivo.
- h) Un baño, de uso exclusivo, para el personal del servicio de medicina nuclear.
- i) Un área destinada a la localización de los sistemas de adquisición de imágenes.
- j) Sala(s) de hospitalización, incluido baño, para aquellos casos donde no se cumpla con los criterios de seguridad radiológica, definidos para el egreso de pacientes de zona controlada en la presente norma.
- k) Un área, de uso exclusivo, tanto en el laboratorio de medicina nuclear, como en las salas de hospitalización, destinada al almacenamiento de material de aseo, utilizado en labores de limpieza y descontaminación de dichas dependencias.
- l) Un sistema de gestión del aire, al interior del laboratorio, en caso de contemplar el uso material radiactivo de naturaleza volátil y en solución líquida. Dicho sistema deberá estar optimizado, a objeto de minimizar la concentración de actividad en aire del material radiactivo y, consecuentemente, la dosis efectiva comprometida que reciba el personal de la instalación.

2.1.2 De la infraestructura

A continuación, se detallan requisitos de diseño específicos, aplicables a instalaciones físicas de medicina nuclear, destinadas a la recepción, manipulación y almacenamiento del material radiactivo y, al control de personas.

2.1.2.1 Laboratorio de medicina nuclear

Su diseño deberá contar con:

- a) Un módulo blindado, destinado a la manipulación del material radiactivo, dotado de blindajes, incluido el uso de visor de vidrio plomado (fijo o móvil), cuyo diseño radiológico cumpla con los límites de dosis de diseño señalados en la presente norma. Dicho módulo deberá contemplar, además, con:



- i. Una distribución interior que incluya compartimientos blindados para la segregación y recolección diferenciada de los desechos radiactivos, derivados de la manipulación y uso del material radiactivo.
 - ii. Materiales y terminaciones de acabado liso, impermeable y lavable, para una fácil limpieza y descontaminación, en caso de derrames del material radiactivo.
 - iii. Una localización alejada de áreas, con potencial de generación de corrientes de aire (puertas, ventanas, áreas de alto tráfico, difusores de aire, etc.).
- b) Un sistema de extracción, conforme a las disposiciones establecidas en la norma.
 - c) Un lavatorio, contiguo al área destinada a la manipulación de material radiactivo, destinado al lavado de objetos contaminados (área sucia).
 - d) Una ventanilla o compuerta bidireccional, para el ingreso de los bultos al laboratorio y egreso de materiales, a fin de independizar el flujo de tales materiales, de las personas que ingresan a la instalación. Para las instalaciones existentes que no cumplan con lo señalado anteriormente, el titular de la instalación deberá implementar un procedimiento que garantice la recepción de los bultos por personal de la instalación, con autorización especial.
 - e) Deberá contar con un sistema de gestión de aire, en caso de prever el uso de material radiactivo volátil y en solución líquida. Dicho sistema deberá satisfacer los siguientes requisitos:
 - i. Su diseño deberá garantizar el cumplimiento de los límites de dosis de diseño, para trabajadores ocupacionalmente expuestos y público, definidos en la presente norma. Para esto, se deberá considerar la dosis efectiva prevista en ambos grupos, considerando tanto la irradiación externa, como la contaminación interna.
 - ii. Contar con un sistema de extracción forzada, dotado de filtros de carbón activado, de acuerdo a las características del material radiactivo a utilizar. Su diseño deberá considerar, además, el inventario de actividad y las características del tipo de módulo blindado que será utilizado para la manipulación y almacenamiento del material radiactivo.
 - iii. La circulación de aire, al interior del laboratorio de medicina nuclear, deberá ser direccional y en sentido de menor a mayor contaminación radiactiva.
 - iv. Mantener una presión negativa, al interior del módulo blindado, respecto a su entorno circundante.
 - v. Contar con instrumentación que advierte su funcionamiento y fallas (alarma visual y/o sonora).
 - vi. Su descarga deberá ser independiente de otros sistemas de extracción.
 - vii. Poseer una descarga, independiente, del resto de circuitos de ventilación que posea la institución; el aire extraído no podrá ser recirculado.
 - viii. Su diseño deberá considerar accesos exteriores a las estructuras, sistemas y componentes del sistema de extracción, durante las labores de mantenimiento. Asimismo, incluir una toma de muestra de aire, en punto de descarga.

2.1.2.2 Zona de paso

El diseño de la zona de paso deberá contemplar los siguientes criterios e instalaciones:

- a) Un área bidireccional, localizada dentro del laboratorio de medicina nuclear, con una extensión adecuada para la realización de los monitores radiológicos del personal y el control de objetos y materiales que se retiren de zona controlada. Asimismo, deberá contar con demarcación en el piso, para su diferenciación del resto de áreas del laboratorio de medicina nuclear.



- b) Un lavamanos, destinado a la descontaminación de objetos y materiales, y un receptáculo o contenedor, para el almacenamiento temporal de los desechos derivados de dicha actividad.

2.1.2.3 Sala(s) hospitalización

El diseño de la(s) sala(s) de hospitalización deberá contemplar los siguientes requisitos:

- a) Evitar localizarse en áreas colindantes a unidades de maternidad y pediatría.
- b) Una capacidad máxima de 1 paciente, por sala. Para las instalaciones existentes, que no cumplan la disposición anterior, el titular de la instalación deberá implementar medidas de protección radiológica, que garanticen que los pacientes hospitalizados en tales salas (maternidad y pediatría), no superen 1 [mSv], durante su estadía.
- c) Contar con una antesala de ingreso, cuyo diseño brinde independencia, protección y distanciamiento al paciente, para aquellos trabajadores que deban ingresar a tal dependencia, con motivo del suministro de alimentos y otros insumos.
- d) Contar con sistema remoto, que permita la visualización y comunicación permanente con el paciente. Asimismo, contar con un botón de emergencia, que permita la asistencia y atención remota del paciente.
- e) Contar con un sistema de control de acceso, que permita el ingreso exclusivo del personal autorizado y la salida del paciente, en caso de emergencia.

Se excluye de los requisitos anteriores, aquellas instalaciones de medicina nuclear existentes, cuyo diseño contempla el uso de sala(s) de hospitalización para la recepción y administración directa de material radiactivo, en formato de cápsulas.

2.1.2.4 Dependencia de almacenamiento de desechos radiactivos

Su diseño deberá contemplar los siguientes criterios y requisitos:

- a) Deberá estar ubicado lo más distante posible de áreas o dependencias con alta afluencia de personas y, además, contar con acceso independiente.
- b) Contar con un sistema de control de acceso, que permita el ingreso exclusivo del personal autorizado a dicha instalación.
- c) Contar con mobiliario que incluya compartimentos como estantes, mesones o contenedores, de rápido y fácil acceso, a objeto de facilitar las labores de segregación, medición, almacenamiento y dispensa de los desechos.
- d) Uso de materiales de construcción y superficies de acabado liso, impermeables y de fácil descontaminación. El terminado entre pisos y paredes deberá ser redondeado, sin uniones y juntas.
- e) Contar un sistema de extracción o refrigeración, en caso de almacenar desechos orgánicos, a objeto de evitar malos olores y la proliferación de vectores sanitarios.

2.2 DE LOS REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento y cese de operación de instalaciones de medicina nuclear está sujeto al otorgamiento de autorizaciones de construcción, operación y cierre temporal o definitivo, por parte de la Comisión, cuyos requisitos aplicables en cada caso, se señalan en la presente sección.

2.2.1 Autorización de construcción



- a) Plano de ubicación de la instalación, el que deberá incluir los recintos colindantes a ésta.
- b) Anteproyecto de construcción.
- c) Plano y memoria de diseño de la instalación, que deberá incluir:
 - i. Bases de diseño.
 - ii. Plano acotado de planta, elevación y corte.
 - iii. Descripción de la instalación y de los recintos y dependencias que la conforman, materiales radiactivos y las actividades máximas que serán utilizados. Se deberá adjuntar la ficha técnica de los sistemas y componentes de la instalación; para el caso de los filtros que serán utilizados en sistema de extracción, se deberá presentar su ficha técnica, incluida la curva de eficiencia.
 - iv. Descripción y bases de diseño del sistema de ventilación previsto para la instalación.
 - v. Metodología de cálculo de blindaje y estimación de magnitudes de protección radiológica operacional, tanto en situaciones de exposición planificada como en caso de emergencia. Se incluye como exposición de emergencia fallos del sistema de ventilación.
 - vi. Deberá considerar en la metodología de cálculo, el blindaje y dimensiones de la dependencia de almacenamiento, que sean acordes a la actividad máxima estimada de la instalación de medicina nuclear.
 - vii. Referencias utilizadas.
- d) Manuales de los equipos, de los sistemas de seguridad y control, previstos en el diseño de la instalación.
- e) Plan de utilización, que contendrá una descripción de los materiales radiactivos y de los equipos generadores de radiaciones ionizantes, y la utilización estimada de los mismos.

2.2.2 Autorización de operación

- a) Manual de operación y mantenimiento de sistemas y equipos con descripción de los procedimientos. Dicho manual deberá incluir, como mínimo, los siguientes contenidos:
 - i. Descripción del proceso previsto para el funcionamiento de la instalación, flujo de material radiactivo y de personas.
 - ii. Descripción detallada de los procedimientos operativos que se prevé efectuar en la instalación, conforme a las disposiciones establecidas en la presente norma. Tal descripción deberá incluir, además, por etapa y actividad, las personas que participarán en éstas, señalando las funciones y responsabilidades respectivas.
 - iii. Instrucciones de uso y mantenimiento de los equipos (incluye uso de activímetro), sistemas, estructuras y componentes que conforman la instalación, de acuerdo a pautas del fabricante y bases de diseño respectivas.
 - iv. Descripción de las medidas de seguridad radiológica para el funcionamiento de la instalación y manejo seguro del material, en conformidad a las disposiciones establecidas en la norma de seguridad NS-GG-DL-11.0, sobre “contenido del manual de protección radiológica para instalaciones radiactivas de primera categoría” (Resolución Exenta (DISNR) N° 034/17, de fecha 30 de agosto de 2017).
- b) Plan de emergencia, en caso de accidente o incidente, de acuerdo a los contenidos mínimos que a continuación se señalan:



- i. Tipos de emergencias postuladas para la instalación, y los procedimientos de preparación y actuación previstos para su control y/o mitigación de sus consecuencias. La tipificación de emergencias propuesta deberá estar de acuerdo con el análisis de riesgos de la instalación.
 - ii. Organización y responsabilidades para hacer frente a cada tipo de emergencias, a sus consecuencias y a la aplicación oportuna y diligente de las medidas de las respuestas previstas en cada caso.
 - iii. Equipos de protección radiológica y convencionales y canales de comunicación previstos para afrontar los diferentes tipos de emergencia postulados.
 - iv. Registros e informes que serán generados, conforme a las disposiciones señaladas en la presente norma.
- c) Informe de seguridad de la instalación, de acuerdo a los contenidos mínimos que a continuación se señalan:
- i. Descripción general de la instalación, incluido sus estructuras, sistemas y componentes.
 - ii. Análisis de riesgo de la instalación, en base a los sucesos iniciadores postulados, para la ocurrencia de incidentes y accidentes, tanto base de diseño como operacionales; se deberá citar la metodología y referencias utilizadas para este propósito.
 - iii. Análisis de incidentes o accidentes para aquellos sucesos iniciadores, cuya calificación del riesgo sea igual o supere el nivel de riesgo alto.
 - iv. Informe de pruebas de inspección y ensayo favorable para los equipos y sistemas de la instalación, emitido por fabricante, en caso de nuevas instalaciones; para instalaciones existentes, se deberá presentar un informe de funcionamiento del estado actual y operatividad de los equipos y sistemas de seguridad de la instalación, incluidos los registros de mantenimiento realizados a éstos. Se incluyen los certificados de calibración, en caso de los detectores de radiación ionizante y activímetro.
 - v. Evaluación dosimétrica del personal de la instalación.
 - vi. Dotación actualizada del personal de la instalación.
 - vii. Informe de cumplimiento de no conformidades, derivadas de inspecciones realizadas por la Comisión, cuando corresponda.
 - viii. Conclusiones del informe.

2.2.3 Autorización de cierre

Se deberá presentar un plan de cierre para la instalación, que incluya como mínimo:

- a) Fundamentación del cierre temporal o definitivo.
- b) Cronograma de actividades previstas para el desarme y retiro de estructuras, sistemas, equipos y componentes de la instalación, con fechas y responsables por actividad.
- c) Procedimientos y medidas de seguridad radiológica y protección física que serán adoptadas por la institución, para las diferentes actividades previstas en el plan de cierre, conforme al ordenamiento jurídico nuclear y radiológico vigente. Tales procedimientos deberán incluir, además:
 - i. Medidas para la vigilancia radiológica personal y de las áreas de trabajo.
 - ii. Acciones de supervisión que deberá efectuar el Oficial de Protección Radiológica, dentro de las cuales se incluye el levantamiento radiológico en recintos, dependencias, superficies y objetos presentes en la instalación y toda actividad asociada al cierre.
 - iii. Acciones previstas para el retiro del material radiactivo, incluido objetos contaminados y toda señalética que advierta el uso de radiaciones ionizantes.

2.3 DE LOS REQUISITOS DE OPERACIÓN



2.3.1 De las personas

2.3.1.1 Para la operación de la instalación se requiere, como mínimo:

- a) Dos (2) personas, con autorización especial de operador, para aquellas instalaciones donde se realicen procedimientos de medicina nuclear diagnóstica y terapéutica. Para instalaciones donde se realicen únicamente procedimientos terapéuticos, se requiere una (1) persona, con autorización especial. Sin perjuicio de lo anterior, la dotación del personal en la instalación estará sujeta al diseño aprobado para ésta, la carga de trabajo prevista, cálculo de dosis operacional y cumplimiento de los límites de dosis de diseño, establecidos en la presente norma. En anexo D se incluyen consideraciones para las personas, lo que debe ser considerado no exhaustivo.
- b) Un Oficial de Protección Radiológica, con autorización especial, con dependencia orgánica directa al titular de la instalación.

2.3.1.2 El Oficial de Protección Radiológica deberá contar, con una designación formal del titular de la instalación, la cual deberá señalar las funciones a desarrollar y horas destinadas para su ejecución.

2.3.1.3 Toda persona que se desempeñe en laboratorios de alta radiotoxicidad, con fines de medicina nuclear, y esté expuesta a radiaciones ionizantes producto de dicha actividad, deberá contar con una autorización de desempeño, otorgada por Seremi de Salud, en virtud de lo dispuesto en el artículo 3° y 16°, del D.S.N°133/1984, que aprueba reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines.

2.3.1.4 El personal de la instalación deberá ser capacitado, en forma periódica, al menos una vez al año, en los procedimientos operativos y de seguridad radiológica, señalados en la presente norma, además de aquellos establecidas en el Manual de Protección Radiológica de la Instalación.

2.3.2. De los procedimientos operacionales

Los procesos de manipulación de material radiactivo deberán ser realizados siguiendo procedimientos operativos que incluyan, como mínimo, las siguientes etapas, requisitos y contenidos, que a continuación se detallan:

a) Recepción

- i. La actividad de los materiales radiactivos adquiridos deberá cumplir el límite máximo autorizado para la instalación.
- ii. La recepción del bulto deberá ser efectuada, fuera de zona controlada, por personal de la instalación con autorización de desempeño o especial, quien deberá dejar registros de la entrega efectiva del material. Para el caso de instalaciones que posean una ventanilla o compuerta bidireccional, el bulto deberá ser ingresado a través de ésta, junto con la documentación de la remesa.
- iii. Se deberá especificar la vía prevista para el traslado del material radiactivo, desde su ingreso a la institución hasta dependencias del laboratorio de medicina nuclear.
- iv. Se deberá verificar la cantidad y actividad del material radiactivo adquirido e integridad de la contención y blindaje del bulto.



- v. Se deberá especificar las medidas de seguridad radiológica previstas, para la manipulación y apertura segura de los bultos adquiridos por la institución, y el tratamiento de los desechos radiactivos que se generen de dicha actividad.

b) Almacenamiento previo a la manipulación

- i. Se deberá detallar el procedimiento y medidas de seguridad previstas para la manipulación del material radiactivo, al interior del módulo blindado. Se incluye la descripción de las actividades de recolección, segregación y almacenamiento de los desechos radiactivos y objetos contaminados.
- ii. La medición de la actividad de los materiales radiactivos adquiridos deberá ser realizada por personal de la instalación que posee autorización especial de operador.
- iii. Se deberá mantener un inventario actualizado del material radiactivo almacenado al interior del módulo blindado.

c) Manipulación

- i. Se deberá describir los procedimientos operativos y de seguridad radiológica previstos para la manipulación del material radiactivo, incluyendo las actividades de elución (cuando corresponda), medición, marcación, fraccionamiento y verificación de las actividades que serán administradas. Se incluye una descripción de las actividades de recolección, segregación y almacenamiento de los desechos radiactivos y objetos contaminados.
- ii. Se deberá detallar, en el procedimiento, las pruebas o controles a realizar al equipamiento y sistema de extracción, a objeto de verificar su operatividad, previo al inicio de las operaciones.

d) Administración

- i. Se deberá describir los procedimientos operativos y medidas de seguridad radiológica previstas, para el traslado y administración de material radiactivo, en el laboratorio de medicina nuclear y/o salas de hospitalización, tanto con fines diagnósticos como terapéuticos. Asimismo, una descripción de los insumos clínicos y elementos que serán utilizados, tanto para la manipulación del material radiactivo, como la protección radiológica del personal de la instalación.
- ii. Se deberá describir el procedimiento y medidas de seguridad previstas para la recolección, segregación, almacenamiento y gestión de los desechos radiactivos y objetos contaminados.
- iii. Para tratamientos con I-131, el procedimiento operativo, para el egreso de pacientes de zona controlada, deberá detallar medidas para demostrar, el cumplimiento de las siguientes restricciones de dosis:
 - 1 mSv, por evento, en caso de miembros del público.
 - 5 mSv, por evento, para individuos vinculados al cuidado del paciente.
- iv. Para el cumplimiento del punto anterior, el titular de la instalación deberá presentar un procedimiento que señale la metodología que será adoptada para el cálculo de la dosis efectiva, en público e individuos vinculados al cuidado del paciente. Tal procedimiento deberá incluir, como mínimo, los supuestos de cálculo, metodología y referencias utilizadas, además de señalar las instrucciones de seguridad que serán impartidas al paciente, durante y con posterioridad a su fase de aislamiento. Se requiere que el explotador demuestre que el egreso de pacientes no significará que personas del público recibirán dosis mayores a las aceptadas para éstas.



- v. Para la adopción del criterio 3, el titular de la instalación deberá presentar un procedimiento que señale la metodología que será adoptada para el cálculo de la dosis efectiva, en público e individuos vinculados al cuidado del paciente. Tal procedimiento deberá incluir, como mínimo, los supuestos de cálculo, metodología y referencias utilizadas, además de señalar las instrucciones de seguridad que serán impartidas al paciente, durante y con posterioridad a su fase de aislamiento.

e) Gestión de los desechos radiactivos

- a) La gestión de los desechos radiactivos deberá incluir las siguientes etapas: recolección, caracterización y segregación, por tipo de material radiactivo, medición, embalaje, etiquetado, almacenamiento y dispensa, las cuales deberán ser registradas.
- b) Para la etapa de almacenamiento y dispensa de desechos radiactivos, el procedimiento operativo deberá considerar que la eliminación de éstos deberá ser realizada cuando los materiales cumplan con no ser radiactivos. Existen criterios de dispensa definidos en referencias internacionales, tales como el documento “Implementación de los Criterios de Dispensa de Instalaciones Radiactivas”, del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares, 2018. u otra referencia análoga.
- c) En caso de adoptar criterios de dispensa, el procedimiento deberá detallar la metodología y medidas de seguridad que serán adoptadas por el titular de instalación, para dicho efecto.
- d) Se deberá contar con un inventario actualizado de los desechos radiactivos almacenados y gestionados como desechos.
- e) No se deberá realizar dilución deliberada del material radiactivo.
- f) Se deberá monitorear el desecho, antes de su liberación al medio ambiente. [11]
- g) Antes de dispensar un desecho radiactivo, se deberá retirar todos los símbolos que indiquen la presencia de radiación ionizante.

2.3.3 De los sistemas, equipos y componentes

- a) Se deberá contar con un activímetro, que posea calibración vigente y trazable a un patrón primario. Adicionalmente, se deberá implementar un programa de control de calidad, que incluya la realización de pruebas de verificación a dicho equipo y todos los materiales requeridos para ello, incluido el uso de fuentes patrón. Existen referencias internacionales, que especifican las pruebas aplicables a los activímetros y las condiciones de referencia, para su realización, tales como el documento IAEA-TECDOC-602/S, “Control de calidad de los instrumentos de Medicina Nuclear, 1991” o actualizaciones posteriores, que podrán ser utilizados para los fines antes señalados.
- b) Se deberá contar con detectores de radiación ionizante con calibración vigente y apropiados al tipo de energía y emisión de la radiación emitida, por los radionucleidos que serán utilizados en la instalación. La calibración de tales detectores deberá ser realizada en un laboratorio de calibración que posea trazabilidad a patrones primarios.
- c) Se deberá contar con elementos de seguridad para la manipulación del material radiactivo a distancia y la protección del personal, destinados a minimizar el riesgo de irradiación externa e incorporación de material radiactivo, tanto en situaciones de exposición planificada, como en caso de emergencia.
- d) Se deberá efectuar una mantención, según pauta del fabricante, a todos los equipos, sistemas y componentes de la instalación y documentar dichas actividades.

2.3.4 De las medidas de seguridad radiológica



- a) Se deberá implementar un control dosimétrico, para el personal de la instalación, en función de la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico al que estarán sometidos sus trabajadores, tanto en situaciones de exposición planificada, como en caso de emergencia. Sin perjuicio de lo anterior, la frecuencia del control dosimétrico, antes señalado, no podrá exceder de 3 meses, en virtud de lo dispuesto en el artículo 5º, del D.S.Nº3, de 1985, que aprueba el reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas.
- b) La vigilancia radiológica del personal de la instalación deberá incluir el control dosimétrico rutinario, de la dosis efectiva, debida tanto a exposición externa, como incorporación de material radiactivo, según aplique. En caso de la incorporación de material radiactivo, existen referencias internacionales que establecen metodologías para la evaluación del riesgo, debida a dicha vía de exposición, tales como la norma ISO/DIS 16637 - 2014: Protección Radiológica- Monitoreo y Dosimetría Interna de personal médico expuesto a radionucleidos en la forma de fuentes no selladas u otras, análogas, que podrán ser adoptadas para los fines antes señalados.
- c) Se deberá proveer al personal de la instalación todos los elementos de protección radiológica personal, necesarios para disminuir los riesgos del trabajador. A este respecto, se incluye el uso de dosímetros de lectura directa.
- d) Se deberá proveer de elementos de protección a trabajadores que realizan labores anexas en la instalación, según la función a desempeñar y la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico al que estarán sometidos.
- e) La vigilancia radiológica personal deberá ser efectuada, previo a cada receso laboral y salida de zona controlada. Asimismo, en caso de incidentes operacionales o sospecha de potencial contaminación. Tal vigilancia incluye mediciones de concentración de actividad en superficies de extremidades (manos y piezas), vestuario u otros elementos que porte el trabajador.
- f) La vigilancia radiológica en los puestos de trabajo deberá incluir el monitoreo periódico de las siguientes magnitudes de protección radiológica:
 - i. Concentración de actividad en superficies donde se manipule material radiactivo y presuma la ocurrencia de incidentes operaciones y condiciones de accidente.
 - ii. Tasa de equivalente de dosis ambiental, medida a 30 cm de estructuras que delimitan las dependencias o recintos que conforman la instalación.

2.3.5 De la gestión de la contaminación radiactiva

El titular de la instalación deberá definir una metodología para el control de la contaminación radiactiva, en trabajadores de la instalación y miembros del público, a objeto de minimizar las dosis de radiación que éstos puedan recibir, tanto en situaciones de exposición planificada, como en caso de emergencia. Tal metodología deberá:

- a) Incluir la adopción de niveles de referencia para la concentración de actividad en superficie y medidas para el control de dichos niveles, de forma tal de no superar los límites primarios de dosis efectiva, definidos para trabajadores expuestos y miembros del público. Para esto, existen referencias internacionales, tales como el ICRP 57³, Nuclear Medicine Physics, A Handbook for Teachers and

³ ICRP Publication 57, 1990. Radiological protection of the worker in medicine and dentistry.



Students⁴, IAEA, 2014 u otras referencias debidamente referenciadas, que definen límites derivados de concentración de actividad en superficie, que podrán ser adoptados por la instalación, para los fines antes señalados. A modo de referencia, en ANEXO B, se presentan los límites derivados de concentración de actividad adoptados por el ICRP 57, en la referencia antes citada.

- b) Definir los procedimientos que serán adoptados para la detección y cuantificación de la contaminación radiactiva. Para esto, existen referencias internacionales que detallan el equipamiento y condiciones de referencia para la evaluación de actividad en superficies, tales como la norma ISO 7503-1: Measurement of radioactivity-measurement and evaluation of surface, parte 1 y parte 3, u otra análoga, que podrán ser adoptadas para los fines antes señalados.
- c) Implementar un control que garantice la trazabilidad en las mediciones de concentración de actividad en superficie realizadas, tanto en las personas, como en las instalaciones y objetos presentes en éstas, en base a los niveles de referencia o límites derivados de concentración de actividad en superficie, que sean adoptados en la instalación.

2.3.6 De los registros

- a) El titular deberá disponer los siguientes registros:
 - i. Autorizaciones de la instalación y de su personal.
 - ii. Fuentes de radiación ionizante.
 - iii. Ingreso y retiro de materiales radiactivos.
 - iv. Toma de conocimiento del Manual de Protección Radiológica, por persona.
 - v. Actas, informes y oficios emitidos por la Comisión.
 - vi. Historial e informes dosimétricos del personal de la instalación.
 - vii. Manuales de operación de equipos y sistemas de la instalación.
 - viii. Mantenimiento, verificación y calibración de instrumentos de detección.
 - ix. Ingreso y salida de personal ocupacionalmente expuesto (se incluye personal de mantenimiento y limpieza).
 - x. Controles de ingreso y salida de miembros del público.
 - xi. Inventario del material radiactivo presente en la instalación.
 - xii. Registros del inventario y gestión de los desechos radiactivos.
 - xiii. Registros de la vigilancia radiológica del personal y de áreas de trabajo.
 - xiv. Control de salida de materiales y objetos de zona controlada.
 - xv. Registros de capacitaciones, incluido simulacros, impartidos al personal.
 - xvi. Registros de los controles de calidad realizados al activímetro.
 - xvii. Registros de las reparaciones, mantenciones e intervenciones realizadas a estructuras, sistemas y componentes de la instalación.
 - xviii. Expediente con registros que respalden el cumplimiento de las disposiciones señaladas en el punto 6.1.4, letra b, de la presente norma.
 - xix. Accidentes e incidentes radiológicos.
 - xx. Informes de investigación de incidentes y accidentes ocurridos en la instalación.
- b) Los registros antes citados deben conservarse y mantenerse accesibles durante toda la vida útil de la Instalación.

⁴ Nuclear Medicine Physics, A Handbook for Teachers and Students, IAEA, 2014



ANEXOS

ANEXO A: Clasificación de radionucleidos de acuerdo a su radiotoxicidad⁵

GRUPO 1

Ac ²²⁵	Cd ¹¹³	Cf ²⁵¹	Cm ²⁴⁴	Fm ²⁵³	Pa ²²⁸	Pu ²⁴	Sr ^{90+Y90}
Ac ²²⁶	Cd ^{113m}	Cf ²⁵²	Cm ²⁴⁶	Fm ²⁵⁷	Pa ²³⁰	Ra ²²³	Th ²²⁷
Ac ²²⁷	Ce ¹⁴⁴	cf ²⁵³	Cm ²⁵⁰	Gd ¹⁴⁸	Pa ²³²	Ra ²²⁴	Th ²²⁸
Am ²⁴¹	Cf ²⁴⁶	Cf ²⁵⁴	Es ²⁵³	Hf ^{178m}	Pb ²¹⁰	Ra ²²⁵	Th ²²⁹
Am ^{242m}	Cf ²⁴⁸	Cm ²⁴⁰	Es ²⁵⁴	In ¹¹⁵	Po ²¹⁰	Ra ²²⁸	Tl ⁴⁴
Bk ²⁴⁷	Cf ²⁴⁹	Cm ²⁴²	Es ^{254m}	Md ²⁵⁸	Pu ²³⁶	Ru ¹⁰⁶	U ²³⁰
Bk ²⁴⁹	Cf ²⁵⁰	Cm ²⁴³	Fm ²⁵²	Os ¹⁹⁴	Pu ²³⁸	Sr ⁹⁰	U ²³²

GRUPO 2

Ac ²²⁴	Bi ²¹⁴	Eu ¹⁴⁶	I ¹²⁶	Nd ¹⁴⁷	Pu ²³⁹	Se ⁷⁵	Te ¹³²
Ac ²²⁸	Bk ²⁴⁵	Eu ¹⁴⁸	I ¹³⁰	Ni ⁵⁶	Pu ²⁴⁰	Sj ³²	Th ²²⁶
Ag ¹⁰⁵	Bk ²⁵⁰	Eu ¹⁵⁰	I ¹³¹	Ni ⁶⁶	Pu ²⁴²	Sm ¹⁴⁵	Th ²³⁰
Ag ^{106m}	Ca ⁴⁵	Eu ¹⁵²	I ¹³³	Np ²³⁶	Pu ²⁴⁶	Sn ¹¹³	Th ²³⁴
Ag ^{108m}	Ca ⁴⁷	Eu ¹⁵⁴	In ^{114m}	Np ^{236m}	Ra ²²⁶	Sn ^{117m}	Tm ¹⁶⁷
Ag ^{110m}	Cd ¹⁰⁹	Eu ¹⁵⁵	Ir ¹⁹⁰	Np ²³⁸	Ra ^{226+d}	Sn ^{119m}	Tm ¹⁷⁰
Ag ¹¹¹	Cd ¹¹⁵	Eu ¹⁵⁶	Ir ¹⁹²	Os ¹⁸⁵	Rb ⁸³	Sn ¹²³	Tm ¹⁷¹
Am ²⁴²	Cd ^{115m}	Fe ⁵⁹	Ir ^{192m}	Os ¹⁹¹	Rb ⁸⁴	Sn ¹²⁵	Tm ¹⁷²
Am ²⁴³	Ce ¹³⁴	Fm ²⁵⁴	Ir ¹⁹⁴	P ³²	Rb ⁸⁶	Sr ⁸²	U ²³³
Am ²⁴⁴	Ce ¹³⁹	Fm ²⁵⁵	Ir ^{194m}	Pa ²²⁷	Rb ⁸⁷	Sr ⁸⁵	U ²³⁴
As ⁷²	Ce ¹⁴¹	Fr ²²²	La ¹⁴⁰	Pa ²³¹	Rh ¹⁰¹	Sr ⁸⁹	U ²³⁷
As ⁷³	Ce ¹⁴³	Fr ²²³	Lu ¹⁷¹	Pa ²³³	Rh ¹⁰²	Ta ¹⁷⁹	V ⁴⁸
As ⁷⁴	Cf ²⁴⁴	Gd ¹⁴⁶	Lu ¹⁷²	Pb ²¹¹	Rh ^{102m}	Ta ¹⁸²	W ¹⁸⁸
As ⁷⁶	Cm ²³⁸	Gd ¹⁵¹	Lu ¹⁷³	Pb ²¹²	Rh ^{182m}	Ta ¹⁸³	Y ⁸⁸
At ²¹¹	Cm ²⁴¹	Gd ¹⁵³	Lu ¹⁷⁴	Pb ²¹⁴	Rh ¹⁸⁴	Tb ¹⁴⁹	Y ⁹⁰
Aut ¹⁹⁵	Cm ²⁴⁵	Ge ⁶⁸	Lu ^{174m}	Pd ¹⁰⁰	Rh ^{184m}	Tb ¹⁵⁶	Y ⁹¹
Au ¹⁹⁸	Cm ²⁴⁸	Ge ⁶⁹	Lu ^{177m}	Pm ¹⁴³	Rh ¹⁸⁶	Tb ¹⁵⁸	Yb ¹⁶⁶
Au ^{198m}	Co ⁵⁶	Hf ¹⁷²	Md ²⁵⁷	Pm ¹⁴⁴	Ru ¹⁰³	Tb ¹⁶⁰	Yb ¹⁶⁹
Ba ¹²⁸	Co ⁵⁷	Hf ¹⁷⁵	Mg ²⁸	Pm ¹⁴⁵	Sb ^{120m}	Tb ¹⁶¹	Zn ⁶⁵
Ba ¹³³	Co ⁵⁸	Hf ^{179m}	Mn ⁵²	Pm ¹⁴⁶	Sb ¹²²	Tc ^{95m}	Zn ⁷²
Ba ¹⁴⁰	Co ⁶⁰	Hf ¹⁸¹	Mn ⁵⁴	Pm ¹⁴⁷	Sb ¹²⁴	Tc ^{97m}	Zr ⁸⁸
Bi ²⁰⁵	Cs ¹³⁴	Hg ¹⁹⁴	Mo ⁹³	Pm ¹⁴⁸	Sb ¹²⁵	Te ^{121m}	Zr ⁹⁵
Bi ²⁰⁶	Cs ¹³⁶	Hg ²⁰³	Mo ⁹⁹⁻	Pm ^{148m}	Sb ¹²⁶	Te ^{123m}	Zr ⁹⁷
Bi ²⁰⁷	Cs ¹³⁷	Ho ¹⁶⁶	Na ²²	Pm ¹⁴⁹	Sb ¹²⁷	Te ^{125m}	
Bi ²¹⁰	Dy ¹⁶⁶	Ho ^{166m}	Nb ^{93m}	Pr ¹⁴²	Sc ^{44m}	Te ^{127m}	
Bi ²¹²	Er ¹⁷²	I ¹²⁴	Nb ⁹⁵	Pr ¹⁴³	Sc ⁴⁶	Te ^{129m}	
Bi ²¹³	Es ²⁵¹	I ¹²⁵	Nb ⁹⁶	Pu ²³⁴	Sc ⁴⁸	Te ^{131m}	

⁵ MW Carter, P Burns and L Munslow-Davies, 1993. Technical Memorandum 38. Radiotoxicity hazard classification – the basis and development of a new list.



GRUPO 3

Ag ¹⁰²	C ¹⁴	Ga ⁶⁶	In ¹¹⁷	Ni ⁵⁷	Pt ¹⁹⁹	Sm ¹⁵⁶	Th ²³¹
Ag ¹⁰³	Cd ¹⁰⁴	Ga ⁶⁷	In ^{117m}	Ni ⁶³	Pt ²⁰⁰	Sn ¹¹⁰	Ti ⁴⁵
Ag ¹⁰⁴	Cd ¹⁰⁷	Ga ⁶⁸	In ^{119m}	Ni ⁶⁵	Pu ²³⁷	Sn ¹²¹	Ti ^{194m}
Ag ^{104m}	Ccd ¹¹⁷	Ga ⁷⁰	1r ¹⁸²	Np ²³²	Pu ²⁴³	Sn ^{121m}	TiM ¹⁹⁵
Ag ¹⁰⁶	Cd ^{117m}	Ga ⁷²	1r ¹⁸⁴	Np ²³⁴	Pu ²⁴⁵	Sn ^{123m}	11 ¹⁹⁷
Ag ¹¹²	Ce ¹³⁵	Ga ⁷³	1r ¹⁸⁵	Np ²³⁵	Ra ²²⁷	Sn ¹²⁷	11 ¹⁹⁸
Ag ¹¹⁵	Ce ¹³⁷	Gd ¹⁴⁵	1r ¹⁸⁶	Np ²³⁷	Rb ^{82m}	Sn ¹²⁸	T1 ^{198m}
Am ²³⁸	Ce ^{137m}	Gd ¹⁴⁷	11 ¹⁸⁷	Np ²³⁹	Rb ⁷⁹	Sr ⁸⁰	11 ¹⁹⁹
Am ²³⁹	Cj ^{38a}	Gd ¹⁴⁹	1r ¹⁸⁸	Np ²³⁹	Rb ⁸¹	Ssr ⁸¹	Tj ²⁰⁰
Am ²⁴⁰	Cj ³⁹	Gd ¹⁵⁹	1r ¹⁸⁹	Np ²⁴⁰	Rb ⁸⁸	sr ⁸³	11 ²⁰¹
Am ^{244m}	Cm ²⁴⁷	Ge ⁶⁶	Ir ^{190m}	Os ¹⁸¹	Rb ⁸⁹	Sr ^{87m}	T1 ²⁰²
Am ²⁴⁵	Cm ²⁴⁹	Ge ⁶⁷	1r ¹⁹⁵	Os ¹⁸²	Rh ¹⁰⁰	srg ¹	Tj ²⁰⁴
Am ²⁴⁶	Co ^{58m}	Ge ⁷¹	Ir ^{195m}	Os ^{191m}	Rh ^{101m}	Sr ⁹²	Tm ¹⁶⁶
Am ^{246m}	Co ^{62m}	Ge ⁷⁵	K ⁴²	Os ¹⁹³	Rh ¹⁰⁵	Ta ¹⁷²	Tm ¹⁷³
As ⁶⁹	Co ⁵⁵	Ge ⁷⁷	K ⁴³	P ³³	Rh ^{106m}	Ta ¹⁷³	U ²³¹
As ⁷⁰	Co ⁶¹	Ge ⁷⁸	K ⁴⁴	Pa ²³⁴	Rh ¹⁸¹	Ta ¹⁷⁴	U ²³⁶
As ⁷¹	Ccrá ⁴⁸	H ³	K ⁴⁵	Pb ^{195m}	Rh ¹⁸²	Ta ¹⁷⁵	U ²³⁹
As ⁷⁷	Crá ⁴⁹	Hf ¹⁷⁰	La ¹³¹	Pb ¹⁹⁸	Rh ¹⁸⁸	Ta ¹⁷⁶	U ²⁴⁰
As ⁷⁸	Ccr ⁵¹	Hf ¹⁷³	La ¹³²	Pb ¹⁹⁹	Rh ^{188m}	Ta ¹⁷⁷	V ⁴⁷
AtR07	Cs ¹²⁵	Hf ^{177m}	La ¹³⁵	Pb ²⁰⁰	Rh ¹⁸⁹	Ta ¹⁷⁸	V ⁴⁹
Aut ⁹³	Cs ¹²⁷	Hf ^{180m}	La ¹⁴¹	Pb ²⁰¹	Rh ⁹⁹	Ta ^{180m}	W ¹⁷⁶
Aut ¹⁹⁴	Cs ¹²⁹	Hf ^{182m}	La ¹⁴²	Pb ^{202m}	Rh ^{99m}	Ta ¹⁸⁵	W ¹⁷⁷
Aut ¹⁹⁹	Cs ¹³⁰	Hf ¹⁸³	La ¹⁴³	Pb ²⁰³	Ru ¹⁰⁵	Tb ¹⁴⁷	W ¹⁷⁸
Au ²⁰⁰	Cs ¹³¹	Hf ¹⁸⁴	Lu ¹⁶⁹	Pb ²⁰⁹	Ru ⁹⁴	Tb ¹⁵⁰	W ¹⁸¹
Au ^{200m}	Cs ¹³²	Hg ¹⁹³	Lu ¹⁷⁰	Pd ¹⁰¹	Rug ⁷	Tb ¹⁵¹	W ¹⁸⁵
Ba ¹²⁶	Cs ^{134m}	Hg ^{193m}	Lu ^{176m}	Pd ¹⁰³	S ³⁵	Tb ¹⁵³	W ¹⁸⁷
Ba ¹³¹	Cs ¹³⁸	Hg ¹⁹⁵	Lu ¹⁷⁷	Pd ¹⁰⁹	Sb ^{116m}	Tb ¹⁵⁴	Y ⁸⁶
Ba ^{133m}	Cu ⁶⁰	Hg ^{195m}	Lu ¹⁷⁸	Pm ¹⁴¹	Sb ^{118m}	Tb ¹⁵⁵	Y ^{86M}
Ba ^{135m}	Cu ⁶¹	Hg ¹⁹⁷	Lu ^{178m}	Pm ¹⁵⁰	Sb ¹¹⁹	Tb ^{156m}	Y ⁸⁷
Ba ¹³⁹	Cu ⁶⁴	Hg ^{197m}	Lu ¹⁷⁹	Pm ¹⁵¹	Ssb ^{126m}	Tb ^{156m}	Y ^{90m}
Ba ¹⁴¹	Cu ⁶⁷	Hg ^{199m}	Mn ^{52m}	Po ²⁰³	Sb ^{128m}	Tb ¹⁵⁷	Y ^{91M}
Ba ¹⁴²	Dy ¹⁵⁵	Ho ¹⁵⁵	Mn ⁵¹	Po ²⁰³	Sb ¹²⁹	Tc ¹⁰⁴	Y ⁹²
Be ¹⁰	Dy ¹⁵⁷	Ho ¹⁶⁷	Mn ⁵⁶	Po ²⁰⁵	Sb ¹³⁰	Tc ⁹³	Y ⁹³
Be ⁷	Dy ¹⁵⁹	1120	Mo ¹⁰¹	Po ²⁰⁷	Sb ¹³¹	Tcg ^{3m}	Y ⁹⁴
Bi ²⁰⁰	Dy ¹⁶⁵	1120m	-Mo ⁹⁰	Pr ¹³⁷	Sc ⁴³	Tc ⁹⁴	Y ⁹⁵
Bi ²⁰¹	Er ¹⁶¹	1121	Mo ^{93m}	Pr ^{138m}	Sc ⁴⁴	Tc ^{94m}	Yb ¹⁷⁵
Bi ²⁰²	Er ¹⁶⁹	1123	Na ²⁴	Pr ¹³⁹	Sc ⁴⁷	Tc ⁹⁵	Yb ¹⁷⁷
Bi ²⁰³	Er ¹⁷¹	1128	Nb ⁸⁹	Pr ^{142m}	Sc ⁴⁹	T1c ⁹⁶	Yb ¹⁷⁸
Bk ²⁴⁶	Es ²⁵⁰	1132	Nb ^{89m}	Pr ¹⁴⁴	Se ^{73m}	Tc ^{99m}	Zn ⁶²
Br ^{74m}	Eu ¹⁴⁵	1132m	Nb ⁹⁰	Pr ¹⁴⁵	Se ⁷⁰	Te ¹¹⁶	Zn ⁶³
Br ^{80m}	Eu ¹⁴⁹	1134	Nb ⁹⁴	Pr ¹⁴⁷	Se ⁷³	Te ¹²¹	Zn ⁶⁹
Br ⁷⁴	Eu ^{152m}	1135	Nb ^{95m}	Pt ¹⁸⁶	Se ^{B1m}	Te ¹²³	Zn ^{69m}
Br ⁷⁵	Eu ¹⁵⁷	In ¹⁰⁹	Nb ⁹⁷	Pt ¹⁸⁸	Se ⁸³	Te ¹²³	Zn ^{71m}



Br ⁷⁵	Eu ¹⁵⁸	In ¹¹⁰	Nb ⁹⁸	Pt ¹⁸⁹	Si ³¹	Te ¹²⁷	Zr ⁸⁶
Br ⁷⁷	F ¹⁸	in ^{110m}	Nd ¹³⁶	Pt ¹⁹¹	sm ¹⁴¹	Te ¹²⁹	Zr ⁸⁹
Br ⁸⁰	Fes ²	In ¹¹¹	Nd ¹³⁸	Pt ^{193m}	Sm ^{141m}	Te ¹³¹	
Bre ²	Fes ⁵⁵	Int ^{13m}	Nd ^{139m}	Pt ^{195m}	Sm ¹⁴²	Te ¹³³	
Br ⁸³	Fe ⁶⁰	In ^{115m}	Nd ¹⁴⁹	Pt ¹⁹⁷	Sm ¹⁵¹	Te ^{133m}	
Br ⁸⁴	Ga ⁶⁵	In ^{116m}	Nd ¹⁵¹	Pt ^{197m}	Sm ¹⁵³	Te ¹³⁴	

GRUPO 4

A ¹²⁶	Gd ¹⁵²	Kr ⁷⁶	Nd ¹³⁹	Pu ²⁴⁴	Sb ¹²⁸	Tc ^{96m}	U ²³⁸
Am ²³⁷	Hf ¹⁸²	Kr ⁷⁷	Nd ¹⁴¹	Rb ^{8im}	Se ⁷⁹	Tcg ⁹⁷	W ¹⁷⁹
Ar ⁴¹	Ho ¹⁵⁷	Kr ^{81m}	Ni ⁵⁹	Rh ^{103m}	Se ⁸¹	Tc ⁹⁸	Xetl3im
Au ²⁰¹	Ho ¹⁵⁹	Kr ^{83m}	Np ²³³	Rh ¹⁰⁷	Sm ¹⁴⁶	Tc ⁹⁹	Xe ¹³³
Ba ^{131m}	Ho ¹⁶¹	Kr ⁸⁵	Os ¹⁸⁰	Rh ¹⁷⁷	Sm ¹⁴⁷	Th ^{nat}	Xe ^{133m}
Bi ^{210m}	Ho ¹⁶²	Kr ^{85m}	0Os ^{189m}	Rh ¹⁷⁸	Sm ¹⁵⁵	Th ^{ore}	Xe ¹³⁵
C ¹¹	Ho ^{162m}	Kr ⁸⁷	Pb ²⁰²	Rh ^{186m}	Sn ¹¹¹	Th ²³²	Xe ^{135m}
Ca ⁴¹	Ho ¹⁶⁴	Kr ⁸⁸	Pb ²⁰⁵	Rh ¹⁸⁷	Sn ¹²⁶	Tl ¹⁹⁴	Yb ¹⁶²
Cl ³⁶	Ho ^{164m}	La ¹³⁷	Pd ¹⁰⁷	Sb ¹¹⁵	Sr ^{85m}	Tm ¹⁶²	Yb ¹⁶⁷
Co ^{60m}	1 ¹²⁹	La ¹³⁸	Po ^{203m}	Sb ¹¹⁶	Ta ¹⁸⁰	Tm ¹⁷⁵	Zr ⁹³
Cs ¹³⁵	in ¹¹²	Lu ¹⁷⁶	Pr ¹³⁶	Sb ¹¹⁷	Ta ^{182m}	U ^{nat}	
Cs ^{135m}	K ⁴⁰	Mn ⁵³	Pt ¹⁹³	Sb ¹²⁰	Ta ¹⁸⁶	U ^{ore}	
Er ¹⁶⁵	Kr ⁷⁴	Nb ⁸⁸	Pu ²³⁵	Sb ^{124m}	Tc ¹⁰¹	U ²³⁵	



ANEXO B: Límites Derivados de concentración de actividad en superficie⁶

Tabla 1: Límites derivados de contaminación superficial

Superficie	Clase de Radionucleido		
	A	B	C
Bq/cm ²			
Superficies y equipamiento en áreas controladas	30	300	3000
Superficies del cuerpo	3(b)	30	300
Áreas supervisada y de acceso a público, vestimenta y ropa de cama	3	30	300

(b) Uso de 1/10 del valor para emisores alfa.

Tabla 2: Clasificación de radionucleidos

Clase	Radionucleido
A	Se ⁷⁵ , Sr ⁸⁹ , I ¹²⁵ , I ¹³¹
B	C ¹¹ , N ¹³ , O ¹⁵ , F ¹⁸ , Cr ⁵¹ , Ga ⁶⁷ , Tc ^{99m} , In ¹¹¹ , In ^{113m} , I ¹²⁹ , Tl ²⁰¹
C	H ³ , C ¹⁴ , Xe ¹²⁷ , Xe ¹³³

⁶ ICRP Publication 57, 1990. Radiological protection of the worker in medicine and dentistry.



ANEXO C: PROGRAMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

- I. El Programa de Protección Radiológica enfocado a la exposición ocupacional deberá contener los siguientes aspectos, como mínimo:
 - 1) Responsabilidades por la seguridad y la protección radiológica ocupacional.
 - 2) Designación de zonas controladas y supervisadas, de acuerdo a las dosis anuales esperadas, al tipo de radiaciones existentes y a la influencia que el desempeño de los trabajadores pueda tener en la Protección y Seguridad Radiológica.
 - 3) Señalización con el uso de símbolos de advertencia y los controles de acceso apropiados.
 - 4) Reglas, procedimientos e instrucciones locales que deberán seguir los trabajadores mientras permanezcan y/o se desempeñen en la instalación.
 - 5) Disposiciones para la vigilancia radiológica de los trabajadores y puestos de trabajo:
 - a) Magnitudes a medir, incluyendo el método de medición, la frecuencia del monitoreo, equipamiento y localización de dichas mediciones.
 - b) Establecimiento de los niveles de investigación de dosis y las acciones a tomar cuando son excedidos.
 - c) Establecimiento de niveles de referencia y límites operacionales.
 - d) Procedimientos para el mantenimiento, verificación y/o calibración de los instrumentos de protección radiológica.
 - 6) Procedimientos para situaciones de emergencia.
 - 7) Sistema de registro y análisis del control de las exposiciones.
 - 8) Programa de enseñanza y capacitación del personal en protección y seguridad radiológica.
 - 9) Indicar servicios, tales como:
 - a) Monitoreo individual
 - b) Calibración de instrumentos
 - c) Mantenimientos y reparación del equipamiento
 - d) Gestión de desechos
 - 10) Procedimientos de descontaminación
 - 11) Disponer, dependiendo de la tarea, de elementos de protección para la manipulación de material radiactivo y que permitan minimizar las dosis del personal, tales como:
 - a) Blindajes (fijos, móviles, con vidrio plomado, entre otros)



- b) Guantes descartables
 - c) Máscaras protectoras
 - d) Contenedores blindados para transporte o almacenamiento temporal.
 - e) Pinzas
 - f) Kits de descontaminación adecuado al tipo de radionúclido presente en la instalación
 - g) Ropa protectora, cubre zapatos y gorros desechables
 - h) Equipamiento de protección radiológica.
- II. El Programa de Vigilancia Radiológica deberá considerar, tanto para las dependencias como para las personas y a objeto de determinar las tasas de exposición y/o presencia de contaminación radiactiva, los siguientes aspectos:
- 1) Vigilancia radiológica de rutina (Operación Normal)
 - 2) Vigilancia radiológica de una tarea (Operación Específica)
 - 3) Vigilancia radiológica especial (Investigación)
 - 4) Vigilancia radiológica individual, incluyendo:
 - a) Monitoreo periódico de la exposición externa:
 - i. Cuerpo entero, extremidades y cristalino
 - b) Evaluación periódica de la contaminación interna
 - c) Evaluación periódica de la contaminación en piel
 - 5) Vigilancia radiológica del lugar de trabajo, incluyendo:
 - a) Monitoreo de la Irradiación externa.
 - b) Monitoreo de Contaminación del aire.
 - c) Monitoreo de Contaminación superficial.
 - 6) Mantenimiento de los registros de la vigilancia radiológica y de las dosis individuales.
 - 7) Al término de todo procedimiento relacionado al uso de material radiactivo, se deberá medir la presencia de contaminación radiactiva de los trabajadores expuestos. En algunas operaciones puede resultar conveniente el empleo de dosímetro de lectura directa de manera adicional.
 - 8) Frecuencia de mediciones radiológicas



- III. Se deberá implementar procedimientos para la verificación periódica de la calidad de los auto-blindajes líquidos.
- IV. Se deberá implementar procedimientos de seguridad radiológica asociados al sistema de ventilación, que deberán incluir:
 - 1) Criterios de recambio de filtros.
 - 2) Procedimientos de recambio de filtros, teniendo en cuenta el decaimiento del material que pudiera estar retenido.
 - 3) Procedimientos de ensayos de celdas.
 - 4) Procedimiento para el recambio de la ventana (interna y/o externa) del blanco por rotura o por consideraciones de seguridad radiológica.
- V. La instalación deberá disponer de procedimientos y blindajes asociados al traslado interno de material radiactivo entre las dependencias de la instalación, a fin de minimizar las dosis recibidas del personal que realiza el transporte y de las demás personas que se desempeñan en la instalación.



ANEXO D: CONSIDERACIONES ACERCA DEL PERSONAL

En este anexo se detallan las posiciones que desarrollan tareas relevantes desde el punto de vista de la seguridad radiológica, las funciones y los requisitos que este deberá cumplir para poder cubrir cada puesto. Estas funciones y requisitos son generales y no exhaustivos, por lo cual las especificidades serán determinadas y reflejadas en las condiciones y exigencias de la autorización respectiva.

Funciones y requisitos de personal

1. Titular

- Coordinar las actividades de operación, mantenimiento y seguridad radiológica y física, de acuerdo a lo establecido en la documentación técnica de la instalación, la normativa de aplicación y la licencia de dicha instalación, emitida por el organismo regulador.
- Dirigir al personal de operaciones, mantenimiento y seguridad.
- Generar las condiciones necesarias para la seguridad de trabajadores, público y medioambiente.
- Aprobar y controlar los programas de capacitación, entrenamiento y reentrenamiento para el personal que lo requiera, de acuerdo a su función.
- Realizar las comunicaciones necesarias con la Autoridad Reguladora.
- En caso de emergencias radiológicas, coordinar todas las acciones y procedimientos a ser seguidos por el personal, de acuerdo a lo establecido en la documentación técnica de la instalación.
- Controlar, aprobar y mantener actualizada la documentación técnica de la instalación.
- Asegurar la ejecución de los programas de vigilancia y evaluación de dosis.

2. Operadores

- Reportar en forma inmediata al Titular acerca de cualquier anomalía operativa y, en caso de detectar situaciones que afecten la seguridad radiológica, efectuar comunicación inmediata al Oficial de Protección Radiológica (OPR).
- En caso de emergencias radiológicas, proceder según lo establecido en la documentación técnica de la instalación, poniéndose a disposición y asesorando al Titular y al OPR, a los fines de recobrar las condiciones seguras.
- Colaborar en la elaboración de documentación técnica en temas de su competencia.
- Llevar un Registro de Operación, en donde se registren, al menos, las condiciones operativas.

3. Oficial de Protección Radiológica

Las funciones del Oficial de Protección Radiológica están indicadas en la Normativa vigente y a continuación se presenta un detalle para aplicación de dicha normativa en Instalaciones de Ciclotrón:

- Realizar, de manera permanente, las tareas de vigilancia radiológica, de acuerdo a lo establecido en la documentación técnica de la instalación, la normativa de aplicación y la autorización emitida por la Autoridad Reguladora.



- Supervisar, de manera permanente, las medidas de control de la contaminación, de acuerdo a lo establecido en la documentación técnica de la instalación, la normativa de aplicación y la licencia emitida por la Autoridad Reguladora.
- Mantener operativos los sistemas de seguridad radiológica y física.
- Ejecutar actividades de descontaminación de personas, materiales o equipos que resulten necesarias.
- Evaluar los aspectos de seguridad radiológica y física de trabajadores, público y medioambiente durante las operaciones.
- Reportar en forma inmediata al Titular y avisar al Operador acerca de cualquier situación que pudiese afectar la seguridad radiológica de trabajadores, público o medioambiente.
- En caso de emergencias radiológicas, proceder según lo establecido en la documentación técnica de la instalación, poniéndose a disposición y asesorando al Titular y al personal de la instalación, ejecutando las medidas necesarias a los fines de recobrar las condiciones seguras.
- Colaborar en la elaboración de documentación técnica en temas de su competencia, manteniendo la misma actualizada.
- Llevar un Registro de Protección Radiológica, en donde se registren, al menos, la ejecución del programa de seguridad radiológica, la vigilancia radiológica rutinaria y no rutinaria, las pruebas de los sistemas de seguridad, la calibración del equipamiento de radioprotección, las situaciones anormales de operación, el personal afectado a la ejecución de dichas tareas, y las fechas correspondientes.
- Mantener calibrados los equipos de protección radiológica.

