

Empleo de la contabilidad y el control de materiales nucleares con fines de seguridad física nuclear en las instalaciones



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

COLECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DEL OIEA

La *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* trata de cuestiones de seguridad física nuclear relativas a la prevención y detección de actos delictivos o actos intencionales no autorizados que están relacionados con materiales nucleares, otros materiales radiactivos, instalaciones conexas o actividades conexas, o que vayan dirigidos contra ellos, así como a la respuesta a esos actos. Estas publicaciones son coherentes con los instrumentos internacionales de seguridad física nuclear como la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares y su Enmienda, el Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear, las resoluciones 1373 y 1540 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, y el Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas, y los complementan.

CATEGORÍAS DE LA COLECCIÓN DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR DEL OIEA

Las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* se clasifican en las subcategorías siguientes:

- Las **Nociones Fundamentales de Seguridad Física Nuclear**, que especifican el objetivo del régimen de seguridad física nuclear de un Estado y sus elementos esenciales. Estas Nociones Fundamentales sirven de base para las Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear.
- Las **Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear**, que establecen las medidas que los Estados deberían adoptar para alcanzar y mantener un régimen nacional de seguridad física nuclear eficaz y conforme a las Nociones Fundamentales de Seguridad Física Nuclear.
- Las **Guías de Aplicación**, que proporcionan orientaciones sobre los medios que los Estados pueden utilizar para aplicar las medidas enunciadas en las Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear. Estas guías se centran en cómo cumplir las recomendaciones relativas a esferas generales de la seguridad física nuclear.
- Las **Orientaciones Técnicas**, que ofrecen orientaciones sobre temas técnicos específicos y complementan las que figuran en las Guías de Aplicación. Estas orientaciones se centran en detalles relativos a cómo aplicar las medidas necesarias.

REDACCIÓN Y EXAMEN

En la preparación y examen de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* intervienen la Secretaría del OIEA, expertos de Estados Miembros (que prestan asistencia a la Secretaría en la redacción de las publicaciones) y el Comité de Orientación sobre Seguridad Física Nuclear (NSGC), que examina y aprueba los proyectos de publicación. Cuando procede, también se celebran reuniones técnicas de composición abierta durante la etapa de redacción a fin de que especialistas de los Estados Miembros y organizaciones internacionales pertinentes tengan la posibilidad de estudiar y debatir el proyecto de texto. Además, a fin de garantizar un alto grado de análisis y consenso internacionales, la Secretaría presenta los proyectos de texto a todos los Estados Miembros para su examen oficial durante un período de 120 días.

Para cada publicación, la Secretaría prepara los siguientes documentos, que el NSGC aprueba en etapas sucesivas del proceso de preparación y examen:

- un esquema y plan de trabajo en el que se describe la nueva publicación prevista o la publicación que se va a revisar y su finalidad, alcance y contenidos previstos;
- un proyecto de publicación que se presentará a los Estados Miembros para que estos formulen observaciones durante los 120 días del período de consultas;
- un proyecto de publicación definitivo que tiene en cuenta las observaciones de los Estados Miembros.

En el proceso de redacción y examen de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* se tiene en cuenta la confidencialidad y se reconoce que la seguridad física nuclear va indisolublemente unida a preocupaciones sobre la seguridad física nacional de carácter general y específico.

Un elemento subyacente es que en el contenido técnico de las publicaciones se deben tener en cuenta las normas de seguridad y las actividades de salvaguardias del OIEA. En particular, los Comités sobre Normas de Seguridad Nuclear pertinentes y el NSGC analizan las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* que se ocupan de ámbitos en los que existen interrelaciones con la seguridad tecnológica, conocidas como documentos de interrelación, en cada una de las etapas antes mencionadas.

EMPLEO DE LA CONTABILIDAD Y
EL CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES
CON FINES DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR
EN LAS INSTALACIONES

The following States are Members of the International Atomic Energy Agency:

AFGHANISTAN	GERMANY	PAKISTAN
ALBANIA	GHANA	PALAU
ALGERIA	GREECE	PANAMA
ANGOLA	GRENADA	PAPUA NEW GUINEA
ANTIGUA AND BARBUDA	GUATEMALA	PARAGUAY
ARGENTINA	GUYANA	PERU
ARMENIA	HAITI	PHILIPPINES
AUSTRALIA	HOLY SEE	POLAND
AUSTRIA	HONDURAS	PORTUGAL
AZERBAIJAN	HUNGARY	QATAR
BAHAMAS	ICELAND	REPUBLIC OF MOLDOVA
BAHRAIN	INDIA	ROMANIA
BANGLADESH	INDONESIA	RUSSIAN FEDERATION
BARBADOS	IRAN, ISLAMIC REPUBLIC OF	RWANDA
BELARUS	IRAQ	SAINT LUCIA
BELGIUM	IRELAND	SAINT VINCENT AND THE GRENADINES
BELIZE	ISRAEL	SAN MARINO
BENIN	ITALY	SAUDI ARABIA
BOLIVIA, PLURINATIONAL STATE OF	JAMAICA	SENEGAL
BOSNIA AND HERZEGOVINA	JAPAN	SERBIA
BOTSWANA	JORDAN	SEYCHELLES
BRAZIL	KAZAKHSTAN	SIERRA LEONE
BRUNEI DARUSSALAM	KENYA	SINGAPORE
BULGARIA	KOREA, REPUBLIC OF	SLOVAKIA
BURKINA FASO	KUWAIT	SLOVENIA
BURUNDI	KYRGYZSTAN	SOUTH AFRICA
CAMBODIA	LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC	SPAIN
CAMEROON	LATVIA	SRI LANKA
CANADA	LEBANON	SUDAN
CENTRAL AFRICAN REPUBLIC	LESOTHO	SWEDEN
CHAD	LIBERIA	SWITZERLAND
CHILE	LIBYA	SYRIAN ARAB REPUBLIC
CHINA	LIECHTENSTEIN	TAJKISTAN
COLOMBIA	LITHUANIA	THAILAND
CONGO	LUXEMBOURG	TOGO
COSTA RICA	MADAGASCAR	TRINIDAD AND TOBAGO
CÔTE D'IVOIRE	MALAWI	TUNISIA
CROATIA	MALAYSIA	TURKEY
CUBA	MALI	TURKMENISTAN
CYPRUS	MALTA	UGANDA
CZECH REPUBLIC	MARSHALL ISLANDS	UKRAINE
DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO	MAURITANIA	UNITED ARAB EMIRATES
DENMARK	MAURITIUS	UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND
DJIBOUTI	MEXICO	UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
DOMINICA	MONACO	UNITED STATES OF AMERICA
DOMINICAN REPUBLIC	MONGOLIA	URUGUAY
ECUADOR	MONTENEGRO	UZBEKISTAN
EGYPT	MOROCCO	VANUATU
EL SALVADOR	MOZAMBIQUE	VENEZUELA, BOLIVARIAN REPUBLIC OF
ERITREA	MYANMAR	VIET NAM
ESTONIA	NAMIBIA	YEMEN
ESWATINI	NEPAL	ZAMBIA
ETHIOPIA	NETHERLANDS	ZIMBABWE
FIJI	NEW ZEALAND	
FINLAND	NICARAGUA	
FRANCE	NIGER	
GABON	NIGERIA	
GEORGIA	NORTH MACEDONIA	
	NORWAY	
	OMAN	

The Agency's Statute was approved on 23 October 1956 by the Conference on the Statute of the IAEA held at United Nations Headquarters, New York; it entered into force on 29 July 1957. The Headquarters of the Agency are situated in Vienna. Its principal objective is "to accelerate and enlarge the contribution of atomic energy to peace, health and prosperity throughout the world".

COLECCIÓN DE
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° 25-G

EMPLEO DE LA CONTABILIDAD Y
EL CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES
CON FINES DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR
EN LAS INSTALACIONES

GUÍA DE APLICACIÓN

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2019

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor, que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización y, por lo general, dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena, Austria
fax: +43 1 26007 22529
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/books

© OIEA, 2019

Impreso por el OIEA en Austria
Noviembre de 2019
STI/PUB/1685

EMPLEO DE LA CONTABILIDAD Y
EL CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES
CON FINES DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR
EN LAS INSTALACIONES
OIEA, VIENA, 2019
STI/PUB/1685
ISBN 978-92-0-306818-5
ISSN 2521-1803

PRÓLOGO

El principal objetivo que asigna al OIEA su Estatuto es el de “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”. Nuestra labor supone a un tiempo prevenir la propagación de las armas nucleares y asegurar que la tecnología nuclear esté disponible con fines pacíficos en ámbitos como la salud o la agricultura. Es esencial que todos los materiales nucleares y otros materiales radiactivos, así como las instalaciones que los albergan, sean gestionados en condiciones de seguridad y estén debidamente protegidos contra todo acto delictivo o acto no autorizado intencional.

Aunque la seguridad física nuclear es una responsabilidad que incumbe a cada Estado, la cooperación internacional es básica para ayudar a los Estados a implantar y mantener regímenes eficaces de seguridad física nuclear. La función central que desempeña el OIEA para facilitar esta cooperación y prestar asistencia a los Estados goza de gran predicamento, fiel exponente de la amplitud de su composición, su mandato, sus singulares conocimientos técnicos y su dilatado historial de prestación de asistencia técnica a los Estados y asesoramiento especializado y práctico.

Desde 2006, el OIEA viene publicando obras de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* para ayudar a los Estados a instituir regímenes nacionales eficaces de seguridad física nuclear. Estas publicaciones son un complemento de los instrumentos jurídicos internacionales existentes en la materia, como la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares y su Enmienda, el Convenio Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear, las resoluciones 1373 y 1540 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas o el Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas.

En la elaboración de estas orientaciones participan activamente expertos de los Estados Miembros del OIEA, lo que garantiza que den cuenta de un sentir consensuado sobre las buenas prácticas en materia de seguridad física nuclear. El Comité de Orientación sobre Seguridad Física Nuclear del OIEA, establecido en marzo de 2012 e integrado por representantes de los Estados Miembros, examina y aprueba los borradores de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear* a medida que se van elaborando.

El OIEA seguirá trabajando con sus Estados Miembros para que los beneficios derivados del uso pacífico de la tecnología nuclear se hagan realidad y deparen mayores cotas de salud, bienestar y prosperidad a las poblaciones del mundo entero.

NOTA EDITORIAL

Las orientaciones publicadas en la Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA no son vinculantes para los Estados; no obstante, los Estados pueden servirse de ellas como ayuda para cumplir sus obligaciones en virtud de los instrumentos jurídicos internacionales así como para cumplir sus responsabilidades en materia de seguridad física nuclear en el Estado. Las orientaciones en las que se usan formas verbales condicionales tienen por fin presentar buenas prácticas internacionales e indicar un consenso internacional en el sentido de que es necesario que los Estados adopten las medidas recomendadas o medidas alternativas equivalentes.

Los términos relacionados con la seguridad física han de entenderse según las definiciones contenidas en la publicación en que aparecen, o en las orientaciones más generales que la publicación concreta complementa. En los demás casos, las palabras se emplean con el significado que se les da habitualmente.

Los apéndices se consideran parte integrante de la publicación. El material que figura en un apéndice tiene la misma jerarquía que el texto principal. Los anexos se usan para dar ejemplos prácticos o facilitar información o explicaciones adicionales. Los anexos no son parte integrante del texto principal.

Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni el OIEA ni sus Estados Miembros asumen responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse de su uso.

El uso de determinadas denominaciones de países o territorios no implica juicio alguno por parte de la entidad editora, el OIEA, sobre la situación jurídica de esos países o territorios, sus autoridades e instituciones o la delimitación de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas o productos específicos (se indiquen o no como registrados) no implica ninguna intención de violar derechos de propiedad ni debe interpretarse como una aprobación o recomendación por parte del OIEA.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1–1.6)	1
	Objetivo (1.7)	3
	Ámbito de aplicación (1.8–1.11)	4
	Estructura (1.12–1.13)	4
2.	MARCO REGULADOR DEL SISTEMA DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES (2.1)	5
	Consideraciones específicas sobre la contabilidad y el control de materiales nucleares en el marco regulador del Estado (2.2)	6
	Autorización y licenciamiento (2.3–2.5)	6
	Supervisión reglamentaria de las instalaciones por las autoridades competentes (2.6–2.8)	7
3.	ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES CON FINES DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR (3.1)	8
	Objetivos de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares (3.2–3.3)	8
	Uso complementario de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares, los sistemas de protección física y los demás sistemas de las instalaciones para detectar y disuadir la retirada no autorizada de materiales nucleares (3.4–3.8)	9
	Determinación de los criterios de seguridad física nuclear para la evaluación de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares de las instalaciones (3.9–3.16)	11
	La función de la autoridad competente (3.17–3.18)	12
4.	ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES A NIVEL DE LAS INSTALACIONES (4.1–4.3)	13
	Gestión de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares (4.4–4.32)	14
	Registros (4.33–4.59)	23

Realización del inventario físico de los materiales nucleares (4.60–4.81)	31
Mediciones y control de su calidad (4.82–4.107)	38
Control de materiales nucleares (4.108–4.145)	44
Traslado de materiales nucleares (4.146–4.160)	57
Detección, investigación y solución de irregularidades (4.161–4.168)	62
Evaluación y pruebas de funcionamiento del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares (4.169–4.180)	65
REFERENCIAS	69
BIBLIOGRAFÍA	71
GLOSARIO	73

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. En la presente publicación se proporcionan orientaciones que los Estados podrán aplicar voluntariamente para mejorar la seguridad física nuclear a nivel de las instalaciones nucleares por medio de sus sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares. En diversas publicaciones relacionadas con la seguridad física nuclear se expone la necesidad de utilizar esos sistemas para sustentar la seguridad física nuclear y se incluyen requisitos y recomendaciones para que la contabilidad y el control de materiales nucleares contribuyan a la seguridad física de las instalaciones nucleares. El 28 de abril de 2004, el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas aprobó por unanimidad la resolución 1540 [1], relativa a la no proliferación de armas de destrucción en masa. Actuando en virtud del Capítulo VII de la Carta de las Naciones Unidas, en ella se establece que todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas deben, entre otras cosas, “a) [e]stablecer y mantener medidas apropiadas y eficaces para contabilizar [los materiales nucleares] y garantizar su seguridad en la producción, el uso, el almacenamiento o el transporte; [y] b) [e]stablecer y mantener medidas apropiadas y eficaces de protección física”. La Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares (CPFMN) de 1980 [2] es el único instrumento internacional jurídicamente vinculante en materia de protección física de los materiales nucleares, comprendida la protección durante el transporte internacional, en el que se disponen medidas relacionadas con la prevención, el descubrimiento y el castigo de los delitos relacionados con los materiales nucleares. Además, en la Enmienda de la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares de 2005 se amplía el ámbito de aplicación de la CPFMN para que abarque también las instalaciones nucleares y los materiales nucleares objeto de uso, almacenamiento y transporte en el territorio nacional con fines pacíficos, así como el sabotaje. En *Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear sobre la Protección Física de los Materiales y las Instalaciones Nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)* [3], publicado en 2012 en la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*, se define la función de la contabilidad y el control de materiales nucleares en el marco de la seguridad física nuclear de las instalaciones nucleares y su contribución recomendada a ese respecto (en los párrafos 3.17, 3.19, 3.26, 3.28, 3.36, 3.47, 4.10, 4.11, 4.57, 4.58 y 5.19, y en la sección “Definiciones”). (En la presente publicación, por “instalación nuclear” se entiende la definición del término que figura en la referencia [3]. Con la expresión “a nivel de las instalaciones”, que a menudo se acorta a “instalaciones”

para facilitar la lectura, se pretende establecer una diferencia con respecto a la expresión “a nivel de los Estados”.)

1.2. Las orientaciones que figuran en esta publicación no son jurídicamente vinculantes y su propósito no es en ningún caso aumentar, reducir, modificar o suspender los derechos y obligaciones del OIEA y los Estados Miembros que se definen en los acuerdos de salvaguardias pertinentes o en los instrumentos internacionales jurídicamente vinculantes en materia de seguridad física nuclear. Los Estados Miembros deberían velar por que la aplicación de las orientaciones de esta publicación no sea contraria al cumplimiento de las obligaciones que les corresponden en virtud de los acuerdos de salvaguardias del OIEA pertinentes ni interfiera con ese cumplimiento.

1.3. Esta publicación se centra en las medidas dirigidas a prevenir y mitigar los riesgos que plantean las amenazas de agentes internos. En ella se describen los elementos de un programa que puede aplicarse en una instalación nuclear a efectos de detección y disuasión de la retirada no autorizada de materiales nucleares en coordinación con los demás sistemas existentes a nivel de las instalaciones, como los sistemas operacionales, de protección física y de monitorización radiológica y de la contaminación radiactiva. Las funcionalidades o mejoras que tienen una importancia especial para mitigar las amenazas internas se destacan en diversas secciones de la publicación bajo el epígrafe “Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear”.

1.4. Las medidas de seguridad física nuclear están concebidas para proteger las instalaciones y los materiales nucleares frente a posibles adversarios, por ejemplo, agentes no estatales que se encuentren dentro o fuera de las instalaciones nucleares. (Históricamente, el término “protección física” se ha utilizado para describir lo que ahora se conoce como la seguridad física nuclear de los materiales y las instalaciones nucleares [3].) En la Guía de Aplicación titulada *Preventive and Protective Measures against Insider Threats* [4], el término “adversario” se define como cualquier individuo que cometa o trate de cometer un acto doloso. Un agente interno que actúe con fines dolosos será todo adversario que tenga acceso autorizado a una instalación nuclear o a materiales nucleares objeto de transporte, tenga conocimiento de información sensible o de las operaciones y disponga de tiempo suficiente para cometer un acto doloso. Los agentes internos pueden ser directores de las instalaciones, contratistas, empleados temporales o empleados de otras organizaciones que desempeñan su labor en esferas relacionadas con las instalaciones nucleares, como la contabilidad y el control de materiales nucleares, la protección física, la administración, el mantenimiento o las operaciones.

1.5. En el ámbito de las instalaciones nucleares, los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares ayudan a detectar y disuadir la retirada no autorizada de materiales nucleares manteniendo un inventario de todos los materiales nucleares, en el que también se incluye información sobre la ubicación de estos. Dichos sistemas deberían contener además información relativa a la composición isotópica, la cantidad, el tipo, la ubicación, el empleo y el traslado. Si en un sistema se indica la retirada no autorizada o la utilización de manera no autorizada de materiales nucleares, este debería tener la capacidad de hacer saltar una alarma y poner en marcha una respuesta. Un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares eficaz podrá detectar las actividades dolosas de agentes internos que atañan a materiales nucleares y contribuirá a la evaluación adecuada de las irregularidades que guarden relación con esos materiales. En caso de que se produzca una retirada no autorizada de material nuclear de una instalación nuclear, el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares permite que se determinen la cantidad y las características del material retirado.

1.6. El funcionamiento coordinado y complementario de los sistemas de protección física y los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares es importante para la seguridad física nuclear. En la referencia [3] se recomienda que ambos tipos de sistemas se organicen con el fin de sustentar una defensa en profundidad y mejorar la detección de la retirada no autorizada de materiales nucleares. La entidad explotadora es la responsable en última instancia de la protección de los materiales nucleares [3].

OBJETIVO

1.7. El objetivo de la presente publicación es describir la manera de utilizar un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares en una instalación nuclear con el propósito de mejorar la seguridad física nuclear mediante la detección oportuna de las retiradas no autorizadas de materiales nucleares y la disuasión de tales actos. El objetivo primordial de un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares es mantener y comunicar información exacta, oportuna, completa y fiable sobre todas las actividades y operaciones (incluidos los traslados) concernientes a los materiales nucleares. Esta información debe comprender las ubicaciones, cantidades y características de los materiales nucleares presentes en la instalación nuclear. El objetivo es mantener el control de los materiales nucleares para asegurar la continuidad de los conocimientos y de ese modo fomentar la capacidad de disuasión y detección de la retirada no autorizada de materiales nucleares.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.8. En esta publicación se proporcionan orientaciones sobre la evaluación y, cuando corresponda, la mejora de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares a fin de cumplir los objetivos de un Estado en materia de seguridad física nuclear a nivel de las instalaciones nucleares [3]. Las orientaciones están destinadas a la autoridad competente [3] del Estado y a las entidades explotadoras de cualquier tipo de instalación nuclear. El ámbito de aplicación de la publicación se circunscribe a los materiales nucleares, aunque los principios generales se aplican a la seguridad física de los materiales radiactivos distintos de los materiales nucleares. La aplicación de las medidas puede variar en función de las posibles consecuencias de la retirada no autorizada de esos materiales.

1.9. En la presente publicación no se aborda la seguridad tecnológica de las instalaciones o los materiales nucleares. En las normas de seguridad del OIEA, que se publican en el marco de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, se disponen los requisitos en materia de protección y seguridad radiológicas para las instalaciones nucleares y las actividades conexas, así como las recomendaciones para el cumplimiento de esos requisitos.

1.10. No todas las secciones de la presente publicación son pertinentes para todas las instalaciones nucleares.

1.11. Puede que los Estados o las entidades explotadoras de las instalaciones tengan que mejorar sus capacidades con relación a los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares para abordar plenamente los objetivos de seguridad física nuclear. En esta publicación se ofrecen orientaciones a este respecto. Los Estados deberían supervisar íntegramente el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares.

ESTRUCTURA

1.12. Tras esta introducción, en las secciones 2 a 4 se describen los principios generales de la contabilidad y el control de materiales nucleares, así como su aplicación a la seguridad física nuclear de las instalaciones nucleares. En la sección 2 se trata la relación entre el marco regulador y el empleo del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares con fines de seguridad física nuclear y, a ese respecto, se orienta sobre el licenciamiento, la supervisión y el cumplimiento. En la sección 3 se aborda la optimización del sistema de

contabilidad y control de materiales nucleares a nivel de las instalaciones, comprendida la evaluación de la contribución de la contabilidad y el control de materiales nucleares a la eficacia general de la seguridad física nuclear, y la coordinación en el ámbito de las instalaciones de este con otros sistemas, como el sistema de protección física, a fin de detectar y disuadir la retirada no autorizada de materiales nucleares. En la sección 4 se expone la contribución de los elementos y prácticas de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares (incluida una descripción de las condiciones para los traslados de material nuclear desde una instalación o dentro de esta) al cumplimiento de los objetivos en materia de seguridad física nuclear en las siguientes esferas:

- estructuras de dirección;
- registros e informes;
- realización del inventario físico de los materiales nucleares;
- mediciones y control de su calidad;
- control de materiales nucleares;
- traslados de material nuclear;
- detección, investigación y solución de irregularidades;
- gestión de la calidad.

1.13. En la sección “Definiciones” figuran las definiciones de una serie de términos. En los casos en que proceden de una publicación, se indica la referencia correspondiente. Cabe señalar que, en algunos casos, puede haber términos idénticos o similares cuya definición es distinta en otros contextos. Cuando esto ocurre, se indica en el texto en la primera ocasión en que aparece el término en cuestión.

2. MARCO REGULADOR DEL SISTEMA DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES

2.1. En lo que respecta a las instalaciones, el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares se establece en el contexto de un marco regulador nacional y opera bajo el control de la autoridad competente del Estado. En los documentos titulados *Manual de derecho nuclear* [5] y *Manual de derecho nuclear: Legislación de aplicación* [6] se proporcionan las orientaciones del OIEA en materia de derecho nuclear y legislación de aplicación, con inclusión de aspectos relativos a la seguridad física nuclear.

CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LA CONTABILIDAD Y EL CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES EN EL MARCO REGULADOR DEL ESTADO

2.2. En el marco regulador de todo Estado deberían establecerse los requisitos para el diseño y funcionamiento de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares a nivel de las instalaciones nucleares, también en relación con la seguridad física nuclear. Esos requisitos en materia de seguridad física nuclear deberían basarse en un enfoque graduado similar al que se aplica a la protección física [3] en lo concerniente al rigor de las medidas que deben adoptarse en función del atractivo y la cantidad de material nuclear presente en las instalaciones. El Estado puede incorporar elementos de estas orientaciones en su marco regulador según proceda.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIAMIENTO

2.3. Toda entidad explotadora que desee llevar a cabo actividades que entrañen el uso de materiales nucleares debería obtener la autorización de la autoridad competente del Estado (por ejemplo, una licencia) en relación con la instalación nuclear antes de iniciar la explotación o recibir materiales nucleares. A fin de obtener una licencia para poseer materiales nucleares, la entidad explotadora debería demostrar, entre otras cosas, que ha desarrollado un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares eficaz con arreglo a:

- la legislación que rige la producción, el tratamiento, la utilización, la manipulación y el almacenamiento o la disposición final de materiales nucleares;
- los reglamentos, normas y órdenes;
- los documentos de orientación en que se proponen posibles enfoques para la aplicación.

2.4. El Estado o la autoridad competente debería incluir el requisito de presentar una evaluación del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares a nivel de las instalaciones entre sus consideraciones para la concesión de licencias. La autoridad del Estado y las entidades explotadoras pueden adoptar diversos enfoques para realizar esas actividades. Las instalaciones deberían documentar las evaluaciones de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y demostrar su capacidad de detectar y disuadir la retirada no autorizada de materiales nucleares. La entidad explotadora tiene la responsabilidad de aplicar

el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares durante toda la vida útil de la instalación nuclear.

2.5. Tanto la autoridad competente del Estado como las entidades explotadoras deben reconocer la importancia de aplicar la contabilidad y el control de materiales nucleares con fines de seguridad física nuclear. En el contexto de la cultura de la seguridad física nuclear se debería dar a conocer la importante contribución de la contabilidad y el control de materiales nucleares a la seguridad física nuclear.

SUPERVISIÓN REGLAMENTARIA DE LAS INSTALACIONES POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES

2.6. Los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares de las instalaciones deberían estar sujetos a la supervisión de la autoridad competente del Estado. En el marco de esta supervisión deberían inspeccionarse y evaluarse periódicamente las contribuciones de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares al cumplimiento de los objetivos de la instalación en materia de seguridad física nuclear.

2.7. La supervisión de las instalaciones nucleares por la autoridad competente no debería limitarse a la realización de inspecciones. La autoridad competente también puede basar su supervisión en la información que presenten las entidades explotadoras de las instalaciones nucleares si lo permite el marco regulador vigente del Estado. Esta información debería comprender informes contables, informes de balance de materiales, informes de cambios en el inventario, notificaciones de incidentes, solicitudes de licencias y otros documentos pertinentes. La observación de las operaciones rutinarias o las autoevaluaciones de las instalaciones también pueden proporcionar información útil a la autoridad competente. Todas estas informaciones pueden servir para evaluar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios por parte de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares de las instalaciones y pueden ser necesarias para organizar, preparar y realizar inspecciones.

2.8. Todo incumplimiento de la entidad explotadora de una instalación nuclear en cuanto a la explotación en condiciones de seguridad física y el mantenimiento de una contabilidad precisa y un control eficaz de los materiales nucleares debería estar sujeto a la aplicación de medidas reguladoras proporcionadas a la gravedad del incumplimiento de los requisitos reglamentarios del Estado.

3. ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES CON FINES DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

3.1. En esta sección se exponen los principios generales y los objetivos de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares a nivel de las instalaciones, cuya aplicación refuerza la seguridad física nuclear. Los elementos de los sistemas y sus medidas de aplicación conexas se describen en la sección 4.

OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES

3.2. Los objetivos principales de todo sistema de contabilidad y control de materiales nucleares son los siguientes:

- mantener y comunicar información exacta, oportuna, completa y fiable sobre las ubicaciones, cantidades y características de los materiales nucleares presentes en la instalación;
- mantener el control de los materiales nucleares para asegurar la continuidad de los conocimientos y fomentar de ese modo la capacidad de disuasión y detección de las retiradas no autorizadas;
- sentar las bases para la investigación y solución sin demora de cualquier irregularidad que indique una posible pérdida de materiales nucleares, prestar asistencia para determinar si se ha producido una retirada no autorizada, y preparar un inventario de emergencia, si procede;
- proporcionar información útil para la recuperación de los materiales nucleares desaparecidos.

3.3. A fin de detectar oportunamente la retirada no autorizada de materiales nucleares, todo sistema de contabilidad y control de materiales nucleares eficaz también debería:

- tener la capacidad de prestar asistencia en la detección del uso indebido del equipo de tratamiento o manipulación de la instalación, que podría dar lugar a la retirada no autorizada de materiales nucleares;
- servir de medio disuasorio mediante su capacidad de detectar las actividades de agentes internos que atañan a materiales nucleares, en caso de que se produzcan.

USO COMPLEMENTARIO DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES, LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN FÍSICA Y LOS DEMÁS SISTEMAS DE LAS INSTALACIONES PARA DETECTAR Y DISUADIR LA RETIRADA NO AUTORIZADA DE MATERIALES NUCLEARES

3.4. La contribución a la seguridad física nuclear de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares se debe principalmente a su capacidad de mantener conocimientos precisos sobre los tipos, las cantidades y las ubicaciones de los materiales nucleares presentes en las instalaciones, de realizar un inventario físico eficaz de los materiales nucleares y, en determinados casos, de garantizar que las actividades relacionadas con los materiales nucleares han contado con la autorización pertinente. La información relativa a la contabilidad y el control de materiales nucleares debería estar sujeta a los requisitos reglamentarios o los requisitos específicos de la instalación en materia de seguridad de la información (por ejemplo, un plan de seguridad de la información específico de la instalación).

3.5. Como se señala en los párrafos 3.2 y 3.3 de la referencia [3], uno de los objetivos de la seguridad física nuclear a nivel de las instalaciones nucleares es detectar oportunamente cualquier retirada no autorizada de materiales nucleares y disuadir por medio de esa capacidad cualquier acto doloso que pueda cometer un adversario interno. El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y el sistema de protección física son dos sistemas independientes que deberían complementarse para lograr el objetivo en materia de seguridad física nuclear de detectar oportunamente y disuadir la retirada no autorizada de materiales nucleares. Si bien cada sistema tiene sus propios requisitos y objetivos, ambos son importantes para la seguridad física nuclear.

3.6. Deberían determinarse y documentarse con claridad las responsabilidades en materia de seguridad física nuclear y las funciones de cada sistema en una instalación determinada para garantizar que las responsabilidades no se solapan, y más importante aún, que no se ha omitido ninguna responsabilidad. Para lograr una seguridad física nuclear eficaz que sea compatible con las recomendaciones formuladas en la referencia [3] deberían coordinarse las actividades del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y el sistema de protección física cuando proceda, por ejemplo, al investigar una irregularidad que pueda ser indicio de una retirada no autorizada de materiales nucleares. No obstante, la separación de las funciones y responsabilidades de ambos sistemas es una buena práctica. No debería pasarse por alto la posibilidad de que el agente interno que actúe con fines dolosos sea un trabajador con responsabilidades en la esfera de la contabilidad y el control de materiales nucleares o de la protección física. El

personal de contabilidad y control de materiales nucleares no debería tener acceso a los dispositivos y sistemas de protección física si no cuenta con la autorización del departamento de protección física. Aunque la información relativa a los inventarios y las ubicaciones de los materiales nucleares es necesaria para el diseño y la aplicación de los sistemas de protección física, no debería permitirse el acceso del personal de protección física a los registros y sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares si no cuenta con la autorización del departamento de contabilidad y control de materiales nucleares. El acceso a la información detallada de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física sobre las cantidades y ubicaciones de los materiales nucleares y, en particular, a la información relativa a las vulnerabilidades y el diseño de esos sistemas, debería circunscribirse a las personas autorizadas que dispongan de una aprobación concedida con arreglo al principio de la necesidad de saber.

3.7. Los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física deberían coordinarse con los demás sistemas de las instalaciones que puedan contribuir a la disuasión y detección de la retirada no autorizada de materiales nucleares (por ejemplo, operaciones, protección radiológica, seguridad con respecto a la criticidad, protección ambiental, salud y seguridad del personal y gestión de desechos). A continuación, se enumeran una serie de equipos empleados en las operaciones o con otros fines que también podrían contribuir a la detección de la retirada no autorizada de materiales nucleares:

- medidores de flujo;
- espectrómetros de masas;
- indicadores del nivel de las cisternas;
- equipo de análisis no destructivo;
- balanzas diseñadas para vigilar las cantidades y concentraciones de los materiales nucleares;
- equipo de videovigilancia;
- equipo de monitorización radiológica y control de la contaminación.

3.8. El equipo operacional o de seguridad tecnológica también puede emplearse para detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares si se configura de manera que salte una alarma en caso de que se trasladen materiales nucleares o se vulnere la contención de estos, siempre que se esté en condiciones de responder adecuadamente ante tales alarmas. Deberían adoptarse medidas para dar garantías de que el equipo empleado para la detección de la retirada no autorizada de materiales nucleares no ha sido objeto de manipulaciones o sabotajes.

DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES DE LAS INSTALACIONES

3.9. Los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares de las instalaciones deberían diseñarse con el propósito de satisfacer todas las obligaciones jurídicas adquiridas en virtud de los acuerdos de salvaguardias y cumplir los objetivos en materia de seguridad física nuclear reseñados en los párrafos 3.2. y 3.3. Además, deberían tomar en consideración los requisitos establecidos por la autoridad del Estado, la definición de amenaza de esta autoridad y las recomendaciones formuladas en la referencia [3] y registrar las cantidades de materiales nucleares presentes en la instalación y el atractivo de estos, en función de su composición isotópica y química, forma física y concentración de elementos fisibles. Estos sistemas también deberían diseñarse de modo que sean eficaces en las operaciones rutinarias de la instalación, en condiciones de emergencia y en sucesos relacionados con la seguridad física nuclear.

3.10. Al diseñar un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares para su aplicación con fines de seguridad física nuclear debería aplicarse un enfoque graduado [3] para asegurarse de que las medidas elegidas sean proporcionadas a las posibles consecuencias de la retirada no autorizada de materiales nucleares.

3.11. Los requisitos relativos a los criterios y el funcionamiento de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares se establecen en el marco del contexto general de la seguridad física nuclear y son especialmente útiles para evaluar el sistema de seguridad física nuclear en relación con las posibles amenazas de agentes internos. En esos criterios deberían considerarse los distintos tipos de materiales nucleares y los plazos para la detección de su retirada no autorizada.

3.12. Uno de los objetivos de las medidas de seguridad física nuclear de una instalación es disuadir y detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares, aunque se trate de una sola unidad. (A los efectos de la contabilidad y el control de materiales nucleares, una unidad es todo contenedor, pieza o cantidad de material nuclear que cuente con una identificación propia, sea independiente y único, y cuya presencia e integridad puedan verificarse visualmente.)

3.13. La autoridad competente debería establecer criterios; por ejemplo, debería determinar cuáles son los plazos para la detección de una cantidad de material

nuclear determinada en caso de que haya sido objeto de una retirada no autorizada. Para definir esos plazos y cantidades deberían tenerse en cuenta diversos tipos de material nuclear y las posibles consecuencias de su uso no autorizado.

3.14. Al determinar la cantidad de material nuclear que podría ser retirada por medios no autorizados, la autoridad competente podría considerar los valores que figuran en el cuadro de categorización de los materiales nucleares a efectos de protección física de la referencia [3]. En la práctica, a fin de determinar la cantidad detectable por el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares también deberían tenerse en cuenta factores generales, como la evaluación de la amenaza del Estado en cuestión; factores específicos, como los tipos y cantidades de los materiales nucleares presentes (por ejemplo, las composiciones isotópicas, los compuestos químicos, las formas físicas, las concentraciones y los tipos de matrices); y el alcance de las actividades nucleares realizadas en la instalación.

3.15. En el marco de la aplicación del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares de la instalación deberían preverse tanto situaciones en que el material nuclear se obtiene por medio de una acción aislada (robo repentino), como situaciones en que el material se obtiene en pequeñas cantidades y por medio de varias acciones (robo prolongado).

3.16. Se deberían evaluar situaciones hipotéticas con adversarios a fin de determinar si el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares cumple los objetivos exigidos de seguridad física nuclear de detectar actividades de agentes internos y posibilitar respuestas que eviten la retirada no autorizada de materiales nucleares.

LA FUNCIÓN DE LA AUTORIDAD COMPETENTE

3.17. Las medidas de seguridad física nuclear deberían mantenerse en condiciones que les permitan cumplir los reglamentos del Estado y responder eficazmente al requisito del Estado de detectar oportunamente la retirada no autorizada de materiales nucleares. Con el fin de asegurar estas condiciones, la autoridad competente debería exigir a los explotadores de las instalaciones nucleares la realización de evaluaciones basadas en pruebas de funcionamiento que debería examinar posteriormente. En este examen de la autoridad competente se debería evaluar si las situaciones hipotéticas con adversarios consideradas son exhaustivas, la metodología empleada es adecuada y las conclusiones son correctas, en concreto las relativas a la eficacia alcanzada mediante elementos de detección múltiples.

3.18. Si se determina que es necesario mejorar la eficacia del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares, del sistema de protección física, o de ambos, la autoridad competente podría exigir a la entidad explotadora la adopción de medidas adicionales, según se indica *supra*.

4. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES A NIVEL DE LAS INSTALACIONES

4.1. En esta sección se presentan los elementos indispensables para el funcionamiento eficaz de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares e importantes para la mejora de la seguridad física nuclear de las instalaciones. Los objetivos de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares se cumplen mediante el funcionamiento y la interacción de sus elementos. Los distintos elementos, como por ejemplo, los sistemas de registro, deberían ser redundantes, de manera que el fallo de un elemento pueda compensarse con otros y no dé lugar a un fallo general del sistema. Las medidas de contabilidad y control de materiales nucleares aplicadas en las instalaciones con material en forma de unidades (por ejemplo, reactores) pueden ser distintas de las aplicadas en las instalaciones de manipulación de materiales a granel (por ejemplo, plantas de conversión o de fabricación de combustible).

4.2. Todo sistema de contabilidad y control de materiales nucleares integra una serie de elementos; unos están claramente destinados al control, otros a la contabilidad y otros a ambas tareas. La eficacia global del sistema depende de la eficacia y la interacción de sus distintos elementos (que se tratan en esta sección).

4.3. Todos los elementos de un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares contribuyen a la seguridad física nuclear. No obstante, en lo sucesivo se destacarán las funcionalidades o mejoras que tienen una importancia especial para mitigar las amenazas internas bajo el epígrafe “Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear”. Estos aspectos ayudarán a los explotadores de instalaciones nucleares a mantener la capacidad de detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares de su instalación.

GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES

4.4. Este elemento engloba la estructura, la documentación y procedimientos, las funciones y responsabilidades, el control de los cambios y la dotación de personal y capacitación. Mediante una organización y gestión eficaces se ofrecerán más garantías de la capacidad del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares para detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares de la instalación, lo que mejorará la seguridad física nuclear. El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares debería estar sujeto a un programa de sostenibilidad que vele por su eficacia a largo plazo.

Estructura organizativa

4.5. La entidad explotadora debería designar un director de contabilidad y control de materiales nucleares, a quien debería encomendar la responsabilidad de la contabilidad y el control de todos los materiales nucleares presentes en la instalación¹. Este director debería estar facultado para comunicarse de forma directa con el director general de la instalación, al que corresponde en último término la responsabilidad de proteger y controlar el material nuclear. Además, el director debería mantener su independencia respecto de las organizaciones que se encargan de la manipulación, el tratamiento o el almacenamiento de los materiales nucleares en la instalación para evitar que puedan influir sobre sus decisiones con relación a la contabilidad y el control de materiales nucleares. Debería elaborarse un organigrama en que se determine con claridad la relación entre la dependencia de contabilidad y control de materiales nucleares y las demás dependencias institucionales de la instalación.

4.6. Las funciones y responsabilidades del director y el personal de contabilidad y control de materiales nucleares deberían definirse y documentarse con claridad. Deberían asignarse recursos suficientes para garantizar la eficacia del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares. Todo el personal de la instalación

¹ En la publicación titulada *Nuclear Material Accounting Handbook* [7] se hace referencia a la dependencia encargada de la contabilidad y el control de materiales nucleares de una instalación con la expresión *Nuclear Material Control Unit* (dependencia de control de los materiales nucleares). Las expresiones “director de contabilidad y control de materiales nucleares” y “director de la dependencia de contabilidad y control de materiales nucleares” hacen referencia a la persona responsable de la contabilidad y el control de materiales nucleares en una instalación o al puesto que asume esta responsabilidad. En instalaciones pequeñas, puede que esta persona tenga otras responsabilidades adicionales.

cuya labor esté relacionada con materiales nucleares debería ser consciente de la contribución de sus acciones a la eficacia de la contabilidad y el control. Asimismo, el director de contabilidad y control de materiales nucleares debería tener conocimiento de las actividades que atañen a los materiales nucleares y la información conexas, comprendidas las actividades realizadas por otros departamentos y contratistas que no sean empleados de la instalación, y debería llevar a cabo labores de supervisión según proceda.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.7. La función del director de contabilidad y control de materiales nucleares es una de las más importantes para la instalación. La persona escogida debería disponer del nivel adecuado de formación y capacitación para satisfacer los requisitos del puesto. Además, debería estar capacitada en materia de amenazas de agentes internos y ser plenamente consciente de la contribución de la contabilidad y el control de materiales nucleares a la seguridad física nuclear. El director de contabilidad y control de materiales nucleares debería ser independiente de los directores de los demás departamentos de la instalación para evitar posibles influencias indebidas que puedan poner en peligro la eficacia del programa de seguridad física nuclear.

Funciones y responsabilidades del director y el personal de contabilidad y control de materiales nucleares

4.8. El director y el personal de contabilidad y control de materiales nucleares tienen la responsabilidad de mantener el sistema de registro empleado por la instalación para documentar todos los materiales nucleares presentes en ella y hacer un seguimiento de estos, comprendidos los inventarios y los traslados. El personal de contabilidad y control de materiales nucleares debería desarrollar procedimientos específicos para la instalación que transmitan los requisitos de esta esfera al personal de operaciones. Además, debería impartir una capacitación adecuada en materia de contabilidad y control de materiales nucleares a todo el personal de la instalación para asegurar la calidad y el estado de la aplicación de los requisitos mencionados. Se debería establecer y mantener una relación de trabajo sólida entre el departamento de contabilidad y control de materiales nucleares y otros departamentos, como los encargados de la protección física, las operaciones, la seguridad radiológica y el laboratorio analítico, u otros grupos encargados de las mediciones.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.9. Mediante la gestión de la instalación se debería fomentar y asegurar el mantenimiento de una relación de trabajo sólida entre el departamento de contabilidad y control de materiales nucleares y los demás departamentos que participan en actividades relacionadas con materiales nucleares. Todo el personal de la instalación debería conocer con claridad la importancia de la contabilidad y el control de materiales nucleares para la seguridad física nuclear. El personal de contabilidad y control de materiales nucleares debería ser consciente de la importancia que tienen la precisión y los requisitos relativos a los plazos del sistema de registros de contabilidad y control de materiales nucleares. Todos los requisitos en materia de contabilidad y el control de materiales nucleares deberían describirse claramente y aplicarse por medio de procedimientos específicos de la instalación.

4.10. Las funciones en materia de contabilidad y control de materiales nucleares deberían asignarse de modo que las actividades realizadas por una persona o un departamento sirvan para controlar y verificar las actividades realizadas por otras personas o departamentos. Si bien es posible que el personal de la instalación que no desempeñe su labor en la esfera de la contabilidad y el control de materiales nucleares (incluidos los contratistas) participe en la manipulación y el traslado de materiales nucleares, la responsabilidad del control y la contabilidad de estos debería seguir recayendo sobre el departamento de contabilidad y control de materiales nucleares.

4.11. Cuando sea posible, deberían segregarse las funciones y las responsabilidades relativas a los materiales nucleares, y la segregación de tareas debería bastar para disuadir y detectar la comisión de actos dolosos por agentes internos y el uso indebido del material nuclear. El proceso relativo a los materiales nucleares y la información conexas se divide en etapas mediante el enfoque de la segregación de tareas, y cada etapa se asigna a una persona que actúa de manera independiente. Por ejemplo, una persona podría calibrar una balanza para hacer una medición del peso de un contenedor de materiales nucleares y otra persona, que actuaría por separado, introduciría los resultados de la medición en un registro. La segregación de tareas y las comprobaciones múltiples de los datos y operaciones constituyen medidas adicionales destinadas a disuadir y detectar las actividades dolosas de agentes internos.

Zonas de balance de materiales

4.12. Para el diseño y la aplicación eficaces de un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares se requiere el establecimiento de zonas específicas en las instalaciones nucleares con fines de contabilidad y control, denominadas “zonas de balance de materiales” (MBA). Una MBA es una zona de una instalación nuclear designada con el fin de que: a) pueda determinarse la cantidad de materiales nucleares que entren o salgan de cada MBA en cada traslado; y b) pueda determinarse cuando sea necesario, de conformidad con procedimientos especificados, el inventario físico de los materiales nucleares en cada MBA, al objeto de poder establecer el balance de materiales. Las MBA sientan las bases para la contabilidad y el control de todos los materiales nucleares presentes en la instalación. Una MBA puede abarcar una o más salas conexas, uno o más edificios conexas, una dependencia operativa, como un laboratorio o una dependencia destinada a la producción, o la totalidad de la instalación nuclear.

4.13. Al determinar la estructura adecuada de una MBA se toman en consideración los requisitos internacionales, del Estado y de la instalación. En las instalaciones sometidas a salvaguardias del OIEA, las MBA son acordadas por el Organismo y el Estado en cuestión y se disponen en los documentos adjuntos correspondientes a la instalación junto con los inventarios y los puntos claves de medición del flujo. Deberían diseñarse medidas de contabilidad y control para cada MBA. En comparación con las MBA establecidas en virtud de las salvaguardias del OIEA, las MBA establecidas con fines de seguridad física nuclear suelen tener un tamaño menor y se dedican a procesos más específicos.

4.14. Las MBA están diseñadas de manera que pueda cuantificarse el inventario y puedan circunscribirse las diferencias entre el inventario físico y el inventario contable (el inventario que figura en los registros contables) a una zona específica. A fin de cumplir los objetivos de seguridad física nuclear, las MBA deberían ser suficientemente pequeñas con arreglo a los puntos de medición disponibles para poder determinar el lugar en que se produjeron las pérdidas o diferencias.

4.15. Independientemente del número y el tamaño de las MBA designadas con fines de seguridad física nuclear, su estructura debería documentarse adecuadamente y describirse con claridad indicando los límites de cada MBA y las categorías de los materiales nucleares presentes en cada una. La responsabilidad específica sobre el material nuclear presente en una MBA debería asignarse preferiblemente a una sola persona. Cada unidad o lote presente en la instalación debería ubicarse en una sola MBA. En caso de que el material se traslade de una

MBA a otra, también debería transferirse de una persona a otra la custodia del material y la responsabilidad de su traslado.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.16. La MBA es la unidad básica del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y también puede utilizarse para asignar la responsabilidad de la custodia del material nuclear. El enfoque adoptado para el establecimiento de la MBA debería tener en cuenta los límites (físicos o administrativos) que repercuten sobre el control de los materiales nucleares. Deberían establecerse controles de los materiales nucleares en el ámbito de las MBA en los que también se compruebe el cumplimiento de los requisitos en materia de contabilidad.

4.17. Las MBA de menores dimensiones mejoran las capacidades de manera general, pues facilitan el control de los materiales nucleares y reducen el tamaño de las zonas a las que puede atribuirse una pérdida o retirada no autorizada.

Programa de sostenibilidad

4.18. Se debería establecer un programa de sostenibilidad conforme a la descripción facilitada en la referencia [3]. Este debería asegurar la sostenibilidad de los siguientes elementos del programa de contabilidad y control de materiales nucleares, entre otros:

- documentación y procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares (párrafos 4.20 a 4.26);
- gestión de la configuración (párrafos 4.27 y 4.28);
- dotación de personal y capacitación (párrafos 4.29 a 4.32);
- control de calidad (párrafos 4.82 a 4.107 y 4.169 a 4.180);
- pruebas de funcionamiento (párrafos 4.169 a 4.180).

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.19. El programa de sostenibilidad debería asegurar el mantenimiento y la eficacia a largo plazo de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares de las instalaciones para ayudar a las entidades explotadoras a mantener la capacidad de detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares. La sostenibilidad de estos sistemas es fundamental para garantizar su contribución sostenida a la seguridad física nuclear.

Documentación y procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares

4.20. Los explotadores de las instalaciones nucleares deberían elaborar políticas y procedimientos por escrito para velar por la continuidad de los conocimientos y el control de los materiales nucleares. Tales políticas y procedimientos deberían formar parte del programa de sostenibilidad para la contabilidad y el control de materiales nucleares de la instalación. Debería estudiarse la posibilidad de exigir la preparación de un plan formal para la contabilidad y el control de los materiales nucleares de la instalación en que se documenten todas las prácticas y los requisitos de contabilidad y control de materiales nucleares. Si se adopta ese enfoque, dicho plan debería estar sujeto a la aprobación del director de contabilidad y control de materiales nucleares y de la dirección general de la instalación, así como de la autoridad competente cuando así se solicite. La aplicación de procedimientos permite establecer métodos para llevar a cabo las actividades que reducen la necesidad de recurrir a la memoria y evitan tener que emitir juicios precipitados y posiblemente erróneos. En los procedimientos se debería abordar la realización de actividades en el ámbito de las MBA para reflejar las características y los requisitos específicos de cada MBA.

4.21. En los procedimientos se debería, como mínimo, tratar de forma adecuada las siguientes cuestiones, independientemente del grupo organizativo de la instalación que sea responsable de cada una de ellas:

- elaboración, mantenimiento y conservación de registros e informes;
- control de unidades;
- autorización para acceder a los materiales nucleares y autorización previa a la realización de cualquier actividad que atañe a materiales nucleares (cuestión que suele enmarcarse en la esfera de la contabilidad y el control de materiales nucleares);
- control del acceso a materiales nucleares, zonas de carácter estratégico (cuestión que suele enmarcarse en la esfera de la protección física) e información;
- realización del inventario físico, con inclusión de la conciliación del inventario físico con el inventario contable y el cierre del balance de materiales;
- mediciones, incluidas mediciones contables (mediciones precisas utilizadas para elaborar inventarios y efectuar cambios en estos) y mediciones de confirmación (mediciones utilizadas para constatar las cantidades de materiales nucleares);
- control de calidad de las mediciones;

- mantenimiento y funcionamiento de la contención, la vigilancia, los dispositivos de control de los materiales y los procedimientos de las instalaciones;
- investigación y solución de irregularidades;
- caracterización y contabilidad de los materiales nucleares recuperados en labores de rehabilitación;
- flujos de desechos sólidos, líquidos y gaseosos.

4.22. En las instalaciones en que se tratan materiales nucleares, los procedimientos deberían abordar, como mínimo, estas cuestiones adicionales:

- técnicas de muestreo, capacidades de análisis y métodos de medición para realizar mediciones contables, incluidas las estimaciones de la incertidumbre de medida;
- control, vigilancia y evaluación de los materiales nucleares durante su tratamiento;
- preparación de los materiales nucleares para la realización del inventario físico (colocación de los materiales en contenedores y división del inventario en niveles para facilitar el muestreo y las mediciones);
- vigilancia y evaluación de las pérdidas operacionales de materiales nucleares (descartes medidos o descartes estimados sobre la base de mediciones anteriores) y de otras pérdidas;
- vigilancia y evaluación de las acumulaciones de material retenido;
- evaluación del balance de materiales, incluidos el cálculo y la evaluación del material no contabilizado (MNC), su incertidumbre (σ_{MNC}) y el MNC acumulado, según se describe en los párrafos 4.75 a 4.81.

4.23. El grado de detalle de las instrucciones formuladas en los procedimientos depende del tipo de labor desempeñada, así como del tipo, la forma y la cantidad de los materiales nucleares que se posean. Por ejemplo, las instalaciones en que se tratan materiales nucleares deberían disponer de procedimientos más detallados que las instalaciones de manipulación de unidades.

4.24. En el marco de un sistema de gestión de la calidad adecuado (descrito en los párrafos 4.169 a 4.180), deberían establecerse disposiciones para el examen, la aprobación y la aplicación de procedimientos. La dirección debería emitir una instrucción por la que se exija el cumplimiento de los procedimientos y auditar periódicamente su aplicación. Deberían evaluarse los procedimientos fundamentales, a saber, los procedimientos que pueden dar lugar al incumplimiento de uno o más objetivos del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares si no se aplican adecuadamente.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.25. Los procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares, reseñados en los párrafos 4.22 a 4.24 *supra*, sientan las bases para el cumplimiento de los requisitos en esa esfera en las instalaciones. Un plan de contabilidad y control de materiales nucleares puede servir para documentar un acuerdo entre la instalación y la autoridad competente del Estado con miras a la aplicación de políticas y procedimientos en materia de contabilidad y control de materiales nucleares. Disponer de procedimientos bien redactados que se apliquen eficazmente en las instalaciones y abarquen todos los elementos del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares ayuda a velar por la seguridad física de los materiales nucleares presentes en una instalación.

4.26. Debería prestarse especial atención a los procedimientos relacionados con el control del acceso a los materiales nucleares, el equipo y los registros de los que podría aprovecharse un agente interno que actúe con fines dolosos.

Gestión de la configuración

4.27. La finalidad de la gestión de la configuración es asegurar que los cambios que se efectúen en relación con cualquier aspecto del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares o de cualquier otro sistema pertinente de la instalación no empeorarán el funcionamiento del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares ni la seguridad física nuclear en general. Tales cambios se deberían documentar, evaluar, aprobar, comunicar, aplicar e integrar en la documentación de la instalación [3] de forma adecuada. La entidad explotadora debería controlar todos los cambios efectuados y garantizar la comunicación de estos a la autoridad competente. Mediante este control se ayuda a velar por que el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares siga funcionando durante toda su vida útil de conformidad con sus requisitos y su diseño. Para la elaboración de un programa de gestión de la configuración, al igual que ocurre con otros elementos del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares, se recomienda la aplicación de un enfoque graduado.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.28. Es importante disponer de un programa de gestión de la configuración mediante el que se controlen todas las actividades que puedan deteriorar los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares de algún modo, a fin de garantizar el mantenimiento de la capacidad de la instalación para detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares. Todos los cambios que se efectúen

en relación con cualquier elemento de estos sistemas se deberían documentar, evaluar, aprobar, comunicar, aplicar e integrar en la documentación de la instalación de forma adecuada. Por ejemplo, un agente interno que actúe con fines dolosos podría actuar deliberadamente sobre un monitor de radiación que se hubiese instalado en una sala para vigilar los traslados de material nuclear al reubicarlo en una sala contigua. Se deberían evitar casos como este mediante una gestión de la configuración y unos exámenes de los cambios adecuados. La dirección de la instalación debería velar por que el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares siga funcionando durante toda su vida útil conforme a sus requisitos y su diseño.

Dotación de personal y capacitación

4.29. El explotador debería facilitar personal suficiente al director de contabilidad y control de materiales nucleares. Este personal debería conocer el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y los procesos operacionales conexos y debería reunir las competencias necesarias para poder detectar sucesos inusuales que podrían ser un indicio de la retirada no autorizada de materiales nucleares. Se debería impartir capacitación tanto al personal de contabilidad y control de materiales nucleares como a todos los trabajadores de la instalación que realicen actividades en esa esfera. Además, todas estas personas deberían ser objeto de evaluaciones para garantizar su cualificación para las funciones específicas que deben desempeñar en el marco de la organización antes de empezar a trabajar.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.30. Para el funcionamiento satisfactorio del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares es fundamental que el departamento de contabilidad y control de materiales nucleares disponga del personal adecuado. El personal de contabilidad y control de materiales nucleares debería poseer la formación adecuada y recibir capacitación sobre los procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares. Todos los trabajadores que realicen actividades en esa esfera deberían ser objeto de evaluaciones para garantizar su calificación para las funciones específicas que deben desempeñar antes de empezar a trabajar.

4.31. Se debería impartir capacitación para concienciar a todo el personal de la instalación sobre la importancia de la contabilidad y el control de materiales nucleares para la seguridad física nuclear. Además, todo el personal de la instalación debería conocer las posibles consecuencias de la pérdida del control sobre los materiales nucleares y de los fallos de la seguridad física nuclear en

la instalación, el carácter sensible de la información sobre la contabilidad y el control de materiales nucleares, las normas que deben aplicarse para proteger la información y la respuesta adecuada ante posibles irregularidades.

4.32. La entidad explotadora debería conceder la debida prioridad a la cultura de la seguridad física nuclear para mejorar la protección y el control de los materiales nucleares y velar por que todos los trabajadores sean conscientes de sus responsabilidades y contribuciones individuales a la seguridad física nuclear, que se describen en la referencia [8].

REGISTROS

4.33. El sistema de registro es uno de los componentes principales de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares. El sistema global de gestión de registros debería seguir las recomendaciones formuladas en las normas internacionales reconocidas. Se deberían adoptar medidas para garantizar la precisión de los registros.

4.34. Los registros e informes de contabilidad y control de materiales nucleares de las instalaciones nucleares deberían ser completos, precisos y oportunos y contener información suficiente para dar solución a las irregularidades. Estos documentos se utilizan con diversos propósitos, por ejemplo, con fines de seguridad física nuclear, de cumplimiento de los acuerdos de salvaguardias y de control de los materiales que poseen los clientes. La recopilación de información adicional en estos registros con fines de seguridad física nuclear no debería contravenir o dificultar la aplicación de los reglamentos del Estado ni la recopilación de la información exigida para la facilitación de informes en virtud del acuerdo de salvaguardias pertinente concertado entre el Estado en cuestión y el OIEA.

4.35. El sistema de registro puede emplearse para resolver indicios de retiradas no autorizadas y prestar apoyo a la investigación y recuperación de materiales desaparecidos. En él debería figurar información precisa y completa sobre la identificación, la cantidad, el tipo y la ubicación de todos los materiales nucleares presentes en la instalación. Para mantener su eficacia, los sistemas de registro deben actualizarse cada vez que se reciba, transfiera, reubique, trate, produzca, envíe o deseche una unidad de material nuclear. Tales actualizaciones deberían efectuarse oportunamente y, de ser posible, mediante sistemas computarizados. En el sistema de registro se debe dejar constancia de todas las transacciones de materiales nucleares.

4.36. El sistema de registro debería tener la capacidad de elaborar informes de manera oportuna.

4.37. En los registros deberían figurar registros contables, registros operacionales y todos los registros pertinentes para la contabilidad y el control de materiales nucleares. Se debería mantener un seguimiento de todos estos registros. La instalación nuclear debería conservar los registros al menos durante el período mínimo que exija la autoridad competente.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.38. El sistema de registro de contabilidad y control de materiales nucleares es la base del inventario de materiales nucleares de la instalación. Para que el sistema de registro sea eficaz, es fundamental actuar de manera precisa y oportuna al registrar la información sobre materiales nucleares.

4.39. Un sistema de registro eficaz debería tener la capacidad de facilitar con prontitud una lista del inventario existente, que podría utilizarse para conocer la ubicación de las unidades y cuantificar el material nuclear que esté tratándose a fin de poder determinar si, a raíz de una irregularidad, ha tenido lugar una retirada no autorizada de materiales nucleares. La existencia de registros inadecuados o inexactos puede ser un indicio de una falsificación de la información relativa a los materiales nucleares con objeto de llevar a cabo una retirada no autorizada.

4.40. A efectos de seguridad física nuclear, el sistema de registro debería proporcionar la información necesaria para prestar asistencia en la detección y cuantificación oportuna de cualquier cantidad de material nuclear que se haya extraviado o robado mediante:

- la capacidad de facilitar una lista precisa del inventario contable vigente en cualquier momento;
- un historial preciso de todas las actividades relacionadas con los materiales nucleares;
- la capacidad de detectar las falsificaciones o los intentos de falsificación;
- el apoyo al control de las unidades.

Registros contables

4.41. Deberían registrarse todas las actividades concernientes a los materiales nucleares, comprendidos los traslados (envíos, entradas, salidas y reubicaciones), las realizaciones del inventario físico, las mediciones y las incertidumbres

conexas, las modificaciones de los registros, las transferencias a una contabilidad de desechos, los descartes medidos, etc. También deberían documentarse los resultados de las actividades de vigilancia y control de las unidades, incluidas las correcciones de la información sobre la ubicación de determinadas unidades (esta cuestión se trata de forma más detallada en los párrafos 4.138 a 4.139). Deberían conservarse todos los documentos originales firmados que documenten las transacciones de materiales nucleares conforme a lo exigido en los reglamentos de la autoridad competente o en el acuerdo de salvaguardias pertinente concertado entre el Estado y el OIEA.

4.42. Los registros de una actividad determinada deberían contener, como mínimo, la información siguiente:

- identificación exclusiva de la unidad o el lote;
- historial de la unidad o el lote;
- zona o zonas de balance de materiales en que se realizó la actividad;
- ubicación (y, en caso de traslado de una unidad, ubicación original y nueva ubicación);
- tipo de material nuclear;
- descripción del material (forma física y química, por ejemplo, disolución de óxido) y tipo de contenedor (p. ej., tubo de muestras, cofre de transporte o unidad sellada);
- cantidades de material nuclear (peso bruto, tara y peso neto; análisis y peso de los elementos y composición isotópica);
- métodos de medición e incertidumbres conexas;
- tipo de transacción (por ejemplo, entrada, envío, enriquecimiento o degradación);
- fecha de la transacción y fecha consignada;
- firmas (manuscritas o electrónicas) de las personas que participaron en la actividad (por ejemplo, en la entrada o reubicación);
- identificación del dispositivo de indicación de manipulación ilícita (si procede).

4.43. Las indicaciones de las ubicaciones deberían ser suficientemente específicas para posibilitar la pronta recuperación de las unidades. Las cantidades y ubicaciones de todas las unidades enumeradas en los registros contables deberían ser correctas y verificables (con la posible excepción de las relativas a las unidades que se hayan desplazado o consumido en las labores de tratamiento más recientes).

4.44. El sistema contable debería tener la capacidad de facilitar en todo momento una lista pormenorizada de las cantidades de material nuclear presentes en cualquier MBA de la instalación. Esta lista se elabora a partir de una lista pormenorizada de las cantidades presentes en el comienzo del período de balance de materiales (basada en un inventario físico de las unidades de material nuclear), que se actualiza conforme a todos los cambios efectuados en el inventario, como las entradas, los materiales utilizados como aportes en el proceso, la producción de unidades, los envíos, las salidas, etc. Asimismo, en la lista debería figurar la identificación y la ubicación de cada lote o unidad y la información contable de cada unidad. Al término del período de balance de materiales se realiza otro inventario físico y se elabora otra lista pormenorizada de las cantidades presentes en ese momento. Se debería comparar esta nueva lista con los registros elaborados a raíz de la lista original y los cambios efectuados durante el período y se deberían explicar las diferencias detectadas. El sistema contable debería permitir la realización de ajustes basados en la evaluación de las diferencias existentes entre los registros y los resultados de la segunda lista pormenorizada. (La realización del inventario físico se trata de forma más detallada en los párrafos 4.60 a 4.81).

4.45. Se debería poder efectuar un seguimiento de todas las entradas de los registros hasta los documentos o registros operacionales originales mediante un sistema numérico o de referencias. Los registros deberían sustentarse con documentos de apoyo correctos y completos.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.46. Se alienta la utilización de registros contables computarizados a efectos de seguridad física nuclear, ya que las computadoras facilitan el acceso a los datos y posibilitan la actualización oportuna de estos. Debería disponerse de los mecanismos necesarios de protección y copia de seguridad de los registros, de modo que la modificación o destrucción de estos, sea o no intencionada o autorizada, no impida la capacidad de proporcionar informaciones correctas y completas en materia de contabilidad y control de materiales nucleares. Además, debería prestarse especial atención a la coherencia de los registros. Deberán desarrollarse medidas para conciliar los registros y garantizar la existencia de documentos de apoyo, según sea pertinente, antes de elaborar los registros contables conexos.

4.47. El sistema de registro de contabilidad y control de materiales nucleares debería facilitar la información necesaria para evaluar cualquier situación en que pueda producirse una retirada no autorizada de materiales nucleares. Debería autorizarse el acceso del personal designado a los registros contables, si bien

dicho acceso debería limitarse exclusivamente a la información necesaria. Se debería desarrollar y aplicar un proceso de comprobaciones que garanticen la precisión y exhaustividad de los registros (comprobaciones de la calidad de los datos).

Registros operacionales

4.48. Los registros operacionales son los registros que mantienen los explotadores en relación con el empleo o la manipulación de materiales nucleares. Estos registros, que deberían ponerse a disposición para ser utilizados y servir de apoyo en el marco de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares, pueden contener:

- datos procedentes de cualquier operación que modifique la cantidad o la composición de los materiales nucleares;
- datos procedentes de la calibración y el mantenimiento de balanzas, cisternas y otros equipos de medición;
- datos procedentes de evaluaciones de sistemas de muestreo y mediciones;
- registros operacionales que justifiquen las cantidades de materiales nucleares sobre la base de un procedimiento analítico, un procedimiento para la disposición final de materiales nucleares o un procedimiento de control de las mediciones.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.49. Tras evaluar la eficacia se puede concluir que hay determinados registros operacionales adicionales necesarios o pertinentes para la aplicación adecuada de las medidas de seguridad física nuclear. Puede que los registros operacionales contengan información que podría ayudar al departamento de contabilidad y control de materiales nucleares a evaluar las actividades relacionadas con los materiales nucleares a fin de detectar posibles retiradas no autorizadas de materiales nucleares.

Otros documentos de apoyo

4.50. Todos los documentos que puedan emplearse en apoyo de los registros de contabilidad y control de materiales nucleares deberían estar disponibles para su uso en el marco del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares, según sea necesario, para la aplicación o verificación adecuada de este. Esos documentos pueden ser, por ejemplo, cartas de porte, registros de lotes, registros de mediciones del peso, registros de laboratorios y registros de dispositivos

de indicación de manipulación ilícita. Asimismo, pueden figurar registros en materia de seguridad, como registros de alarmas por radiación y de criticidad, y registros en materia de protección física, por ejemplo, registros que indiquen los accesos del personal a las zonas controladas y registros para el mantenimiento de dispositivos de contención y vigilancia.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.51. Debería determinarse qué registros podrían ser necesarios en caso de emergencia relacionada con los materiales nucleares. Puede que algunos de esos registros se solapen con los registros contables u operacionales y no sean necesarios para el desempeño de actividades rutinarias. No obstante, todos deberían ponerse a disposición del departamento de contabilidad y control de materiales nucleares para llevar a cabo verificaciones específicas, o en caso de emergencia o suceso relacionado con la seguridad física nuclear.

Actualización de registros

4.52. Los registros contables deberían actualizarse tan pronto como sea posible después de que se produzca o se conozca un traslado o un cambio en el inventario. En el proceso de actualización de datos debería integrarse un procedimiento para la validación de estos que, a su vez, debería comprender controles de calidad de los datos para que una segunda persona o un sistema computarizado confirme las entradas iniciales.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.53. Deberían determinarse requisitos relativos a los plazos para la introducción de datos en distintos tipos de nuevos registros y la actualización del sistema de registros de la instalación. Independientemente del enfoque elegido para el mantenimiento de registros (manual o computarizado), las medidas necesarias para la actualización de los registros deberían ser una prioridad primordial para que estos reflejen de forma casi instantánea el conocimiento sobre los materiales nucleares. La validación de los datos es importante para garantizar la eficacia de los registros de las instalaciones nucleares.

Enfoque para el mantenimiento de registros

4.54. En función de la cantidad y el tipo de los materiales nucleares presentes en la instalación, los registros empleados a efectos de contabilidad y control de materiales nucleares pueden ser manuales o computarizados. Es posible

que un procedimiento manual sea suficiente para instalaciones que poseen pequeñas cantidades de material nuclear o un número de unidades reducido. Por otro lado, puede que un procedimiento computarizado sea la opción más adecuada para instalaciones que poseen grandes cantidades de material nuclear o un número de unidades elevado. El uso de computadoras permite un análisis de los datos mucho más rápido y exhaustivo, y ello puede ser útil para detectar errores o discrepancias que podrían ser indicios de actividades no autorizadas. Las computadoras proporcionan información de forma más oportuna para la resolución de irregularidades.

4.55. En caso de utilizar un sistema computarizado, deberían adoptarse medidas para garantizar la autenticación y el registro de la identidad de las personas que realicen las actividades. Los registros contables deberían protegerse frente a posibles modificaciones no autorizadas o la falsificación de información. Con respecto a las actividades en que se manipulan unidades que podrían contener materiales nucleares, tanto las actividades físicas como los registros de actividades deberían ser verificados por dos personas como mínimo. El uso de lectores de códigos de barras, balanzas electrónicas y otros equipos electrónicos que estén directamente conectados a sistemas computarizados puede mejorar la fiabilidad de todo el sistema, disminuir los errores propios de los sistemas manuales y reducir los esfuerzos necesarios para la introducción y verificación de datos.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.56. Se deberían establecer controles para asegurar que los usuarios de los registros de contabilidad y control de materiales nucleares únicamente tienen acceso a los datos necesarios para el desempeño de su labor y solo pueden efectuar transacciones autorizadas en las MBA que se les hayan asignado, sea el sistema de registros manual o computarizado. Se deberían llevar a cabo comprobaciones y comparaciones suficientes para detectar las falsificaciones de datos e informes que podrían encubrir una retirada no autorizada de materiales nucleares. En el sistema electrónico también se deberían programar comprobaciones destinadas a detectar errores o falsificaciones. En el párrafo 4.123 se abordan los controles de datos de manera más detallada.

4.57. La seguridad de los registros de contabilidad y control de materiales nucleares debería garantizarse en todos los casos. Si se utiliza un sistema computarizado, debería elaborarse un plan de seguridad informática específico para la instalación en estrecha consulta con especialistas en materia de protección

física, seguridad, operaciones y tecnología de la información. Dicho plan debería abordar, como mínimo, estas cuestiones:

- organización y responsabilidades;
- gestión de activos;
- riesgos, vulnerabilidades y evaluaciones del cumplimiento;
- diseño de sistemas de seguridad física y gestión de la configuración.

Asimismo, el plan debería abordar, entre otros, los siguientes procedimientos de seguridad física operacionales:

- control del acceso;
- seguridad de los datos;
- seguridad de las comunicaciones;
- vigilancia de los sistemas computarizados y vigilancia de los sistemas de programas informáticos y la seguridad de estos;
- mantenimiento de la seguridad informática;
- manejo de incidentes;
- gestión de personal.

El plan también debería prever las copias de seguridad rutinarias y garantizar la integridad del sistema contable.

4.58. Se debería elaborar un plan de seguridad de la información a fin de garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos recopilados en sistemas computarizados y los registros originales. Deberían aplicarse disposiciones que velen por que la seguridad de la información sea adecuada.

4.59. En el plan de seguridad de la información deberían figurar disposiciones para la reconstrucción de registros extraviados o destruidos. Se debería tomar en consideración la protección y la redundancia del sistema de registros, de modo que la modificación o destrucción de los registros no elimine la capacidad de proporcionar información correcta y completa sobre la contabilidad y el control de los materiales nucleares. Asimismo, el plan debería contener medidas destinadas a la protección ante posibles actos dolosos cometidos por el administrador o el director del sistema de información.

REALIZACIÓN DEL INVENTARIO FÍSICO DE LOS MATERIALES NUCLEARES

4.60. Todas las entidades explotadoras de instalaciones nucleares deberían proceder periódicamente a la realización del inventario físico de todos los materiales nucleares presentes en cada MBA. La frecuencia debería determinarse en función de la cantidad y la categoría de los materiales nucleares. El Estado debería encargarse de determinar la frecuencia mínima. Los resultados de estos inventarios deberían comunicarse a la autoridad competente según sea pertinente.

4.61. Los métodos para la realización del inventario físico variarán en función del material de que se trate y el tipo de operaciones llevadas a cabo en la instalación. En general, se deberían medir todos los materiales nucleares utilizando sistemas de medición cuyo uso esté aprobado en el momento de la realización del inventario físico, o bien se debería disponer de mediciones anteriores de los materiales cuya integridad pueda garantizarse mediante un dispositivo de indicación de manipulación ilícita. La realización del inventario físico de las unidades de material nuclear consiste normalmente en comprobar mediante una observación ocular la identificación exclusiva de cada unidad, la identificación y la integridad de su dispositivo de indicación de manipulación ilícita (en caso de que se haya empleado uno) y su ubicación. Si no se han adoptado medidas para garantizar la continuidad de los conocimientos sobre el contenido de las unidades (como la utilización de dispositivos de indicación de manipulación ilícita), la unidad debería verificarse utilizando los medios apropiados. Al determinar el alcance de la verificación, así como de las mediciones y la precisión de estas, debería prestarse la debida atención al atractivo del material nuclear en cuestión. El inventario contable debería modificarse a raíz de la realización periódica del inventario físico para solucionar las posibles diferencias y hacer que concuerden el inventario contable y el inventario físico.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.62. El proceso de realización del inventario físico es importante para la seguridad física nuclear pues, si se lleva a cabo de manera correcta, sirve para corroborar la presencia de materiales nucleares y la precisión del inventario contable y demostrar la eficacia del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares de la instalación. La realización del inventario físico puede poner de manifiesto una retirada no autorizada de materiales nucleares que no haya sido detectada anteriormente por los demás elementos de la seguridad física nuclear. Sin embargo, las medidas de contabilidad y control de materiales nucleares examinadas en este documento son necesarias, dado que la realización

del inventario físico no siempre puede garantizar la detección oportuna de la retirada no autorizada de materiales nucleares.

Realización del inventario físico

4.63. En la sección 5.4 de la referencia [7] se orienta de forma detallada sobre los procedimientos y actividades necesarios para la realización del inventario físico. Todo programa para la realización del inventario físico debería comprender, entre otras cosas:

- una clara asignación de las funciones y responsabilidades para la realización del inventario físico efectuada bajo la supervisión del departamento de contabilidad y control de materiales nucleares;
- medidas para garantizar que la realización del inventario físico no depende de una sola persona y se asigna a personal competente e independiente de las personas encargadas de los materiales nucleares;
- medidas para garantizar que todas las unidades figuran en la lista del inventario físico y ninguna aparece en más de una ocasión, por ejemplo, la utilización de un código de pegatinas de colores en los inventarios para determinar qué unidades han sido inventariadas en el período destinado a esa labor;
- medidas para garantizar la homogeneización, el muestreo y el análisis de los materiales a granel (en función del tipo de material);
- medidas para garantizar que la calibración de todo el equipo empleado para la medición de materiales en el inventario está actualizada y se ajusta a los procedimientos;
- medidas para garantizar que los materiales presentes en las instalaciones que podrían sustituirse por materiales nucleares están bajo control y han sido contabilizados e inventariados;
- medidas para garantizar que no hay materiales nucleares en ubicaciones no autorizadas, por ejemplo, en contenedores de materiales nucleares identificados como vacíos;
- medidas para garantizar la prohibición de los traslados de materiales nucleares durante la realización del inventario físico con el objeto de inventariar todas las cantidades presentes en una zona y no inventariar ninguna cantidad en más de una zona;
- la capacidad de calcular la incertidumbre de medida, el MNC y la incertidumbre del MNC (σ_{MNC}) para prestar apoyo a la evaluación del balance de materiales tras la realización del inventario físico.

4.64. Después de la realización del inventario físico se debería:

- conciliar la lista del inventario físico con los registros del inventario contable, unidad por unidad;
- buscar y resolver las discrepancias existentes entre los registros del inventario contable y el inventario físico;
- incluir asientos contables para que los registros del inventario contable se correspondan con los resultados de la realización del inventario físico.

4.65. Para la realización del inventario físico en instalaciones en que se trata material nuclear se debería, entre otras cuestiones adicionales:

- garantizar que la cantidad de material nuclear asociada a cada unidad se trata de un valor medido;
- medir todas las cantidades de materiales nucleares del inventario físico que no se hubieran medido anteriormente;
- determinar hasta qué punto se debe interrumpir, limpiar o mantener en estado estático cada proceso y zona de control interno durante la realización del inventario físico.

4.66. Cuando se emplean en el marco de un programa eficaz de control de los materiales, los dispositivos de indicación de manipulación ilícita pueden facilitar los esfuerzos necesarios para realizar un inventario físico al reducir el número de mediciones necesarias. (Los dispositivos de indicación de manipulación ilícita se examinan en más detalle en los párrafos 4.130 a 4.133). Para evitar el examen y la medición de unidades por partida doble durante la realización del inventario físico, algunos contenedores pueden medirse antes del inventario y sellarse a continuación empleando un dispositivo de indicación de manipulación ilícita. Estos dispositivos también pueden utilizarse cuando las condiciones de almacenamiento impidan la verificación por separado de cada unidad. En esos casos, la realización del inventario físico consiste en verificar la identificación y la integridad del dispositivo de indicación de manipulación ilícita y el contenedor. Durante la realización del inventario físico se pueden efectuar mediciones de confirmación como medida adicional para garantizar la eficacia de las medidas de contención y vigilancia.

4.67. El uso de tecnologías como códigos de barras para identificar contenedores o unidades, ubicaciones y dispositivos de indicación de manipulación ilícita específicos también puede mejorar la eficiencia de la realización del inventario físico, que debería llevarse a cabo de conformidad con los procedimientos de inventario elaborados por escrito. Todos los materiales nucleares presentes en una MBA deberían figurar en el inventario. Debería establecerse una interrupción clara entre los períodos de balance de materiales. Con el fin de diferenciar los

distintos períodos, la realización del inventario físico suele llevarse a cabo cuando las operaciones están en estado estático o interrumpidas y ha cesado el traslado de materiales. Todo el equipo empleado en el tratamiento se debería limpiar en la medida de lo posible para preparar la realización rutinaria del inventario físico. En caso de que no pueda retirarse todo el material nuclear del equipo empleado en el tratamiento, se debería tratar de medir el material nuclear que ha quedado retenido durante el proceso, que se conoce generalmente como “material retenido durante el proceso”. Las mediciones del material retenido durante el proceso pueden ser difíciles y las incertidumbres conexas pueden ser importantes. A menudo se necesitan equipos que hayan sido diseñados y probados de manera específica para mejorar la exactitud de las mediciones de ese material.

4.68. En ocasiones, las instalaciones deben realizar inventarios físicos mientras las operaciones de tratamiento están en marcha (una acción conocida como “realización del inventario físico durante el proceso” [7]).

4.69. Los registros contables se deberían ajustar a fin de reflejar las cantidades de material nuclear que figuran en el inventario físico. Las posibles discrepancias entre los registros del inventario contable y el inventario físico deberían investigarse, comunicarse a la autoridad competente cuando sea necesario y solucionarse.

4.70. En ocasiones puede que sea necesario realizar un inventario físico de manera no programada, por ejemplo, en caso de que se modifique la responsabilidad sobre el material nuclear o cambie una operación de la instalación. La instalación debería disponer de procedimientos en vigor para la realización no programada de inventarios físicos en cada una de sus MBA. Un tipo de inventario no programado son los inventarios de emergencia, que pueden ser necesarios en caso de que se active un sistema de alarma, por ejemplo, una alarma generada por un sistema de detección de intrusiones, o se comunique de manera creíble la retirada de materiales nucleares de una instalación. La realización de inventarios de emergencia contribuye a solucionar la cuestión de retiradas no autorizadas. Cada instalación debería preparar un plan para la realización de inventarios físicos de emergencia antes de que pueda hacer falta. Mediante la realización de inventarios físicos de emergencia se debería poder detectar la retirada de una unidad de la ubicación que tuviera asignada en los registros de la instalación o la retirada de material nuclear de su contenedor. Los inventarios de emergencia deberían diseñarse con el propósito de abordar irregularidades específicas; por ejemplo, si el mecanismo de cierre de una sala está roto, el inventario de emergencia incluirá solamente las unidades presentes en la sala en cuestión, y no en toda la MBA. Debería otorgarse carácter prioritario a la verificación de la presencia

de los materiales más atractivos. Sea cual fuere la situación, los inventarios de emergencia deberían llevarse a cabo con rapidez, ya que su finalidad es constatar la retirada no autorizada de materiales nucleares.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.71. Deberían elaborarse y aplicarse procedimientos formales que proporcionen instrucciones claras y exhaustivas para la realización del inventario físico. Durante el inventario, deberían medirse todas las unidades, salvo que cuenten con un dispositivo de indicación de manipulación ilícita y hayan sido objeto de un programa eficaz de vigilancia de los materiales en todo momento.

4.72. Las actividades de producción que tienen lugar en determinadas instalaciones hacen que solo pueda accederse a determinadas partes de la instalación y del equipo durante la realización del inventario. La interrupción de las operaciones para la realización de un inventario permite comprobar y calibrar el equipo de control de procesos empleado con fines de seguridad física. Además, brinda una oportunidad para mantener y verificar los sistemas de contención y vigilancia de la instalación a los que no se suele tener acceso. Al realizar un inventario físico debería prestarse atención a la detección de errores accidentales, modificaciones deliberadas de un agente interno que actúe con fines dolosos (por ejemplo, modificaciones de códigos de barras, tarjetas de identificación de contenedores, dispositivos de indicación de manipulación ilícita o pesos) y presencia de unidades producidas mediante actividades no autorizadas.

4.73. Debería prestarse especial atención para reducir la probabilidad de que los empleados que participan en la realización del inventario físico puedan ser agentes internos que actúen con fines dolosos y traten de influir negativamente sobre los resultados del inventario. En los procedimientos deberían integrarse medidas para detectar acciones encaminadas a retirar materiales nucleares de forma no autorizada. Asimismo, deberían adoptarse medidas para garantizar que la realización del inventario físico no se encomienda a un solo empleado. Los resultados del inventario físico y del inventario contable de la instalación deberían conciliarse de forma precisa y exhaustiva.

4.74. La instalación debería contar con procedimientos en que se describa en detalle el proceso que debe seguirse en caso de que sea necesaria la realización no programada de un inventario para constatar la retirada no autorizada de materiales nucleares.

Cálculo y evaluación del MNC

4.75. Después de la realización de cada inventario físico debería compararse la cantidad total de material nuclear calculada sobre la base del inventario físico con la cantidad total indicada en el inventario contable, y calcularse el MNC (denominado en ocasiones “diferencia de inventario”) como parte de las actividades para el cierre del balance de materiales de esa MBA. El cálculo del MNC se explica con más detalle en la sección 5.5 de la referencia [7].

4.76. En las instalaciones en que el material nuclear solo está presente en forma de unidades (por ejemplo, conjuntos combustibles nucleares que se emplearán en un reactor de potencia o instalaciones de almacenamiento de unidades que mantienen las unidades de material nuclear en la forma en que se reciben), el valor del MNC debería ser igual a cero, y todo valor distinto de cero será un indicio de un problema grave: o bien hay unidades extraviadas, robadas o ubicadas en lugares erróneos, o bien los procedimientos para el mantenimiento de registros son inadecuados. (Podría parecer que las instalaciones de almacenamiento de plutonio son la excepción a esta regla debido a las pérdidas por decaimiento, pero esas pérdidas pueden contabilizarse y el MNC puede ajustarse para que su valor sea cero. Ocurre lo mismo con la producción y las pérdidas nucleares que tienen lugar en los reactores de potencia; tanto la producción y las pérdidas nucleares como el decaimiento radiactivo se pueden contabilizar y, por tanto, no contribuyen al MNC.)

4.77. En las instalaciones en que se trata material nuclear (es decir, se modifica física o químicamente, se manufactura, se reprocessa o se enriquece), se debe prever la obtención de valores de MNC distintos de cero debido a la incertidumbre de las mediciones y de los componentes calculados (no medidos) del balance de materiales. Estos componentes, por ejemplo, el material retenido no medido y las pérdidas no medidas, se podrían estimar basándose en estudios de ingeniería anteriores. Sin embargo, no se debería dar por sentado que los resultados equivalen a la diferencia entre el inventario contable y el inventario físico, es decir, esos valores no deberían extraerse del balance actual. La evaluación del MNC, que entraña la comparación con la incertidumbre, es necesaria para detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares o la degradación del funcionamiento del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares mediante la realización del inventario físico. La autoridad competente debería establecer criterios para la evaluación del MNC y el MNC acumulado y los límites relativos al MNC.

4.78. Un requisito fundamental para la evaluación del MNC es que todos los materiales que figuren en la ecuación del balance de materiales se hayan medido o calculado conforme a los procedimientos establecidos sobre la base de estudios de ingeniería anteriores. Para la evaluación del MNC se presupone que se ha medido el volumen o la masa de cada unidad producida y se ha determinado el contenido de material nuclear mediante análisis químicos o análisis no destructivos. A fin de disminuir el efecto del material nuclear retenido sobre el MNC, se debería reducir al mínimo la cantidad retenida en el equipo empleado en el proceso.

4.79. El valor del MNC no solo depende de las incertidumbres de medida de todos los valores incluidos en la ecuación del balance de materiales, sino también de otros factores, como los errores en el mantenimiento de registros, los errores de medición, las modificaciones inesperadas de la cantidad de material retenido en el equipo no medido y las pérdidas no medidas. Aunque el valor del MNC puede contener errores que no estén relacionados con las mediciones, los factores reseñados *supra* no siempre se tienen en cuenta para la estimación de la σ_{MNC} y la evaluación del MNC.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.80. Cabe reconocer que la existencia de valores excesivos en cuanto al MNC, la σ_{MNC} , o a ambos, puede ser un indicio de una retirada no autorizada de materiales nucleares o de otras actividades realizadas por agentes internos que actúen con fines dolosos, por ejemplo, acciones que degraden el funcionamiento del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares. Si el valor del MNC es estadísticamente significativo, debería llevarse a cabo una investigación para determinar si es el resultado de actividades no autorizadas realizadas durante el período de balance de materiales, comprendida la realización del inventario físico. La información sobre el MNC acumulado también podría utilizarse para detectar y evaluar posibles actividades no autorizadas que hayan tenido lugar en el transcurso de varios períodos de balance de materiales.

4.81. Deberían considerarse situaciones hipotéticas factibles con adversarios en las que los valores del MNC o la σ_{MNC} se manipulen con el fin de encubrir actividades no autorizadas. Deberían adoptarse medidas para responder a las situaciones tomadas en consideración, como por ejemplo, limitar la cantidad de materiales con una gran incertidumbre de medida existentes durante la realización del inventario físico.

MEDICIONES Y CONTROL DE SU CALIDAD

4.82. Las entidades explotadoras de las instalaciones deberían establecer un programa de mediciones para determinar las cantidades de material nuclear existentes, comprendidas las cantidades de material nuclear en su poder y las recibidas, producidas, enviadas o retiradas del inventario. El equipo de medición debería adecuarse a las unidades que se midan, por ejemplo, las balanzas deberían tener un tamaño apropiado. Se debería aplicar un programa de control de calidad de las mediciones para velar por su precisión y exactitud.

4.83. Generalmente, se conoce como “sistema de mediciones” a la combinación de los puntos y métodos de medición, procedimientos de medición y cálculo, procedimientos de muestreo, métodos y procedimientos de calibración, patrones y materiales de referencia y controles de calidad de las mediciones que se hayan establecido. El explotador debería poder garantizar por medio del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares que ningún material nuclear ha sido enviado, recibido, transferido o producido sin haber sido medido adecuadamente. Siempre que no sea posible efectuar mediciones, se deberían realizar controles hasta que estas puedan efectuarse.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.84. El conocimiento de las cantidades de material nuclear ayuda a disuadir y detectar las retiradas no autorizadas. Las mediciones precisas y exactas son importantes para la seguridad física nuclear, pues reducen las incertidumbres de medida que podrían ocultar una retirada no autorizada. Es posible que se necesiten medidas adicionales que sustenten la seguridad física nuclear, como mediciones mejoradas que normalmente no se requerirían en el marco de un sistema contable o con fines operacionales. Por ejemplo, si se sustrajese material nuclear de una unidad (como un contenedor) que no se hubiese medido con exactitud, es probable que las mediciones de confirmación no detectasen la retirada no autorizada y, por tanto, no se podría determinar la cantidad retirada. La desaparición de materiales nucleares se podría detectar al volver a medir contenedores que hubiesen sido medidos con anterioridad. Los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares deberían hacer uso de mediciones de confirmación y determinadas mediciones durante el proceso en caso de que puedan ayudar a detectar una retirada no autorizada.

Objetivos de las mediciones

4.85. Las cantidades de material nuclear recogidas en los registros contables deberían basarse en mediciones. El tipo de medición debería elegirse en función de los requisitos establecidos por la autoridad competente, la finalidad de la medición y el tipo de instalación y proceso. Algunas de las características que deberían medirse con fines contables son el peso o el volumen, la concentración de elementos del material nuclear y la composición isotópica.

4.86. Hay determinadas situaciones en las que, en lugar de mediciones, pueden aceptarse los cálculos de las cantidades de material nuclear de justificación técnica, por ejemplo, el cálculo del quemado en el combustible tras la descarga de un núcleo del reactor. También pueden aceptarse temporalmente las estimaciones de las cantidades de material nuclear de justificación técnica, por ejemplo, en caso de que se produzca una interrupción del funcionamiento del equipo que impida concluir las mediciones.

4.87. Las mediciones de confirmación pueden emplearse para confirmar físicamente la presencia de materiales nucleares cuando se haya aplicado un programa eficaz de dispositivos de indicación de manipulación ilícita.

4.88. Se pueden efectuar mediciones durante el proceso de control del flujo o el inventario de los materiales nucleares presentes en la zona en que se ejecute el proceso en cuestión. Estas también deberían quedar descritas en la documentación del programa de mediciones. Después de efectuar una medición de los materiales nucleares se debería garantizar la continuidad de los conocimientos sobre los materiales nucleares medidos, se deberían introducir los datos en los registros sin demora y se debería fijar un dispositivo de indicación de manipulación ilícita al contenedor y proceder a su cierre.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.89. Para que la seguridad física nuclear sea eficaz, se necesita información precisa, oportuna y exhaustiva sobre el inventario de materiales nucleares de la instalación. Las mediciones deberían adecuarse en función del tipo y la cantidad del material nuclear medido.

4.90. En los procedimientos de medición deberían integrarse medidas adicionales destinadas a evitar la sustitución de los materiales nucleares por otros materiales durante las mediciones o la manipulación de los patrones, el equipo de medición y los datos (durante las calibraciones y mediciones).

Métodos de medición

4.91. Deberían escogerse métodos de medición específicos para medir el material nuclear en cada punto clave de medición (KMP), que deberían ser adecuados para el material medido. Los métodos deberían ajustarse a los patrones nacionales e internacionales o tener una calidad equivalente a la de estos. Se deberían desarrollar procedimientos en que se describa cada método de medición y el uso que debe darse al equipo de medición. Se podrían utilizar los manuales de los equipos (por ejemplo, el manual de una balanza) para complementar los procedimientos en los casos en que se conozca y se haya certificado la precisión del equipo (por ejemplo, la balanza). En los sistemas de mediciones se debería, como mínimo, incluir información sobre:

- especificaciones relativas al equipo de medición y las limitaciones de este;
- instrucciones para la utilización del equipo de medición;
- la cualificación en el uso de equipos de medición y la calibración de estos, por ejemplo, pipetas, medidores de flujo, cisternas, balanzas, etc.;
- el mantenimiento del equipo de medición;
- la capacitación y la calificación de los usuarios de los sistemas de medición;
- los cálculos utilizados para determinar los resultados de las mediciones.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.92. Se necesitan métodos de medición adecuados al tipo y la cantidad de material nuclear medido a efectos de seguridad física nuclear. Tales métodos deberían ajustarse a los patrones nacionales e internacionales o ser equivalentes a estos. Se deberían desarrollar y aplicar procedimientos formales en que figuren instrucciones relativas a cada método y al uso adecuado del equipo necesario.

4.93. Los métodos de medición pueden elegirse teniendo en cuenta el contexto general de la seguridad física nuclear y los requisitos de exactitud para la evaluación del balance de materiales.

Precisión y exactitud de las mediciones

4.94. Deberían establecerse disposiciones para estimar las incertidumbres (relativas a la precisión y exactitud) de cada método de medición y determinar su efecto sobre la incertidumbre total asociada a la evaluación del balance de materiales. La incertidumbre del MNC debería controlarse de conformidad con los reglamentos del Estado y los requisitos de la instalación. Se recomienda la utilización de métodos de medición que igualen o superen los niveles de

exactitud de las mediciones que se reseñan en el informe titulado *International Target Values 2010 for Measurement Uncertainties in Safeguarding Nuclear Materials* [9] y en otras publicaciones sobre patrones internacionales. Los explotadores de instalaciones nucleares deberían llevar a cabo comprobaciones de los controles de calidad para asegurar la validez de las mediciones en los casos en que apliquen métodos elaborados fuera de la instalación, ya sea en otra instalación o por un contratista.

4.95. A fin de reducir al mínimo los ajustes por redondeo, las entidades explotadoras de las instalaciones deberían mantener todos sus registros utilizando el mismo nivel de significación decimal. El OIEA exige que las cantidades de uranio natural, uranio empobrecido y torio se registren en kilogramos, y las cantidades de plutonio y uranio enriquecido en gramos. El OIEA y el Estado en cuestión acuerdan el número de cifras significativas que debe utilizarse, y el sistema de mediciones de las instalaciones sometidas a salvaguardias deberá, como mínimo, igualar ese nivel de precisión.

4.96. Los patrones de medición deberían medirse a efectos de calibración y control, y estas mediciones deberían ser frecuentes para detectar las incertidumbres de manera oportuna. Además, deberían contar con una certificación internacional o del Estado o poder ser relacionadas con otros patrones certificados, y deberían ser objeto de procedimientos de certificación adicionales de forma periódica. Las mediciones deberían llevarse a cabo en las mismas condiciones en que se miden los materiales nucleares, o en unas condiciones tan similares a estas como sea posible. Todos los patrones de materiales nucleares se deberían almacenar y utilizar en condiciones que protejan su integridad. Se deberían establecer y aplicar límites para la emisión de alertas y la consideración de materiales no sometidos a control, así como medidas adecuadas en relación con los patrones de control y las mediciones de contabilidad.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.97. La estimación de las incertidumbres de cada método de medición es importante para la seguridad física nuclear, dado que la falta de información adecuada puede impedir que una instalación detecte una retirada no autorizada de materiales nucleares.

4.98. Es importante ser consciente de la posibilidad de que los patrones de medición puedan ser sustituidos para encubrir una retirada no autorizada de materiales nucleares. Los explotadores de las instalaciones nucleares deberían mantener el control de esos patrones.

4.99. Una buena práctica para mejorar la fiabilidad del análisis químico de las muestras de material nuclear consiste en distribuir submuestras a diversos laboratorios analíticos a fin de comparar los resultados y detectar oportunidades para mejorar el funcionamiento. Esta práctica también puede poner fin a la posibilidad de que se manipulen los resultados de los análisis químicos.

Muestreo

4.100. En los procedimientos se deberían describir con claridad los métodos para la toma de muestras, incluidas las medidas para la prevención de las manipulaciones ilícitas y las sustituciones. Se deberían realizar estudios para demostrar que las muestras tomadas son representativas del material nuclear analizado y estimar la incertidumbre del muestreo. Esos estudios deberían repetirse periódicamente para dar garantías de que el sistema de muestreo no se ha modificado. Además, deberían adoptarse medidas para garantizar la detección de fallos en los sistemas de muestreo automatizados. Para evitar las sustituciones o la atribución de resultados a las muestras equivocadas (y a los contenedores de material nuclear equivocados), es importante mantener la continuidad de los conocimientos sobre las muestras desde el momento en que se toman y hasta que se analizan y se comunican los resultados de las mediciones. El mantenimiento de muestras de archivo es una buena práctica.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.101. Los explotadores de las instalaciones nucleares deberían adoptar medidas para responder a los fallos de los sistemas de muestreo a fin de asegurarse de que el propósito de los fallos no es encubrir una retirada no autorizada de materiales nucleares. Se debería prestar atención a la posible sustitución de las muestras antes de su medición. Asimismo, es importante garantizar que se sigue el procedimiento de toma de muestras y únicamente se retira el material necesario durante el proceso de muestreo.

Documentación de los resultados de las mediciones

4.102. Todos los resultados de las mediciones se deberían registrar de forma adecuada en formularios que hayan sido aprobados. En dichos formularios debería figurar, como mínimo:

- la identificación de la muestra;
- la identidad de la persona que tomó la muestra;
- la identificación de la unidad o el lote del que se tomó la muestra;

- el tipo de material nuclear;
- la fecha, la hora y el lugar en que se tomó la muestra;
- la fecha y la hora de la medición;
- la identificación del equipo de medición empleado;
- los procedimientos de medición aplicados;
- los patrones de calibración utilizados y los resultados de la calibración;
- los patrones de control, gráficos de control y resultados de los datos de control, incluidos los datos relativos a los materiales no sometidos a control;
- el procedimiento de muestreo (si procede);
- el resultado de las mediciones y la incertidumbre de estas;
- las firmas de las personas que participaron en las mediciones o las examinaron.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.103. Para que la seguridad física nuclear sea eficaz se necesitan registros de mediciones completos y precisos. La automatización del equipo de medición y la introducción de los resultados de las mediciones por medios electrónicos suelen mejorar la fiabilidad de los datos sobre las mediciones, lo cual contribuye a la seguridad física nuclear.

Control de calidad de las mediciones

4.104. El alcance del programa de control de calidad de las mediciones varía en función de la complejidad de estas. Mediante este programa se debería, como mínimo:

- garantizar que el personal está cualificado para realizar mediciones;
- mantener y volver a certificar el equipo de medición;
- controlar los patrones;
- mantener y volver a certificar los patrones;
- calibrar el equipo (frecuencia y método);
- volver a calibrar y certificar el equipo;
- verificar el funcionamiento del equipo de medición;
- exponer las medidas que deben adoptarse en caso de fallo del equipo;
- establecer medidas para garantizar que el equipo, los patrones y los métodos de medición utilizados se adecúan en función de los materiales medidos;
- documentar de forma exhaustiva los resultados de todas las mediciones, incluidos los resultados de las mediciones de los patrones;
- exponer los gráficos de control empleados para supervisar las mediciones de los patrones;

- exponer las medidas que deben adoptarse en caso de que un sistema de mediciones parezca no estar sometido a control.

4.105. No se debería aplicar un sistema de mediciones a efectos de contabilidad y control de materiales nucleares si este no reúne las condiciones enumeradas *supra*. Deberían determinarse medidas correctivas y de respuesta básicas para las mediciones de control en que se excedan los límites para la consideración de materiales no sometidos a control, por ejemplo, nuevas mediciones y calibraciones o exámenes de la validez de las mediciones anteriores.

4.106. El departamento de contabilidad y control de materiales nucleares debería ocuparse de la supervisión del programa de control de calidad de las mediciones, que debería ser independiente de la supervisión de las operaciones.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.107. Para dar garantías de la capacidad del explotador de la instalación para detectar las retiradas no autorizadas de materiales nucleares, es especialmente importante que las mediciones de estos materiales estén sujetas a un programa de garantía de calidad de las mediciones que se ejecute íntegramente. En este programa se debería abordar la cualificación del personal encargado de las mediciones, el control y mantenimiento del equipo y los patrones de medición, la determinación de las mediciones adecuadas y la documentación completa de los resultados de todas las mediciones.

CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES

4.108. El propósito del control de los materiales nucleares es impedir su uso no autorizado. Debería establecerse un sistema de control de materiales nucleares para autorizar actividades de manipulación, procesamiento o almacenamiento. El sistema debería permitir el seguimiento y la continuidad del conocimiento respecto de los materiales nucleares en las MBA, ya sea durante su procesamiento, almacenamiento o traslado, tanto antes como después de su medición. También podría incluir otros componentes, como la coordinación con el sistema de protección física para controlar el acceso a los materiales nucleares, el equipo y los datos; la contención de materiales; la vigilancia de materiales; la monitorización radiológica; y el control de unidades. Debería contemplarse asimismo la posibilidad de recurrir a otros componentes (por ejemplo, el control estadístico de las unidades, incluidas las mediciones de confirmación, y el seguimiento estadístico de los materiales durante el procesamiento) que podrían

aumentar la eficacia del programa de control de materiales nucleares. Para que las medidas de control sean eficaces deben ser redundantes y diversas a fin de neutralizar las consecuencias de un fallo en un único punto. El número de medidas redundantes utilizadas debería establecerse de acuerdo con la amenaza detectada y el tipo, la forma y la cantidad de los materiales nucleares presentes en la instalación, y de conformidad con la reglamentación nacional.

4.109. A la hora de establecer el sistema de control de materiales nucleares deberían considerarse todas las hipótesis concebibles de retirada de materiales de las cajas de guantes, las zonas de almacenamiento o los edificios, así como todas las formas posibles de desviar materiales en las MBA, a fin de permitir un control eficaz de los materiales. Por lo que se refiere a las hipótesis, debería tenerse en cuenta la cantidad, el tipo, el tiempo de residencia y la forma física de los materiales.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.110. Deberían establecerse puntos o lugares apropiados para aplicar las medidas de control de los materiales nucleares, teniendo en cuenta el traslado de materiales nucleares y su presencia en la instalación. Todas las medidas de control de los materiales nucleares descritas en la presente sección son esenciales para la seguridad física nuclear de una instalación. Los principales objetivos de las medidas de control de los materiales nucleares son mantener el conocimiento de la ubicación de los materiales nucleares y detectar cualquier manipulación o traslado no autorizado. En el sistema de control deberían estar incluidos todos los materiales nucleares de la instalación, así como el equipo de contabilidad y control de materiales nucleares y de operaciones que podría utilizar un agente interno que actúe con fines dolosos para encubrir material nuclear. Deberían tomarse en consideración las pequeñas cantidades de material nuclear, como las muestras, que se podrían acumular para llevar a cabo una retirada no autorizada, y los flujos de desechos, que también se pueden utilizar para retiradas no autorizadas.

4.111. Cabe la posibilidad de que el control de acceso no sea totalmente eficaz para prevenir la retirada no autorizada de material nuclear, puesto que un agente interno que actúe con fines dolosos podría tener acceso autorizado. A fin de que el control de los materiales nucleares sea un mecanismo eficaz para detectar y disuadir la retirada no autorizada por un agente interno que actúe con fines dolosos, el personal de contabilidad y control de materiales nucleares debería trabajar conjuntamente y en cooperación con los departamentos de operaciones, de seguridad y de protección física.

4.112. Se necesitan diferentes medidas de control para garantizar un control continuo, por cuanto la pérdida de control, incluso durante un corto período de tiempo, aumenta la vulnerabilidad ante una retirada no autorizada. Esto es especialmente cierto en situaciones en que no es posible realizar mediciones exactas o no se registran inmediatamente los cambios en las ubicaciones y las cantidades (por ejemplo, si la pérdida de control tuvo lugar antes de la medición, sería más fácil que se produjera una sustitución).

4.113. Deberían estudiarse medidas adicionales de control para las ubicaciones en que los materiales nucleares son especialmente vulnerables a las actividades de agentes internos con fines dolosos, como los puntos donde se manipula el material nuclear, por ejemplo, cuando se toman muestras o se abren las cajas de guantes. Todas las salidas de una zona de materiales nucleares (por ejemplo, las salidas de emergencia, los conductos de ventilación, las ventanas y los desagües) deberían considerarse posibles vías para que un agente interno que actúe con fines dolosos retire materiales nucleares sin autorización. Podría estudiarse la opción de establecer medidas complementarias de control y vigilancia para esas salidas (en consonancia con el enfoque graduado), por ejemplo:

- pórticos detectores de radiación en las entradas y salidas;
- detectores de metales en las entradas y salidas;
- inspecciones complementarias con miras a detectar o disuadir la utilización de cualquier elemento que pueda servir de blindaje para ocultar la presencia de material nuclear;
- monitorización de los conductos de ventilación y los desagües;
- instalación de mallas de metal fino y de rejillas en las ventanas y los conductos de ventilación;
- medición, monitorización y control de todos los flujos de desechos líquidos, sólidos y gaseosos que salen de una MBA.

4.114. Deberían establecerse procedimientos para evitar que se retiren materiales nucleares sin autorización, de manera accidental o deliberada, en los flujos de residuos. El equipo, las cajas de herramientas, las muestras, los contenedores vacíos y demás elementos que salen de una MBA también deberían ser objeto de monitorización y control. Deberían establecerse controles para evitar el acceso no autorizado a los instrumentos de vigilancia de desechos, el cableado y los patrones de calibración. Los controles que habría que establecer dependen en gran medida del tipo de materiales y de los procesos que tienen lugar en la zona. Por ejemplo, cuando se limpia o clausura una piscina de combustible gastado, todos los residuos son muy radiactivos (aunque esa radiactividad se debe principalmente a radionucleidos de período corto), de modo que es posible

que los dispositivos de monitorización radiológica instalados no detecten los conjuntos o las barras de combustible gastado. Por este motivo, cuando se está limpiando una piscina es importante que la actividad esté monitorizada por una persona cualificada que sea capaz de reconocer piezas de combustible gastado, como barras y pastillas.

Autorización del personal y operaciones en relación con los materiales nucleares

4.115. En cada instalación debería haber un proceso para autorizar el acceso a los materiales nucleares y su manipulación y para autorizar al personal que pueda realizar esas actividades, incluida la determinación de la probidad. Deberían elaborarse y aprobarse instrucciones para el proceso de autorización, incluida la selección de un número restringido de personal directivo que esté facultado para expedir autorizaciones.

4.116. Las autorizaciones pueden ser generales cuando comportan la cualificación del personal para realizar actividades relacionadas con los materiales nucleares de acuerdo con las tareas que tiene asignadas, la dependencia institucional a la que pertenecen y su función en el control de los materiales nucleares. Pueden darse situaciones en que sea necesaria una autorización específica, por ejemplo, para una actividad especial relacionada con materiales nucleares. Normalmente, las situaciones ordinarias están sujetas a autorizaciones generales; sin embargo, cabe la posibilidad de que para su ejecución sea necesaria una autorización específica si atañen a diferentes unidades o tipos de materiales nucleares.

4.117. El proceso de autorización debería comprender la identificación de las unidades de material nuclear cuya manipulación está permitida. Debería emitirse una autorización antes del traslado de una unidad. Las operaciones con materiales nucleares deberían contar con su autorización correspondiente antes de que comiencen las actividades.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.118. Todas las actividades de una MBA deberían estar autorizadas, y debería informarse con exactitud al personal de las actividades que están permitidas. Antes de proceder a su autorización, debería prestarse atención al hecho de que algunas actividades pueden dar lugar a cambios en las propiedades de los materiales nucleares y pueden ser utilizadas por agentes internos que actúan con fines dolosos para retirar materiales nucleares sin autorización, por ejemplo, el

cambio en la identificación de las unidades o la adición de materiales no nucleares al uranio o al plutonio en polvo para modificar el peso bruto de la unidad, lo que provocaría que la información conexas fuera incorrecta.

4.119. A fin de dar garantía de la capacidad del explotador de la instalación para detectar las retiradas no autorizadas de materiales nucleares, es importante que se lleve íntegramente a la práctica un programa de autorización. Podrían ser necesarias instrucciones específicas para garantizar la aplicación de los procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares con el fin de evitar la posibilidad de que se retire material nuclear sin autorización, por ejemplo, en los siguientes casos:

- el personal que necesite acceder a los materiales nucleares y a la información conexas debería disponer de la aprobación de seguridad pertinente;
- el acceso a los materiales nucleares debería estar estrictamente restringido al personal autorizado cuyas funciones lo exijan;
- el personal cuyas funciones conlleven el mantenimiento o la reparación de *software* o de equipos relacionados con el procesamiento, la medición o la protección de materiales nucleares debería acceder escoltado a las zonas que contienen material nuclear, a menos que cuenten con la autorización y la aprobación pertinentes.

Control del acceso a materiales nucleares, equipo y datos

4.120. En la mayoría de las instalaciones nucleares, el personal de protección física se encarga de controlar el acceso a las zonas de la instalación; sin embargo, para manipular el material nuclear después de acceder a una zona controlada puede ser necesario otro acceso cuyo control tal vez no incumbe al personal de protección física. El acceso a los materiales nucleares debería estar controlado por los departamentos de operaciones o de contabilidad y control de materiales nucleares. A la hora de manipular materiales nucleares, el departamento de operaciones o de contabilidad y control de materiales nucleares debería velar por que solo se manipulen o trasladen los materiales autorizados para su manipulación o traslado y por que esa operación se realice de acuerdo con la autorización obtenida a partir de la tarea específica. Constituye una buena práctica que el personal de operaciones y de contabilidad y control de materiales nucleares mantenga registros de la asignación de actividades para la manipulación de materiales nucleares.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.121. El objetivo de un sistema de seguridad física nuclear por lo que respecta al control de acceso es prevenir que personas no autorizadas tengan acceso a los materiales nucleares o al equipo con el que se monitorizan o procesan los materiales nucleares (responsabilidad que incumbe principalmente al departamento de protección física) y prevenir actividades no autorizadas (responsabilidad que incumbe principalmente a los departamentos de contabilidad y control de materiales nucleares y de operaciones). La entidad explotadora debería elaborar y mantener planes para controlar el acceso del personal a los materiales nucleares y al equipo. En ellos deberían abordarse las operaciones ordinarias, las evacuaciones planificadas y las situaciones de emergencia que podrían dar lugar a evacuaciones no planificadas.

4.122. Debido a las diferencias en el tamaño y la complejidad de las instalaciones, la ejecución de un programa de control del acceso a la contabilidad y el control de materiales nucleares puede variar de una instalación a otra y su administración puede estar a cargo de distintos departamentos de la instalación. La entidad explotadora de la instalación nuclear debería seleccionar las medidas apropiadas de control de acceso a la contabilidad y el control de materiales nucleares de acuerdo con un enfoque graduado y con los resultados de las evaluaciones de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física. Asimismo, debería elaborar y documentar el enfoque que se adoptará para definir las medidas compensatorias en caso de que falle un elemento de la seguridad física nuclear.

4.123. Se debería informar al personal de contabilidad y control de materiales nucleares o al personal de operaciones, o tanto a uno como a otro, cuando se proporcione acceso a los materiales nucleares o el equipo más sensibles. En las medidas de control de acceso a la contabilidad y el control de materiales nucleares deberían tratarse los aspectos siguientes:

- podrían detectarse acciones no autorizadas mediante una vigilancia constante (por ejemplo, la regla de la actuación por pareja);
- debería evitarse que el personal introduzca objetos o equipo no autorizados en una zona en que podrían utilizarse para retirar materiales nucleares (por ejemplo, materiales de blindaje);
- debería restringirse el acceso al equipo utilizado para la contabilidad y el control de materiales nucleares o para el procesamiento de materiales nucleares, por ejemplo, el equipo para recopilar datos, controlar los procesos, indicar la manipulación ilícita, medir, calibrar o monitorizar

la seguridad, así como al equipo o los datos utilizados en un sistema informatizado de contabilidad de materiales;

- no deberían permitirse cambios en los datos de los materiales nucleares sin que antes se cree un registro inalterable de los cambios;
- el personal que controla el acceso a los materiales nucleares podría ser capaz de detectar actividades no autorizadas, lo cual es especialmente importante en situaciones de emergencia u otras condiciones inusuales, por ejemplo, al controlar a los trabajadores durante una evacuación planificada o no planificada hasta que puedan ser sometidos a una monitorización adecuada;
- los materiales nucleares que no estén siendo procesados o utilizados deberían almacenarse de forma segura;
- deberían resolverse los conflictos que se descubran entre los requisitos de seguridad tecnológica y los requisitos de seguridad física (por ejemplo, entre los requisitos para el control de acceso).

Contención de materiales

4.124. Hay numerosos niveles de contención de materiales, por ejemplo, bidones, cajas de guantes, armarios de almacenamiento, salas y cámaras. Una gran parte del inventario de materiales nucleares de la mayoría de las instalaciones nucleares consiste en unidades que se encuentran en sistemas de almacenamiento para los que se utilizan diversos métodos de contención de materiales. Todas las vías concebibles para retirar de una MBA los materiales nucleares o el equipo deberán ser objeto de una monitorización sistemática mediante un enfoque graduado.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.125. Las medidas dirigidas a mantener la continuidad del conocimiento respecto de los materiales nucleares pueden mejorar la capacidad del sistema para detectar oportunamente las actividades no autorizadas. Por ejemplo, el explotador de la instalación podría utilizar dispositivos de indicación de manipulación ilícita en los contenedores para garantizar la continuidad del conocimiento respecto de los materiales nucleares guardados en los contenedores y comprobar periódicamente la integridad de una muestra de contenedores. En función de los resultados de la evaluación de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física, podría ser necesario considerar métodos alternativos para mejorar el funcionamiento del sistema, como por ejemplo, el uso de dispositivos activos de indicación de manipulación ilícita u otras medidas de vigilancia en tiempo casi real. En la evaluación del

programa de contención de materiales y en su ejecución deberían tenerse en cuenta los métodos de contención y los controles en condiciones normales y de emergencia.

4.126. Los materiales nucleares, si no se están utilizando, deberían almacenarse en una cámara de almacenamiento u otra sala que se pueda cerrar con llave y que, en caso necesario, esté provista de alarma. Conservar la mayor parte de los materiales nucleares en un lugar seguro puede reducir el tiempo necesario para determinar si falta algún material. A fin de reducir el riesgo de que se produzca una retirada no autorizada, debería retirarse del lugar de almacenamiento cerrado con llave la cantidad mínima de material necesario para la producción o la utilización en cualquier momento dado. Deberían adoptarse medidas para controlar los materiales entre las distintas fases de cada proceso. Si el material no se puede trasladar a un lugar de almacenamiento seguro fuera del horario laborable, deberían ponerse en marcha medidas adicionales de protección física o de vigilancia de los materiales, o de ambos tipos.

4.127. En las instalaciones con material en forma de unidades es posible establecer un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares en el que se puedan contabilizar y controlar todas las unidades de material nuclear. Si las unidades están bajo control en todo momento, la pérdida de una unidad se podría detectar de manera oportuna. En las instalaciones de manipulación de materiales a granel, en las que tal vez no sea posible controlar todos los materiales nucleares, se podría detectar oportunamente la retirada no autorizada de materiales nucleares reduciendo la cantidad de materiales nucleares disponibles en cualquier momento. Si no es posible retirar materiales nucleares sin ser detectado, un agente interno que actúe con fines dolosos necesitará más maniobras para acumular materiales nucleares que se puedan retirar sin autorización.

4.128. En ocasiones tal vez sea difícil comprobar si la contención se ha visto comprometida, y se podría estudiar la posibilidad de recurrir a medidas especiales para verificar la integridad de la contención. Deberían etiquetarse todos los tipos de contención de materiales nucleares, y constituye una buena práctica utilizar sistemas de etiquetado automatizado (como códigos de barras o dispositivos electrónicos de radiofrecuencia).

4.129. En el programa de contención de materiales deberían especificarse métodos estrictos de segregación y control de los distintos tipos de materiales nucleares ubicados en la misma zona (por ejemplo, uranio poco enriquecido y uranio muy enriquecido) para disuadir o detectar su sustitución, incluida la utilización de contenedores o etiquetas de diferentes colores o formas. En el

programa de contención de materiales también deberían especificarse los tipos, las formas y las cantidades de materiales autorizados para su utilización y para su entrada en la zona o su retirada de ella. Los contenedores vacíos y los tubos de muestras deberían ser objeto de controles a fin de evitar el uso de esas unidades como medio para retirar material.

Dispositivos de indicación de manipulación ilícita

4.130. El uso de un dispositivo (o precinto) de indicación de manipulación ilícita con características de identificación únicas proporciona cierta confianza en que la unidad protegida con el dispositivo no se ha abierto. La finalidad de un dispositivo de indicación de manipulación ilícita es garantizar que no se produzcan manipulaciones ilícitas o entradas no detectadas mientras el material se encuentra en la unidad. Si un dispositivo de indicación de manipulación ilícita que se haya colocado correctamente no está manipulado, lo más probable es que el contenido del contenedor en el que se utilizó siga intacto. Si se ha alterado un dispositivo de indicación de manipulación ilícita, cabe la posibilidad de que el contenedor en el que se utilizó haya sido abierto, lo que significa que se ha perdido la garantía de que el contenido está intacto, falte o no material nuclear. (Nota: En la presente publicación, se entiende por “dispositivo de indicación de manipulación ilícita” y por “precinto” aquellos dispositivos que se utilizan en la instalación nuclear como parte de su programa de control de los materiales, y deben diferenciarse de los precintos que el OIEA emplea para fines de salvaguardias. Los materiales nucleares sometidos a las salvaguardias del OIEA pueden tener precintos utilizados tanto por el OIEA como por la instalación).

4.131. Los dispositivos de indicación de manipulación ilícita pueden adoptar muchas formas físicas diferentes, por ejemplo, cables de cierre, dispositivos electrónicos de radiofrecuencia (que permiten una monitorización continua y conectan una alarma casi en tiempo real) y precintos de papel. Un programa eficaz de dispositivos de indicación de manipulación ilícita debería incluir controles en materia de adquisición, compra, almacenamiento, distribución, retirada y destrucción; información sobre los tipos y las identificaciones únicas; y procedimientos de capacitación sobre el uso y la aplicación, el almacenamiento, la distribución y la verificación. Los dispositivos que se pueden forzar o copiar fácilmente (por ejemplo, los precintos de plomo o cera) no son apropiados para su empleo como dispositivos de indicación de manipulación ilícita en un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares. Los dispositivos de indicación de manipulación ilícita se pueden utilizar en contenedores o cámaras de almacenamiento para garantizar la integridad de los materiales nucleares cuando están en tránsito o almacenados.

4.132. El nivel de confianza en el funcionamiento de un dispositivo de indicación de manipulación ilícita variará dependiendo de sus características distintivas y del uso previsto. El tipo de dispositivo de indicación de manipulación ilícita se seleccionará de acuerdo con su índole de aplicación. Deberán tenerse en cuenta los requisitos específicos en relación con los dispositivos de indicación de manipulación ilícita o las características en cuanto al diseño de los contenedores que pueda exigir la autoridad competente.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.133. El uso de dispositivos de indicación de manipulación ilícita junto con otras medidas de control de materiales, por ejemplo, la vigilancia para prevenir o detectar el acceso no autorizado a los dispositivos de indicación de manipulación ilícita, puede proporcionar una garantía adicional de que no ha tenido lugar ninguna retirada no autorizada de materiales nucleares. Se recomienda un programa de control y gestión para la adquisición, el uso, la aplicación, la retirada y la destrucción de los dispositivos de indicación de manipulación ilícita en todas las instalaciones que utilicen este tipo de dispositivos como parte de su programa de control de materiales nucleares.

Vigilancia y monitorización de materiales

4.134. La entidad explotadora de la instalación podría utilizar la vigilancia y la monitorización para prevenir o detectar el traslado no autorizado de materiales nucleares u otras unidades, detectar interferencias con el equipo y proporcionar información continua sobre el estado del equipo y de los materiales nucleares.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.135. Deberían establecerse y aplicarse sistemas de vigilancia y monitorización de las instalaciones para velar por que las unidades de materiales nucleares se encuentran en lugares autorizados y posibilitar la detección de actividades no autorizadas. El empleo de mecanismos de vigilancia podría proporcionar la información necesaria para evaluar los indicios de un fallo en la contención. Puede ser útil para evaluar las alarmas, detectar la ubicación de la retirada no autorizada y estimar la cantidad y la forma de los materiales nucleares que se habrían sustraído. La entidad explotadora debería realizar comprobaciones periódicas para confirmar que las medidas de control de materiales se aplican de acuerdo con los procedimientos establecidos y que el equipo se utiliza correctamente, por ejemplo, que no se observan irregularidades en los controles de las cámaras de vigilancia ni en las cerraduras o en los dispositivos de

indicación de manipulación ilícita de las puertas y los contenedores. La elección de los componentes de un sistema de vigilancia de materiales y la frecuencia de las revisiones deberían basarse en los resultados de las evaluaciones de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física en el contexto general de la seguridad física nuclear.

4.136. Entre las medidas de vigilancia de materiales cabe citar la videovigilancia, los sensores de peso, los sensores de calor, los monitores de láser, los monitores de radiación, las etiquetas de radiofrecuencia o los detectores de movimiento. El programa de vigilancia debería garantizar al menos:

- que se asigne la responsabilidad de la vigilancia de los materiales nucleares solo al personal autorizado y con conocimientos apropiados que sea capaz de detectar acciones incorrectas o no autorizadas;
- que se vigile el equipo que pueda ser manipulado ilícitamente para impedir la detección de retiradas no autorizadas de materiales nucleares u otras actividades no autorizadas llevadas a cabo por agentes internos con fines dolosos;
- que, si el método de vigilancia es la regla de la actuación en parejas, las dos personas autorizadas estén en un lugar físico desde el que puedan verse claramente el uno al otro o los materiales nucleares, y ambas estén formadas y sean capaces de detectar actividades no autorizadas o procedimientos incorrectos;
- que los puntos débiles de los distintos componentes de los sistemas de vigilancia y monitorización no puedan ser aprovechados por los agentes internos que actúan con fines dolosos, por ejemplo, el blindaje de los monitores de radiación, la manipulación de precintos y componentes electrónicos, la manipulación de unidades de materiales nucleares o el equipo cuya identificación no sea sencilla mediante actividades de vigilancia;
- que el material nuclear que está siendo utilizado o procesado, o que se encuentra almacenado, tenga una vigilancia adecuada o disponga de alarma o protección equivalente.

4.137. Deberían seleccionarse lugares adecuados para los monitores de radiación (por ejemplo, los pódicos detectores) utilizados para detectar la introducción o la retirada no autorizada de materiales nucleares. Debería prestarse especial atención a su diseño, instalación, funcionamiento y calibración, así como a la prevención del acceso no autorizado a la instrumentación, el cableado y los patrones de calibración. Deberían utilizarse detectores de metales junto

con monitores de radiación en las entradas y salidas para detectar contenedores blindados.

Monitorización de unidades

4.138. Se podría establecer un programa de monitorización periódica de las unidades para aumentar la probabilidad de detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares entre las realizaciones del inventario físico. La monitorización de las unidades podría incluir la confirmación de la identidad y la integridad de unidades seleccionadas al azar, así como de cualquier dispositivo de indicación de manipulación ilícita utilizado en las unidades y la ubicación de estas. La monitorización de las unidades es una prueba de funcionamiento de la contabilidad y el control de materiales nucleares en el sentido de que verifica la exactitud de los registros. El alcance y la frecuencia del programa de monitorización de unidades deberían basarse en los resultados de la evaluación de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física. La verificación de otras unidades en las proximidades de las unidades seleccionadas aumenta la eficacia de la prueba y asegura en mayor medida la exactitud de la información sobre la ubicación. Deberían investigarse y resolverse todos los incidentes que conlleven la posible pérdida de unidades, que estas se vean comprometidas o la falsificación de registros de las unidades.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.139. Para ayudar a identificar las unidades que pueden faltar, cada unidad de materiales nucleares debería estar identificada de forma inequívoca. Debería prestarse especial atención al registro exacto y rápido de las transacciones, identificaciones y ubicaciones de las unidades. Esto es especialmente importante en casos en que se encuentran reunidos en un mismo lugar un gran número de materiales nucleares o se reutilizan los contenedores. Los contenedores vacíos también deberían ser objeto de controles.

Monitorización de materiales nucleares durante su procesamiento

4.140. La monitorización de materiales durante su procesamiento puede llevarse a cabo mediante técnicas de control estadístico si el proceso es estable y se realiza bajo control. La diferencia entre la cantidad de materiales introducidos en el proceso (aporte) y la cantidad de materiales extraídos del proceso (producto) se puede comparar con el promedio de la diferencia entre el aporte y el producto y su desviación típica a fin de detectar irregularidades que puedan indicar una retirada no autorizada. La monitorización de procesos es

más eficaz si se aplica a las unidades de procesamiento en que se pueden medir los aportes y los productos. Las unidades de procesamiento se podrían dividir en unidades más pequeñas para las pruebas de control de materiales, a fin de ajustarse a la sensibilidad deseada para la detección de pérdidas y reducir las tasas de falsa alarma. Cualquier indicio de un proceso fuera de control debería ser investigado por el personal de contabilidad y control de materiales nucleares, en colaboración con el departamento de operaciones, como un posible indicio de un intento de desviar, producir, usar o retirar materiales nucleares. Los datos proporcionados por la instrumentación utilizada para las operaciones y otras medidas de control de materiales, como los medidores de flujo, los indicadores de nivel de las cisternas y la videovigilancia, se pueden utilizar a modo de ayuda en la investigación.

4.141. Debería realizarse un análisis del proceso para establecer qué tipo de datos de operaciones son de interés para la contabilidad y el control de materiales nucleares y, por tanto, ponerse a disposición del personal de contabilidad y control de materiales nucleares. El mejor momento para realizar esos análisis es durante el diseño del proceso. El equipo de operaciones puede proporcionar información útil para la contabilidad y el control de materiales nucleares. Por ejemplo, un medidor de flujo instalado en la línea de proceso para proporcionar datos de control del proceso a la organización de producción también puede proporcionar a los departamentos de contabilidad y control de materiales nucleares un indicio inicial de retirada no autorizada.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.142. En una instalación en que se procesan materiales nucleares debería establecerse un programa para detectar oportunamente la retirada no autorizada de materiales que se estén procesando. Es importante monitorizar las diferencias en los procesos para asegurarse de que esas diferencias no fluctúan de manera significativa, ya que las fluctuaciones pueden ser indicativas de actividades de un agente interno con fines dolosos para retirar materiales nucleares sin autorización.

4.143. Por ejemplo, una gran diferencia en el procesamiento podría ser el resultado de grandes cantidades de residuos mal medidos. Las grandes cantidades de MNC y σ_{MNC} derivadas de residuos en el inventario se pueden reducir mediante un procesamiento más frecuente de los residuos o el uso de una técnica de medición más exacta. Si no es posible, se podrían adoptar otras medidas de mitigación, por ejemplo:

- reducir al mínimo las unidades de procesamiento y segregar los residuos por unidad de procesamiento, turno de trabajo, lote, etc.;
- medir rápidamente los residuos (por ejemplo, mediante análisis no destructivos y pesaje);
- monitorizar y evaluar las cantidades de materiales nucleares introducidas en la unidad de procesamiento, el producto retirado de la unidad de procesamiento y los materiales nucleares retenidos en el equipo de procesamiento;
- realizar comprobaciones diarias o en cada turno para tener la seguridad de que la cantidad de residuos retirados de la unidad de procesamiento concuerda con la cantidad prevista.

4.144. Estas medidas podrían reducir notablemente el número de posibles situaciones en que un agente interno que actúe con fines dolosos logre su objetivo y ayudar a detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares. Podrían mitigar algunas situaciones de robo repentino, reducir las posibles cantidades de materiales nucleares que hay que considerar en casos de robo prolongado y, por lo tanto, aumentar el tiempo de consumación de algunas situaciones posibles.

4.145. Podría recurrirse a un enfoque similar en otras zonas, unidades o equipos de procesamiento de materiales nucleares en que la aplicación de mediciones más exactas podría ser deseable para fines de seguridad física nuclear, pero es técnicamente difícil. Algunas posibles situaciones de retirada no autorizada por un agente interno que actúe con fines dolosos podrían eliminarse mediante el uso de la monitorización y la evaluación frecuente de las pérdidas de materiales nucleares. Aumentar el tiempo necesario para llevar a cabo una retirada no autorizada podría eliminar la hipótesis en cuanto posibilidad.

TRASLADO DE MATERIALES NUCLEARES

4.146. En la presente publicación, se entiende por “expedición” la salida de materiales nucleares desde una instalación hacia otra instalación. Se entiende por “recepción” la entrada de materiales nucleares en una instalación desde otra instalación. Se entiende por “transferencia” el traslado de materiales nucleares entre MBA de una instalación. Se entiende por “reubicación” el traslado dentro de una MBA. El término general “traslado” se refiere a todos los términos que se describen en este párrafo y que se utilizan en la publicación. (Obsérvese que estos términos pueden diferir de los que se utilizan normalmente en un Estado o en las actividades de salvaguardias del OIEA).

4.147. Todos los traslados (expediciones, recepciones, transferencias y reubicaciones) deberían registrarse en el sistema de contabilidad y documentarse. La documentación debería incluir la identificación de la unidad, la identificación del dispositivo de indicación de manipulación ilícita, la ubicación desde la que se trasladaron los materiales nucleares y el lugar al que se trasladaron. La documentación también debería incluir las firmas del personal que realiza y verifica el traslado.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.148. La expedición fuera del emplazamiento y la preparación de la expedición y, en menor medida, las transferencias entre MBA en el emplazamiento son operaciones delicadas que podrían brindar ocasiones concretas para realizar una retirada no autorizada. Para disuadir y detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares, debería incluirse la contabilidad y el control de materiales nucleares como parte de los procesos de envío y transferencia. Debido a las posibles vulnerabilidades durante la expedición y transferencia de materiales nucleares, deberían adoptarse medidas específicas para detectar y prevenir los actos dolosos intencionados o los errores involuntarios durante la expedición o transferencia. Antes de la expedición, el remitente y el destinatario deberían definir claramente las responsabilidades con respecto a los materiales nucleares durante el envío y el tránsito. En la referencia [3] se estudian otras medidas de seguridad física nuclear para proteger los materiales nucleares en el proceso de expedición, transferencia y transporte.

Expedición de materiales nucleares

4.149. El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares podría ocuparse de las siguientes cuestiones en relación con los materiales nucleares durante la preparación para su expedición, embalaje y transporte:

- responsabilidades con respecto al control de los materiales nucleares;
- preparación del envío;
- registros de embalaje y expedición;
- identificación única de las unidades enviadas;
- aplicación y verificación de la identidad e integridad de los dispositivos de indicación de manipulación ilícita;
- examen visual de las unidades expedidas;
- datos de las mediciones de las unidades expedidas, incluida la incertidumbre de medida;
- métodos utilizados para medir el contenido de material nuclear.

4.150. El contenido de elementos e isótopos de los materiales nucleares que vayan a expedirse debería medirse de acuerdo con el programa de medición descrito en los párrafos 4.82 a 4.107, y deberá haberse mantenido la continuidad del conocimiento después de la medición. Para evitar la posibilidad de que los materiales nucleares se envíen por error (ya sea de manera accidental o dolosa), las personas con los conocimientos necesarios sobre contabilidad y control de materiales nucleares y las características físicas de los materiales nucleares deberían comprobar el embalaje de todos los materiales (nuclear o no nuclear) para su envío dentro de una zona en la que se almacenen o procesen materiales nucleares. Un ejemplo de buena práctica consiste en recurrir a dos personas para revisar los datos y verificar los dispositivos de indicación de manipulación ilícita.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.151. Las entidades explotadoras de instalaciones deberían establecer medidas en relación con la expedición de materiales nucleares para ofrecer garantías de que se detectarán las retiradas no autorizadas. Deberían elaborarse procedimientos para verificar, antes del envío, que los contenedores etiquetados como vacíos están realmente vacíos y que las unidades retiradas de una zona de materiales nucleares que estén identificadas como no nucleares efectivamente no lo sean. La información detallada sobre el transporte de materiales nucleares debería tratarse como información delicada hasta que se complete el traslado; sin embargo, esto no debería entrar en conflicto con los requisitos de notificación, como los que figuran en los acuerdos de salvaguardias. Todas las actividades de expedición deberían estar sujetas a la supervisión del personal de contabilidad y control de materiales nucleares y de protección física que conozca los requisitos en materia de contabilidad y control de materiales nucleares y sea capaz de reconocer actividades no autorizadas.

Recepción de materiales nucleares

4.152. Las comprobaciones que debería realizar la instalación nuclear destinataria deberían comenzar por la verificación de la integridad del contenedor de envío (transporte) y de los dispositivos de indicación de manipulación ilícita. Tras la comprobación inicial, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

- verificar el número de unidades en el contenedor de envío;
- verificar las identidades de las unidades;
- verificar la integridad de los contenedores y de sus dispositivos de indicación de manipulación ilícita;
- medir las unidades, según sea necesario.

4.153. El contenido debería compararse con la información que figura en la documentación de expedición. Las unidades deberían incluirse en el inventario contable inmediatamente después de verificar su recepción, utilizando las cantidades y el tipo de materiales nucleares indicados en la documentación del remitente, que se podrían ajustar una vez finalizadas las mediciones del destinatario. Cualquier discrepancia significativa que se descubra en las actividades de verificación debería comunicarse al remitente y a la autoridad competente, investigarse y resolverse. La autoridad competente debería especificar el plazo en el que deberían llevarse a cabo todas las actividades de recepción, incluido el plazo para completar la verificación de recepción. Las unidades que sean objeto de investigaciones deberían aislarse y protegerse, y no procesarse o expedirse hasta que se resuelvan todas las discrepancias.

4.154. Si los materiales nucleares recibidos se procesan en la instalación destinataria, debería llevarse a cabo una comparación entre remitente y destinatario, como se describe en los párrafos 4.158 a 4.160. Cualquier diferencia estadísticamente significativa debería resolverse antes de que el material se distribuya para su procesamiento. En el caso de las unidades encapsuladas, como los elementos, las barras y los conjuntos de combustible, se podrían aceptar los valores del remitente siempre que el encapsulamiento esté intacto. Los materiales nucleares que puedan estar exentos de la comparación de la diferencia remitente-destinatario deberían ser aprobados según lo exigido por la autoridad competente y documentados conforme a lo convenido por el remitente y el destinatario.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.155. Las entidades explotadoras de instalaciones nucleares deberían establecer medidas, incluida la participación del personal de contabilidad y control de materiales nucleares, en relación con la recepción de materiales nucleares a fin de asegurar que se detecta cualquier retirada no autorizada que pueda haberse producido. Debería prestarse especial atención a eliminar la posibilidad de utilizar la diferencia remitente-destinatario para encubrir la retirada no autorizada de materiales nucleares, como se describe en los párrafos 4.158 a 4.160. El material recibido debería segregarse y no procesarse hasta que se hayan completado las mediciones de recepción.

Documentación y registro de traslados

4.156. Los traslados de materiales nucleares deberían documentarse claramente y los registros deberían actualizarse, conforme a lo descrito en los párrafos 4.52 y 4.53. Cuando se traslade material nuclear, la dirección de la instalación u otro

personal autorizado debería exigir una autorización, y se deberían realizar las comprobaciones que procedan.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.157. El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares debería estar diseñado para disuadir y detectar la sustitución o la retirada no autorizada de materiales nucleares durante los traslados y los preparativos conexos. Debería mantenerse la continuidad del conocimiento respecto de los materiales.

Evaluación de la diferencia remitente-destinatario

4.158. La diferencia remitente-destinatario es la diferencia entre la cantidad de materiales nucleares de un lote declarada en la zona de balance de materiales que los remiten y la cantidad medida en la zona de balance de materiales que los reciben. En la medida de lo posible, las recepciones de materiales nucleares deberían medirse para confirmar que la cantidad recibida concuerda con la documentación justificativa del remitente. La instalación destinataria debería realizar una comparación entre remitente y destinatario mediante una metodología estadística. Debería establecerse una diferencia máxima aceptable entre remitente y destinatario, teniendo en cuenta las capacidades de medición y la amenaza base de diseño y que debería ser adecuada para el tipo y la forma de los materiales nucleares medidos. También deberían calcularse y evaluarse las diferencias remitente-destinatario acumuladas según lo exija la autoridad competente. La resolución de una diferencia remitente-destinatario significativa podría entrañar la medición por un tercero de una muestra tomada a ese fin. Las diferencias significativas deberían comunicarse al remitente y a la autoridad competente, e investigarse y resolverse según lo descrito en los párrafos 4.161 a 4.168.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.159. Las diferencias remitente-destinatario, especialmente en el caso de grandes cantidades de material nuclear o de grandes incertidumbres de medida, podrían ser utilizadas por un agente interno que actúe con fines dolosos para encubrir la retirada no autorizada de materiales nucleares. En el diseño y la evaluación del enfoque de seguridad física nuclear de la instalación se deberían tener en cuenta las medidas compensatorias que han de adoptarse en caso de que se produzcan diferencias remitente-destinatario estadísticamente significativas. Todas las diferencias remitente-destinatario estadísticamente significativas

deberían resolverse antes de que el material en cuestión se autorice para su procesamiento.

4.160. Si existen grandes diferencias remitente-destinatario, en el diseño y la evaluación de los enfoques de seguridad física nuclear de las instalaciones remitente y destinataria debería considerarse la posibilidad de que haya agentes internos que actúen con fines dolosos.

DETECCIÓN, INVESTIGACIÓN Y SOLUCIÓN DE IRREGULARIDADES

4.161. Uno de los objetivos de la contabilidad y el control de materiales nucleares es detectar, investigar y resolver irregularidades, lo que comprenderá las respuestas y notificaciones correspondientes. Las irregularidades son posibles indicios de la retirada no autorizada de materiales nucleares y, en cada instalación, deberían establecerse criterios para definir lo que se entiende por irregularidad. Todas las irregularidades deberían investigarse y resolverse. Entre las posibles irregularidades podrían figurar las siguientes:

- pérdida de unidades o materiales;
- denuncia de retirada no autorizada;
- hallazgo de una unidad fuera de lugar;
- hallazgo imprevisto de una unidad de la que no hay registro;
- acto no autorizado en relación con materiales nucleares;
- daños en el contenedor;
- daño o rotura del dispositivo de indicación de manipulación ilícita;
- fallo de las medidas de vigilancia;
- identificación dañada, incorrecta o en falta de una unidad;
- daño o fallo en el equipo de contabilidad y control de materiales nucleares;
- violación de la regla de la actuación por pareja;
- discrepancia en un registro o informe de materiales nucleares;
- diferencia significativa entre el valor medido y el valor registrado de materiales nucleares;
- valor estadísticamente significativo de MNC o MNC acumulado;
- diferencia remitente-destinatario que incumple los criterios de aceptación;
- acceso no autorizado a los datos, el equipo o los materiales nucleares;
- alarma de los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares, incluido el equipo de monitorización;
- operación no autorizada en relación con materiales nucleares o con elementos del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares;

- contravención de los procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares;
- fallos o incidentes en relación con materiales nucleares;
- sobreestimación o subestimación de envíos o recepciones.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.162. En una investigación debería contemplarse la posibilidad de que se haya creado intencionadamente una irregularidad para camuflar una retirada no autorizada. Algunas irregularidades, como la pérdida de una unidad, requieren una respuesta inmediata. Otras irregularidades, como el hallazgo de material nuclear o los errores de registro, podrían no parecer problemas graves, pero deberían evaluarse minuciosamente puesto que podrían ser indicio de un problema grave en relación con el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares. Cuando sea posible, todas las unidades asociadas a una posible irregularidad o discrepancia deberían aislarse en zonas de almacenamiento separadas hasta que se resuelva el problema. También deberían investigarse las denuncias de retirada no autorizada o de conducta indebida.

Medidas de respuesta e investigación de irregularidades

4.163. Las medidas que deberían adoptarse en respuesta a una irregularidad dependen de la índole de la irregularidad y de los materiales nucleares en cuestión, por ejemplo, el tipo de materiales, el riesgo de retirada no autorizada y las posibles consecuencias. Los problemas potenciales que puedan surgir deberían detectarse antes de que se produzcan, y debería prepararse un conjunto integral de posibles respuestas de mitigación. Deberían elaborarse procedimientos para resolver las irregularidades. Las medidas para resolver las irregularidades podrían ir desde medir de nuevo una unidad hasta realizar un inventario físico completo de emergencia. Como se señala en los párrafos 4.29 a 4.32, se debería concienciar al personal de la instalación de la importancia de tomar medidas inmediatas en respuesta a una irregularidad.

4.164. Debería establecerse un sistema para analizar las alarmas generadas por los diferentes elementos del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares y poner en marcha la respuesta adecuada. Mediante el programa de resolución de alarmas se debería poder determinar el tipo de error del sistema o la causa inofensiva que activó la alarma, de modo que se puedan tomar medidas reparadoras. La respuesta a la alarma debería ser oportuna para que las alarmas se investiguen y resuelvan con prontitud (por ejemplo, mientras los recuerdos de los sucesos aún están frescos, los materiales todavía están disponibles para volver

a medirlos y los materiales han sufrido el menor número posible de cambios de procesamiento).

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.165. Cada uno de los elementos de control de los materiales nucleares ofrece métodos para detectar la producción, el uso o la retirada de materiales nucleares sin autorización. La eficacia de esos métodos de detección depende del reconocimiento y evaluación precisos y oportunos de las alarmas generadas. Una irregularidad puede ser un indicio de que un agente interno ha llevado a cabo actividades dolosas. En el caso de una irregularidad grave que entrañe una posible retirada no autorizada de materiales nucleares, la respuesta debería comenzar por una notificación inmediata a la dirección de la instalación, los responsables de la protección física, los responsables de la contabilidad y el control de materiales nucleares y la autoridad competente. Las medidas de contabilidad y control de materiales nucleares deberían coordinarse con las medidas adoptadas por el personal de protección física. Si una zona de seguridad es vulnerada por cualquier razón, el personal de protección física y el personal de contabilidad y control de materiales nucleares deberían colaborar para establecer la respuesta apropiada. Las posibles medidas que tome el departamento de contabilidad y control de materiales nucleares podrían englobar la realización de un inventario físico de emergencia con mediciones de confirmación, si es necesario. En algunos casos, podría ser conveniente obtener ayuda externa para resolver la irregularidad. Los traslados de material y personal en la zona afectada deberían limitarse durante la investigación de irregularidades graves.

Documentación de la investigación de irregularidades

4.166. El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares debería proporcionar orientaciones formales sobre la investigación de irregularidades, incluido el carácter de las investigaciones que han de realizarse, la composición del equipo de investigación, las alertas, los plazos y el proceso de presentación de informes. Las investigaciones deberían documentarse en informes oficiales en los que se ofrezcan detalles suficientes sobre el tipo de irregularidad, el análisis de los sucesos que propiciaron que se detectara la irregularidad, la descripción de las medidas adoptadas para caracterizar la irregularidad y poner en marcha la respuesta adecuada, y las medidas correctivas para evitar que se repita la irregularidad.

4.167. Las irregularidades deberían examinarse periódicamente y con frecuencia para medir la eficacia de las medidas correctivas. La revisión, la

categorización y el análisis de irregularidades podría servir para detectar puntos débiles en el sistema o el equipo de contabilidad y control de materiales nucleares, o en ambos. Se deberían adoptar las medidas correctivas apropiadas.

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.168. La pronta y completa resolución de irregularidades refuerza la capacidad de la entidad explotadora de la instalación para detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares. La entidad explotadora debería exigir una documentación precisa y completa de las investigaciones de todas las irregularidades. La documentación debería examinarse y evaluarse con una frecuencia adecuada al tipo y la cantidad de materiales nucleares presentes en la instalación para determinar si alguno de los sucesos puede estar relacionado. El hecho de saber que habrá una respuesta a todas las irregularidades sirve como elemento disuasorio contra las actividades de agentes internos con fines dolosos.

EVALUACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTABILIDAD Y CONTROL DE MATERIALES NUCLEARES

4.169. Debería establecerse un programa para evaluar y revisar periódicamente el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares. El programa debería consistir en evaluaciones del sistema en general y de sus elementos. Las pruebas de las medidas de contabilidad y control de materiales nucleares para determinar si se aplican o no tal como están diseñadas, si son adecuadas para los entornos naturales, industriales y de amenaza propuestos, y si cumplen con los requisitos de desempeño establecidos se denominan pruebas de funcionamiento y deberían utilizarse cuando corresponda.

4.170. El programa de evaluación no debería limitarse a criterios de diseño, sino que también debería considerar la eficacia del sistema en general. El programa de evaluación debería:

- velar por que los procedimientos y las instrucciones se entiendan, ejecuten y mantengan;
- detectar y alertar a la dirección de cualquier indicio de funcionamiento inadecuado del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares;
- disponer medidas correctivas apropiadas para prevenir la reaparición de problemas.

4.171. Debería tenerse en cuenta el atractivo de los materiales nucleares a la hora de establecer la frecuencia de las evaluaciones periódicas. Podría ser necesario realizar evaluaciones más frecuentes si se han detectado problemas.

4.172. Las evaluaciones y pruebas de funcionamiento podrían ser realizadas por el personal de contabilidad y control de materiales nucleares, una organización externa al departamento de contabilidad y control de materiales nucleares o una organización ajena a la instalación. Deberían ser realizadas por personas con conocimientos apropiados y competentes desde el punto de vista técnico, que cuenten con la debida autorización y que no tengan conflictos de intereses como, por ejemplo, que sean los responsables directos de llevar a cabo las actividades que se están evaluando.

4.173. Las evaluaciones y las pruebas de funcionamiento deberían documentarse. Todas las deficiencias detectadas deberían ser señaladas a la atención de la dirección para que puedan ser corregidas. Debería documentarse la respuesta de la dirección, incluidas todas las medidas correctivas que ordene y el plazo previsto para llevarlas a cabo.

4.174. Los resultados de las evaluaciones y las pruebas de funcionamiento deberían ponerse a disposición del personal de contabilidad y control de materiales nucleares. Deberían adoptarse medidas correctivas basadas en la utilización de técnicas de análisis sólidas para evitar la reaparición de las deficiencias detectadas y ser proporcionadas a la gravedad del problema. Las medidas correctivas deberían tener en cuenta la sostenibilidad a largo plazo del programa de contabilidad y control de materiales nucleares y no solo la solución inmediata del problema. Deberían realizarse evaluaciones de seguimiento, auditorías y pruebas de funcionamiento para evaluar la eficacia de las medidas correctivas adoptadas.

4.175. El programa de pruebas de funcionamiento de una instalación debería incluir lo siguiente:

- documentación adecuada y aprobación de los métodos y alcance de las pruebas de funcionamiento;
- las pruebas de rutina programadas, como las pruebas de los procedimientos de vigilancia de materiales o comprobaciones administrativas periódicas;
- pruebas para otras actividades, como pruebas de cambios realizados en los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares;
- coordinación de pruebas de funcionamiento con todas las organizaciones de instalaciones a las que la prueba atañe o afecta.

4.176. Las pruebas de funcionamiento de los elementos del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares deberían utilizarse para confirmar que las medidas de contabilidad y control de materiales nucleares funcionan según lo previsto y cumplen su función prevista. Los cambios propuestos en la instalación o los procesos que podrían repercutir en los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares deberían estar sujetos a una evaluación como parte del examen inicial y la aprobación del cambio propuesto. En las evaluaciones también se deberían tener en cuenta los criterios definidos por el Estado o la autoridad competente.

4.177. El sistema de gestión de la calidad del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares debería ajustarse a los métodos presentados en las normas establecidas, como las publicadas por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Aspectos especialmente importantes para la seguridad física nuclear

4.178. Se deberían realizar evaluaciones periódicas del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares para garantizar que es capaz de detectar la retirada no autorizada de materiales nucleares tal como se ha diseñado. La eficacia de un sistema de contabilidad y control de materiales nucleares depende de que todos los elementos del sistema funcionen de manera eficaz en todo momento. Toda la documentación de las deficiencias detectadas debería protegerse como información delicada, puesto que la información sobre deficiencias en el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares podría beneficiar a los posibles adversarios.

4.179. Una de las principales dificultades encontradas al llevar a cabo las pruebas de funcionamiento de la contabilidad y control de materiales nucleares es la realización de una prueba realista que garantice al mismo tiempo que los materiales nucleares están bajo control durante la prueba. Se necesitan una planificación y coordinación minuciosas para garantizar el control de los materiales sin que ello influya negativamente en la prueba o comprometa la contabilidad y el control de los materiales nucleares.

4.180. Las pruebas de funcionamiento son especialmente importantes para garantizar que se alcanzan los objetivos de seguridad física nuclear.

REFERENCIAS

- [1] Resolución 1540 (2004) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas (S/RES/1540), Naciones Unidas, Nueva York.
- [2] *Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares*, INFCIRC/274/Rev.1, OIEA, Viena (1980).
Enmienda de la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares, GOV/INF/2005/10-GC(49)/INF/6, OIEA, Viena, 2005.
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear sobre la Protección Física de los Materiales y las Instalaciones Nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 13, OIEA, Viena, 2012.
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Preventive and Protective Measures against Insider Threats, Implementing Guide*, IAEA Nuclear Security Series No. 8, IAEA, Vienna (2008).
- [5] STOIBER, C., BAER A., PELZER N., TONHAUSER W., *Manual de derecho nuclear*, OIEA, Viena, 2006.
- [6] STOIBER, C., CHERF, A., TONHAUSER, W., VEZ CARMONA, M. L., *Manual de derecho nuclear: Legislación de aplicación*, OIEA, Viena, 2012.
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Nuclear Material Accounting Handbook*, IAEA Services Series No. 15, IAEA, Vienna (2008).
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Cultura de la seguridad física nuclear*, Guía de Aplicación, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 7, OIEA, Viena, 2017.
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *International Target Values 2010 for Measurement Uncertainties in Safeguarding Nuclear Materials*, Safeguards Technical Report STR-368, IAEA, Vienna (2010).

BIBLIOGRAFÍA

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (Viena)

Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 10 (2009).

IAEA Safeguards Glossary, 2001 Edition, International Nuclear Verification Series No. 3, IAEA (2002).

Estructura y contenido de los acuerdos entre los Estados y el Organismo requeridos en relación con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares, INFCIRC/153, 1971.

GLOSARIO

En la presente publicación se utilizan los siguientes términos con las definiciones que figuran a continuación:

adversario. Cualquier persona que realice o intente realizar un acto doloso¹.

agente interno. La persona (o personas) con acceso autorizado a instalaciones nucleares o materiales nucleares durante el transporte que podría intentar un acto de retirada no autorizada o de sabotaje, o que podría ayudar a un adversario externo en ese intento².

autoridad competente. Organización o institución gubernamental designada por un Estado para que ejerza una o más funciones relacionadas con la seguridad física nuclear³.

contención. Elementos estructurales (bidones, cajas de guantes, armarios de almacenamiento, salas, cámaras, etc.), que se utilizan para establecer la integridad física de una zona o de distintos artículos y para mantener la continuidad del conocimiento respecto de los materiales nucleares.

control (de materiales nucleares). Actividades, dispositivos, sistemas y procedimientos que garantizan la continuidad del conocimiento (por ejemplo, la ubicación o las mediciones cuantitativas) respecto de los materiales nucleares.

defensa en profundidad. La combinación de múltiples niveles de sistemas y medidas que deben rebasarse o eludirse antes de que resulte comprometida la seguridad física nuclear³.

¹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Preventive and Protective Measures against Insider Threats, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 8, IAEA, Vienna (2008).

² INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Material Accounting Handbook, IAEA Services Series No. 15, IAEA, Vienna (2008).

³ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de Seguridad Física Nuclear sobre la Protección Física de los Materiales y las Instalaciones Nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)*, Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA N° 13, OIEA, Viena, 2012.

enfoque graduado. La aplicación de medidas de seguridad física nuclear en un grado proporcional a las posibles consecuencias de un acto doloso².

entidad explotadora. Cualquier persona, organización o entidad gubernamental con licencia o autorización para explotar una instalación nuclear³.

gestión de la configuración. El proceso de definir y documentar las características del sistema de protección física de una instalación — incluidos los sistemas informáticos y el software— y de garantizar que los cambios de esas características se preparan, evalúan, aprueban, publican, aplican, verifican y registran debidamente y se incorporan de manera adecuada a la documentación de la instalación.

instalación nuclear. Instalación (incluidos edificios y equipo conexos), en la que se producen, procesan, utilizan, manipulan o almacenan materiales nucleares o en la que se realiza su disposición final, y para la que se requiere una licencia específica².

inventario contable. La suma del inventario físico anterior (determinada en una realización del inventario físico) y todas las modificaciones posteriores del inventario (reflejadas en los informes de cambios en el inventario)².

inventario físico. La suma de todas las estimaciones medidas o derivadas de las cantidades de los lotes de materiales nucleares presentes de manera física en un momento determinado en una zona de balance de materiales, obtenidas por el explotador de una instalación de conformidad con procedimientos especificados².

irregularidad. Una condición observable inusual que podría ser consecuencia de una retirada no autorizada de material nuclear, o que restringe la capacidad del explotador de la instalación de llegar a la conclusión de que no se ha producido esa retirada no autorizada.

material nuclear. Todos los materiales básicos o los materiales fisionables especiales, según se definen en el artículo XX del Estatuto del OIEA⁴.

“1. Se entiende por ‘materiales fisionables especiales’ el plutonio 239; el uranio 233; el uranio enriquecido en los isótopos 235 o 233; cualquier material que contenga uno o varios de los elementos citados; y los demás materiales

⁴ *Estatuto del OIEA* (1956), con las enmiendas introducidas hasta 1989, OIEA, Viena.

fisionables que la Junta de Gobernadores determine en su oportunidad; no obstante, la expresión ‘materiales fisionables especiales’ no comprende los materiales básicos.

2. Se entiende por ‘uranio enriquecido en los isótopos 235 o 233’ el uranio que contiene los isótopos 235 o 233, o ambos, en tal cantidad que la relación entre la suma de las cantidades de estos isótopos y la de isótopo 238 sea mayor que la relación entre la cantidad de isótopo 235 y la de isótopo 238 en el uranio natural.
3. Se entiende por ‘materiales básicos’ el uranio constituido por la mezcla de isótopos que contiene en su estado natural; el uranio en que la proporción de isótopo 235 es inferior a la normal; el torio; cualquiera de los elementos citados en forma de metal, aleación, compuesto químico o concentrado; cualquier otro material que contenga uno o más de los elementos citados en la concentración que la Junta de Gobernadores determine en su oportunidad; y los demás materiales que la Junta de Gobernadores determine en su oportunidad”.

regla de la actuación por pareja. Procedimiento en virtud del cual se requiere la presencia de al menos dos personas autorizadas y con conocimientos apropiados para verificar que las actividades relacionadas con materiales nucleares y con instalaciones nucleares estén autorizadas, a fin de detectar accesos o actos que no estén autorizados.

retirada no autorizada. Hurto u otra apropiación ilícita de material nuclear.

sistema de contabilidad y control de materiales nucleares. Conjunto integrado de medidas concebidas para aportar información sobre la presencia de materiales nucleares, mantener su control y proporcionar garantías al respecto, incluidos los sistemas necesarios para establecer inventarios de materiales nucleares y hacer un seguimiento conexo, controlar el acceso a los materiales nucleares y detectar su pérdida o desviación, y garantizar la integridad de esos sistemas y medidas.

vigilancia. La recogida de información mediante dispositivos u observación directa para detectar traslados no autorizados de materiales nucleares, la manipulación ilícita de la contención de materiales nucleares o la falsificación de información relacionada con la ubicación y las cantidades de materiales nucleares.



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

PEDIDOS DE PUBLICACIONES

Las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse a través de los proveedores que se indican a continuación o en las principales librerías locales.

Los pedidos de publicaciones gratuitas deben hacerse directamente al OIEA. Al final de la lista de proveedores se proporcionan los datos de contacto.

AMÉRICA DEL NORTE

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, EE. UU.

Teléfono: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550

Correo electrónico: orders@rowman.com • Sitio web: www.rowman.com/bernan

Renouf Publishing Co. Ltd

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADÁ

Teléfono: +1 613 745 2665 • Fax: +1 613 745 7660

Correo electrónico: order@renoufbooks.com • Sitio web: www.renoufbooks.com

RESTO DEL MUNDO

Póngase en contacto con su proveedor local de preferencia o con nuestro distribuidor principal:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

Pedidos comerciales y consultas:

Teléfono: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640

Correo electrónico: euroman@turpin-distribution.com

Pedidos individuales:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Para más información:

Teléfono: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609

Correo electrónico: info@eurospangroup.com • Sitio web: www.eurospangroup.com

Los pedidos de publicaciones, tanto de pago como gratuitas, pueden enviarse directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530 • Fax: +43 1 26007 22529

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: www.iaea.org/publications

La contabilidad y el control de los materiales nucleares tienen por objeto prevenir, disuadir y detectar la adquisición y la utilización no autorizadas de materiales nucleares. Complementa los programas internacionales de salvaguardias y los sistemas de protección física, y los Estados Miembros del OIEA utilizan los tres para defenderse de las amenazas externas e internas de agentes estatales y no estatales. La presente publicación brinda orientaciones sobre la aplicación de la contabilidad y el control de los materiales nucleares en las instalaciones nucleares. Se centra en las medidas dirigidas a mitigar los riesgos que comportan las amenazas internas y describe los elementos de los programas de seguridad física nuclear que pueden aplicarse en las instalaciones nucleares en coordinación con el sistema de protección física para disuadir y detectar la retirada no autorizada de material nuclear.

**ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA**

ISBN 978-92-0-306818-5

ISSN 2521-1803