

# Guía de Seguridad 5.12

Homologación de cursos de formación  
de supervisores y operadores de  
instalaciones radiactivas

Madrid, 18 de marzo de 1998

© Copyright Consejo de Seguridad Nuclear, 1998

Publicado y distribuido por:  
Consejo de Seguridad Nuclear  
Justo Dorado, 11. 28040.Madrid  
<http://w.csn.es>  
[Peticones@csn.es](mailto:Peticones@csn.es)

Imprime: Closas-Orcoyen S. L.  
Pol. Ind. Igarsa. Paracuellos de Jarama (Madrid)

ISBN: 84-87275-81-8  
Depósito Legal: M.32.324.1998

## Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>7</b>
	1.1. Objeto .....	7
	1.2. Ámbito de aplicación .....	7
<b>2</b>	<b>Objetivo de los cursos</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Planificación</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Homologación</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Profesorado</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Alumnos</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Régimen didáctico</b> .....	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Sistema de evaluación</b> .....	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>Certificado de aptitud</b> .....	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>Archivo</b> .....	<b>14</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>15</b>
	Anexo A. Campos de aplicación .....	15
	Anexo B. Contenido de los programas de formación .....	16
	Anexo C. Ejercicios .....	50
	Anexo D. Planificación de los cursos .....	51
	Anexo E. Protocolo para la homologación de los cursos .....	52
	Anexo F. Modelo de certificado de aptitud .....	55
	<b>Definiciones</b> .....	<b>56</b>

## Prólogo

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) tiene, entre otras atribuciones, la función de conceder y renovar las licencias de personal de las instalaciones radiactivas, de acuerdo con el apartado a) del artículo segundo de la Ley 15/1980, de creación de este Organismo.

El Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas establece la necesidad de que los solicitantes de dichas licencias acrediten una formación adecuada y, aunque no es la única vía, un gran número de solicitantes adquieren la acreditación de los conocimientos necesarios, mediante la superación de cursos impartidos por entidades públicas o privadas.

El CSN presenta en esta Guía el procedimiento a seguir por las entidades interesadas en obtener la homologación de los cursos de formación para Operadores y Supervisores de instalaciones radiactivas, así como los requisitos que deben cumplir.

Sin tratar de definir objetivos en detalle, a través de esta Guía se pretende que la formación adquirida por los aspirantes a una licencia sea la más apropiada para el trabajo que posteriormente desempeñarán en su instalación. Surge así la conveniencia de orientar dichos cursos hacia campos específicos de aplicación y de darles un enfoque eminentemente práctico.

## **1. Introducción**

### **1.1. Objeto**

El objeto de la presente Guía es recomendar las normas a cumplir por las entidades públicas o privadas interesadas en la homologación de cursos de formación de operadores y supervisores de instalaciones radiactivas de 2ª y 3ª categoría.

### **Ámbito de aplicación**

La presente Guía es de aplicación a todas aquellas entidades que proyecten impartir cursos de formación del personal de instalaciones radiactivas, dirigidos a la obtención de las licencias de supervisor y de operador.

Esta Guía complementa a la Guía de Seguridad GS-5.6 “Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas”.

## **2. Objetivo de los cursos**

Los cursos se diseñarán atendiendo a los conocimientos básicos y a los específicos necesarios para dar cumplimiento al Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Los conocimientos básicos deben proporcionar los conceptos fundamentales para conocer la naturaleza y acción de las radiaciones ionizantes, sus riesgos y la prevención de los mismos.

Los conocimientos específicos deben proveer formación sobre los riesgos radiológicos asociados a las técnicas propias de las actividades que son habituales en el campo de aplicación a que se dirige el curso, así como sobre la forma de minimizarlos.

## **3. Planificación**

En orden a la planificación de los cursos, se han considerado los cinco campos de aplicación que se recogen en el Anexo A.

En caso necesario, será posible la homologación de cursos para actividades no contempladas en esos campos de aplicación.

3.2 Los cursos se organizarán a dos niveles: supervisor y operador, para cada campo de aplicación.

3.3 En cuanto al contenido y a la profundidad de las materias a impartir, que se presentan en el Anexo B, deberá tenerse en consideración la formación básica y el grado de responsabilidad en el funcionamiento de la instalación, que corresponde al personal de cada uno de los niveles.

Por otra parte, el contenido de los programas deberá actualizarse de acuerdo con la normativa vigente en cada momento.

3.4 La primera parte del curso cubrirá las áreas básicas del programa de clases teóricas y el contenido de las prácticas, citados en el Anexo B.

La segunda parte del curso deberá cubrir las áreas específicas del programa de clases teóricas y el contenido de las prácticas, que se indican en el citado Anexo B, para un determinado campo de aplicación..

3.5 Las clases teóricas incluirán la resolución de ejercicios en el aula bajo la dirección del profesor, los cuales recogerán como mínimo los puntos contenidos en el Anexo C.

3.6 En la programación de los cursos se observarán los mínimos consignados en el Anexo D con respecto a las horas dedicadas a las clases teóricas de las áreas básicas y específicas, así como a las prácticas.

Se recomienda la realización de seminarios o coloquios sobre las materias impartidas.

3.7 Se programarán diariamente, como máximo, cinco horas de clases teóricas. En cualquier caso no se superarán ocho horas en total, contando con prácticas, seminarios y coloquios.

**3.8** Las clases teóricas de las áreas básicas se impartirán en el orden establecido en el Anexo B.

**3.9** Cada una de las prácticas programadas deberá ser impartida por un profesor, que no podrá atender simultáneamente a más de un grupo de alumnos.

**3.10** Se dispondrá de las aulas y laboratorios adecuados, para la exposición de clases y realización de prácticas.

Si procede, se dispondrá de la correspondiente autorización como instalación radiactiva. En el caso de que ésta no pertenezca a la entidad organizadora, se deberá demostrar documentalmente la existencia de un acuerdo entre ambas para la realización de las prácticas.

**3.11** Se dispondrá de los equipos de detección de la radiación y de todos los dispositivos y accesorios para la consecución de los objetivos programados en las prácticas.

**3.12** El número de alumnos por curso será el apropiado a las condiciones del aula. El número de alumnos por grupo de prácticas se adaptará al contenido y tipo de las mismas; en ese sentido es recomendable que en el caso de manipulación de instrumentación o equipos por los alumnos, su número no sea superior a seis.

**3.13** Como material de trabajo se pondrá a disposición de los alumnos, antes del comienzo del curso, una colección de lecciones teóricas y de guiones de prácticas, que desarrollarán con precisión todos los objetivos, de formación correspondientes al nivel y campo de aplicación del curso.

## **4. Homologación**

**4.1** Las entidades interesadas en impartir cursos, deberán solicitar la homologación de los mismos al CSN para cada nivel y campo de aplicación, de acuerdo con el protocolo que se adjunta como Anexo E, al menos con tres meses de antelación a la fecha prevista para el comienzo del primer curso.

4.2 El Director Técnico del curso es el responsable de su organización, así como del nombramiento de profesores debidamente cualificados. Propondrá la prueba de evaluación, asistirá a ella o estará representado por un profesor del curso y firmará el Acta de Examen.

4.3 El CSN, una vez comprobado que la documentación es correcta y completa y que se cumplen los requisitos mínimos exigibles, y apreciados favorablemente el programa y el sistema de evaluación propuestos, procederá a dictar la resolución expresa de homologación de los correspondientes cursos, con carácter temporal, por un período de tres años.

La entidad podrá obtener sucesivas prórrogas de la misma, previa presentación de la solicitud correspondiente dos meses antes, como mínimo, de que finalice el plazo.

4.4 El curso homologado podrá ser impartido por la Entidad organizadora tantas veces como interese durante el período de vigencia de la homologación.

Al menos con veinte días de antelación se comunicará al CSN la fecha de inicio de cada curso, así como todas las variaciones que se prevean respecto de los datos incluidos en el protocolo inicial, en particular en el plan docente, acompañándose de los documentos que correspondan, con objeto de demostrar que se mantienen los criterios establecidos en esta Guía.

El CSN podrá realizar en cualquier momento las comprobaciones que estime oportunas, con el fin de constatar el cumplimiento de las condiciones de homologación del curso.

4.5 Si antes o durante la celebración de los cursos se produjese algún imprevisto que obligara a modificar los datos contenidos en el protocolo o en el plan docente, deberá ser comunicado al CSN inmediatamente justificando las razones que han provocado dicha modificación.

La suspensión de alguno de ellos será también objeto de comunicación, al menos con cinco días de antelación a la fecha prevista de impartición.

## 5. Profesorado

Los profesores de las clases teóricas serán titulados universitarios expertos en las materias objeto de los cursos, con experiencia didáctica o profesional mínima de dos años.

Los profesores de las clases prácticas deberán acreditar experiencia profesional mínima de dos años en la materia a impartir.

## 6. Alumnos

6.1. Para la realización de los cursos de Supervisores o de Operadores se deberá disponer de la titulación académica mínima requerida por el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. La admisión de personas que estén en vías de obtener dicha titulación sólo será permitida tras la apreciación favorable del CSN.

6.2. Los alumnos que deseen ampliar su capacitación a un nuevo campo de aplicación, podrán ser admitidos únicamente a la segunda parte del curso (según apartado 3.4. de esta Guía).

6.3. La organización del curso mantendrá a disposición del CSN, a partir del primer día del curso, documentación acreditativa de la formación académica de cada uno de los alumnos admitidos al curso (copia compulsada del título requerido o documentación equivalente), así como una ficha del mismo con sus datos personales y dirección, tipo de curso en el que se ha matriculado (campo de aplicación y nivel) y fecha del mismo. Posteriormente se incorporará a la ficha la fecha de las pruebas y su calificación.

## 7. Régimen didáctico

7.1. La dirección del curso controlará la asistencia de los alumnos a las clases teóricas y prácticas, debiendo poder justificarse documentalmente la asistencia al 90% de las clases, como mínimo.

7.2. La Dirección del curso deberá disponer en todo momento de la documentación acreditativa del cumplimiento del plan docente. Los profesores firmarán las clases impartidas.

## ⋮ Sistema de evaluación

8.1. La evaluación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por los alumnos se realizará mediante la calificación de una prueba escrita tipo test de 60 cuestiones, para cuya resolución se dispondrá de una hora. Las cuestiones se elegirán del banco de preguntas de la entidad, en función del campo de aplicación y nivel del curso impartido y constarán de una proposición y cuatro respuestas, de las cuales solamente una de ellas será verdadera.

8.2. Las cuestiones estarán distribuidas en dos bloques, correspondientes a las áreas básicas y específicas. Su contenido cubrirá las materias impartidas en las clases teóricas y prácticas de cada bloque y su número será función de las horas asignadas a las mismas en el plan docente.

A los alumnos contemplados en el apartado 6.2. sólo se les examinará de las cuestiones contenidas en el bloque específico.

8.3. Para superar la evaluación es necesario conseguir como mínimo en la prueba un 75% de aciertos del total.

8.4. La entidad organizadora convocará a un segundo examen, en un plazo máximo de seis meses, a los alumnos que no hayan superado la evaluación en primera convocatoria.

8.5. En los quince días posteriores a la fecha de evaluación, se remitirá al CSN el Acta de Examen, firmada por el Director Técnico del curso, con el siguiente contenido:

- Datos referentes al curso:
  - Campo de aplicación y nivel.

- Fechas de impartición.
- Fecha de examen.
- Entidades donde se han impartido las clases teóricas y prácticas.
- Código de la entidad y número de orden del Acta que corresponda dentro de ese campo de aplicación y nivel.
- Datos referentes a los alumnos:
  - Relación de alumnos asistentes al curso y los procedentes de los cursos anteriores que se presenten a la prueba .
  - Relación de alumnos asistentes a las áreas específicas para ampliar su capacitación a un nuevo campo de aplicación.
  - La relación incluirá nombre, apellidos, DNI y titulación.
- Datos referentes al examen:
  - Examen propuesto.
  - Resultados obtenidos por cada uno de los alumnos (porcentaje de aciertos).
- Incidencias.

**8.6** El CSN podrá intervenir cuando lo estime oportuno en cualquiera de las fases del proceso de evaluación.

## **9. Certificado de aptitud**

La entidad organizadora extenderá un certificado de aptitud, con su sello y la firma del Director Técnico, en el que constará: nombre, dos apellidos, y DNI, a todas aquellas personas que hayan superado la evaluación citada en el apartado 8.1.

En dicho certificado se indicará explícitamente el nivel, el campo de aplicación y la fecha inicial y final del curso, así como la fecha de la resolución de homologación del mismo. (Modelo de certificado en el Anexo F).

---

En este caso se indicará la fecha en que se impartió el curso al que asistieron

## 10. Archivo

La entidad organizadora archivará y mantendrá a disposición del CSN durante cinco años las pruebas de evaluación final, la documentación a que se hace referencia en el apartado 7 y copia de los certificados de aptitud.

## Anexo A Campos de aplicación

- **Medicina Nuclear.**

Instalaciones en las que se aplican fuentes radiactivas no encapsuladas para el diagnóstico de pacientes o con fines terapéuticos,

- **Radioterapia.**

Instalaciones en las que se utilizan las radiaciones ionizantes procedentes de un equipo generador o de una fuente radiactiva, generalmente encapsulada, con fines terapéuticos.

- **Laboratorios con fuentes no encapsuladas.**

Instalaciones donde se manipule material radiactivo no encapsulado, distintas de las de Medicina Nuclear.

- **Radiografía industrial.**

Instalaciones donde se utilicen equipos de rayos X o provistos de material radiactivo encapsulado, de carácter fijo o portátil, en la radiografía o radioscopia no médica.

- **Control de procesos y técnicas analíticas.**

Instalaciones con equipos radiactivos fijos o móviles para el control y medida de variables (nivel, densidad, espesor, humedad, etc...), así como para el análisis de materiales (análisis de elementos, detección de sustancias, técnicas de difracción, etc...).

Con vistas a la obtención de una licencia aplicada a una actividad no contemplada en estos campos de aplicación, el CSN, a petición del interesado, señalará la formación mínima que se deberá justificar para optar a la licencia.

## **Anexo B** Contenido de los programas de formación

### **Módulo I, A** Áreas básicas

#### Nivel Supervisores

Clases teóricas

##### **Área 1 Las radiaciones ionizantes**

- Naturaleza de la radiación. Radiación alfa, beta, gamma, rayos X y neutrones. Interacción de la radiación con la materia: conceptos básicos.
- Magnitudes y unidades radiológicas. Concepto de dosis.
- Detección y medidas de la radiación. Fundamentos físicos.

##### **Área 2 Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes**

- Aspectos generales de la interacción de la radiación con el medio biológico.
- Efectos somáticos y genéticos.
- Efectos estocásticos y no estocásticos.

##### **Área 3 Protección radiológica**

- Conceptos básicos. Objetivos. Principios.
- Sistema de limitación de dosis.
- Procedimientos de reducción de dosis. Criterio de optimización.
- Protección radiológica operacional.
- Funciones y responsabilidades de la organización y del personal.

#### **Área 4 Legislación y normativa básica en vigor, aplicable a las instalaciones radiactivas (aspectos legales y administrativos generales)**

- Ley 15/80 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Ley 25/64 sobre la Energía Nuclear.
- Real Decreto 53/92 por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.
- Real Decreto 413/1997 sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- Decreto 2869172 por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- Orden de 20 de marzo de 1975 sobre homologación de aparatos radiactivos.
- Reglamentación aplicable al transporte de materiales radiactivos.
- Guías de Seguridad del CSN.

#### **Contenido de las clases prácticas**

- Manejo de equipos de detección de la radiación para determinar los niveles de dosis en haz directo y en radiación dispersa, así como para determinar los niveles de contaminación superficial. Verificación de las condiciones del equipo para realizar las medidas.
- Dosímetros personales.
- Comprobación experimental de la variación de la dosis producida por una fuente puntual, en función de la distancia, el tiempo y el blindaje.
- Criterios para la elección del equipo idóneo para la detección y medida de la radiación: sensibilidad, precisión, tiempo de respuesta, geometría de irradiación, reproducibilidad y eficiencia ante fotones y partículas de distintas energías.
- Identificación de radionucleidos. Medidas de actividad.

## **Módulo 1** Áreas básicas

### **Nivel Operadores**

#### **Clases teóricas**

##### **Área 1 Las radiaciones ionizantes**

- Naturaleza de la radiación. Radiación alfa, beta, gamma, rayos X y neutrones. Interacción de la radiación con la materia: conceptos básicos.
- Magnitudes y unidades radiológicas. Concepto de dosis.
- Detección y medidas de la radiación.

##### **Área 2 Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes**

- Aspectos generales de la interacción de la radiación con el medio biológico.
- Efectos somáticos y genéticos.
- Efectos estocásticos y no estocásticos.

##### **Área 3 Protección radiológica**

- Conceptos básicos. Objetivos. Principios.
- Sistema de limitación de dosis.
- Procedimientos de reducción de dosis.
- Protección radiológica operacional.
- Funciones y responsabilidades de la organización y del personal.

#### **Área 4 Legislación y normativa básica en vigor, aplicable a las instalaciones radiactivas (aspectos legales y administrativos generales)**

- Ley 15/80 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Ley 25/64 sobre la Energía Nuclear.
- Real Decreto 53192 por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.
- Decreto 2869/72 por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- Reglamentación aplicable al transporte de materiales radiactivos.
- Guías de Seguridad del CSN.

#### **Contenido de las clases prácticas**

- Manejo de equipos de detección de la radiación para determinar los niveles de radiación y de contaminación superficial. Verificación previa al uso de los equipos.
- Criterios para el empleo de los equipos detectores de radiación: respuesta en función del tipo y energía de la radiación.
- Dosímetros personales.
- Comprobación experimental de la variación de la dosis producida por una fuente puntual, en función de la distancia, el tiempo y el blindaje.

## **Módulo 11.7. Áreas específicas para el campo de aplicación "Medicina Nuclear"**

### **Nivel Supervisores**

#### **Clases teóricas**

##### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Real Decreto 1132/90 por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.
- Recomendaciones nacionales e internacionales.
- Requisitos aplicables a equipos y fuentes radiactivas.
- Autorizaciones de la instalación. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Registros, archivos e informes.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

##### **Área 2 Aplicación de las fuentes radiactivas no encapsuladas**

- Técnicas in vivo e in vitro. Fundamento de los generadores.
- El diagnóstico y el tratamiento.
- La investigación biomédica (caso particular de utilización de animales vivos).
- Características radiológicas de los radionucleidos de uso más frecuente.

##### **Área 3 Riesgos radiológicos asociados al uso de fuentes no encapsuladas**

- Irradiación.

- Contaminación.
- Principales fuentes de riesgo. Dispersión del material radiactivo. Atención a los pacientes portadores de material radiactivo. Información a pacientes, familiares y personal asistencial.
- Vías de incorporación de radionucleidos en el organismo. Radiotoxicidad.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción de los recintos de almacenamiento y uso del material radiactivo. Distribución de dependencias. Habitaciones de hospitalización. Sistemas auxiliares (protección contra incendios).
- Sistema de ventilación.
- Sistema para la recogida, almacenamiento y tratamiento de residuos radiactivos. Sistemas de evacuación controlada.
- Equipos y sistemas de protección radiológica.
- Criterios de selección de los equipos de medida e imagen y de los materiales radiactivos a utilizar.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Recepción del material radiactivo. Controles.
- Almacenamiento.
- Movimiento entre dependencias del material radiactivo.
- Procedimientos de trabajo.
- Optimización. Criterios de selección de las técnicas. Principio ALARA.
- Verificaciones periódicas. Control de la contaminación personal, superficies y equipos.
- Control de calidad.

- Gestión de los residuos radiactivos.
- Actuación en accidentes. Plan de emergencia.
- Reentrenamiento del personal.

### Contenido de las clases prácticas

- Simulación de técnicas. Manejo de un generador agotado de Tecnecio-W. Uso de los dispositivos de protección para la manipulación de material radiactivo.
- Comprobación práctica de los niveles de radiación y contaminación en las distintas dependencias y situaciones de una instalación tipo.
- Cálculo del tiempo máximo de permanencia, de trabajadores profesionalmente expuestos y público, a partir de la tasa de dosis medida o estimada.
- Actuación en incidentes con contaminación radiactiva. Procedimientos de descontaminación.
- Aplicación práctica de la gestión de residuos radiactivos. Clasificación, almacenamiento y etiquetado. Dilución y evacuación controlada de residuos radiactivos líquidos o gaseosos.
- Clasificación y señalización de zonas.
- Preparación de la documentación básica que se requiere para la tramitación de la autorización de una instalación radiactiva dedicada a Medicina Nuclear. El Reglamento de Funcionamiento y el Plan de Emergencia.

Al menos el contenido de los dos primeros puntos se llevará a la práctica en una instalación de Medicina Nuclear. Asimismo la visita a la instalación se aprovechará para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, en particular los relativos a diseño, gestión de residuos y señalización.

## Áreas específicas para el campo de aplicación "Medicina Nuclear"

### Nivel Operadores

#### Clases teóricas

##### Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos

- Real Decreto 1132190 por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.
- Recomendaciones nacionales e internacionales.
- Autorizaciones de la instalación. Especificaciones técnicas básicas de las autorizaciones.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

##### Área 2 Aplicación de las fuentes radiactivas no encapsuladas

- Técnicas in vivo e in vitro. Fundamento de los generadores.
- El diagnóstico y el tratamiento.
- La investigación biomédica (caso particular de utilización de animales vivos).
- Características radiológicas de los radionucleidos de uso más frecuente.

##### Área 3 Riesgos radiológicos asociados al uso de fuentes no encapsuladas

- Irradiación.
- Contaminación.
- Principales fuentes de riesgo. Dispersión del material radiactivo. Atención a los pacientes portadores de material radiactivo. Información a pacientes, familiares y personal asistencial.
- Vías de incorporación de radionucleidos en el organismo. Radiotoxicidad.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción de los recintos de almacenamiento y uso del material radiactivo.
- Equipos y sistemas de protección radiológica.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Recepción del material radiactivo. Controles.
- Almacenamiento.
- Movimiento de material radiactivo entre dependencias de la instalación.
- Procedimientos de trabajo.
- Verificaciones periódicas. Control de la contaminación personal, superficies y equipos.
- Gestión de los residuos radiactivos.
- Actuación en emergencias.

#### **Contenido de las clases prácticas**

- Simulación de técnicas. Manejo de un generador agotado de Tecnecio-W. Uso de los dispositivos de protección para la manipulación de material radiactivo.
- Comprobación práctica de los niveles de radiación y contaminación en las distintas dependencias y situaciones de una instalación tipo.
- Cálculo del tiempo máximo de permanencia, de trabajadores profesionalmente expuestos y público, a partir de la tasa de dosis medida o estimada.
- Actuación en incidentes con contaminación radiactiva. Procedimientos de descontaminación.

- Aplicación práctica de la gestión de residuos radiactivos. Clasificación, almacenamiento y etiquetado. Dilución y evacuación controlada de residuos radiactivos líquidos o gaseosos.

Al menos el contenido de los dos primeros puntos se llevará a la práctica en una instalación de Medicina Nuclear. Asimismo la visita a la instalación se aprovechará para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, en particular los relativos a diseño, gestión de residuos y señalización.

## **Módulo 19 A** Áreas específicas para el campo de aplicación "Radioterapia"

### **Nivel Supervisores**

#### **Clases teóricas**

##### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Real Decreto 1132/90 por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.
- Recomendaciones nacionales e internacionales (Protocolo de la Sociedad Española de Física Médica. Publicaciones nºs 33 y 44 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica).
- Normativa aplicable a equipos y fuentes radiactivas utilizadas en Radioterapia, tales como Normas UNE 20631-2-11, CEI 601-2-1, CEI 601-2-17, CEI 976, CEI 977, ISO 2919.
- Autorizaciones de la instalación. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Registros, archivos e informes.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

##### **Área 2 Aplicación de las radiaciones ionizantes en un servicio de Radioterapia**

- Unidad de Cobalto-60.
- Acelerador lineal de electrones.
- Curiterapia manual y por medio de equipos automáticos y de carga diferida.
- Otras técnicas
- Simulación de tratamientos.

### **Área 3 Riesgos radiológicos asociados a la aplicación de radiaciones ionizantes con fines terapéuticos**

- Irradiación.
- Atención a pacientes portadores de material radiactivo.
- Accidentes e incidentes en este tipo de instalaciones, tales como: pérdida de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas. Fallo en la retirada de la fuente de Cobalto-60, o en las fuentes que utilizan los equipos automáticos de carga diferida. Pérdida del control de fuentes radiactivas.
- Causas de los accidentes e incidentes, tales como: malos procedimientos; insuficiente formación; incorrecto mantenimiento de equipos e instalaciones; errores humanos. Ejemplos reales.

### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción de los recintos de almacenamiento y uso de fuentes o equipos radiactivos. Distribución de dependencias. Habitaciones de hospitalización. Sistemas auxiliares (ventilación, protección contra incendios).
- Cálculo de blindajes.
- Equipos y sistemas de seguridad y de protección radiológica.
- Criterios de selección de equipos y materiales radiactivos a utilizar.
- Pruebas de aceptación.

### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Recepción del material radiactivo. Controles.
- Almacenamiento.
- Movimiento entre dependencias del material radiactivo.
- Procedimientos de trabajo.

- Optimización. Criterios de selección de las técnicas. Principio ALARA.
- Controles de seguridad previos a la puesta en marcha diaria de los equipos.
- Verificaciones periódicas de equipos, fuentes radiactivas e instalaciones y de los sistemas de protección radiológica. Revisiones geométricas y dosimétricas de los haces de radiación.
- Control de las fuentes radiactivas de aplicación en Curiterapia.
- Gestión de fuentes radiactivas agotadas.
- Plan de emergencia. Simulacros.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Reentrenamiento del personal.

### Contenido de las clases prácticas

- Aspectos esenciales del diseño de una instalación de Radioterapia y eficacia de diferentes tipos de materiales de blindaje frente a fotones, electrones y neutrones.
- Funcionamiento de los equipos de terapia y simulación, los dispositivos de seguridad de que disponen, señalización luminosa indicadora de la posición de las fuentes radiactivas y de presencia o ausencia del haz. Verificaciones diarias.
- Funcionamiento de los sistemas manuales de retirada de las fuentes y actuación ante un posible fallo en el sistema automático de retirada de las mismas.
- Actuación en la gammateca utilizando adecuadamente todos los dispositivos de protección.
- Estimación de las dosis asociadas a cada puesto de trabajo en condiciones normales de funcionamiento y como consecuencia de la actuación ante los accidentes previsibles.

- Cálculo del tiempo máximo de permanencia, de trabajadores profesionalmente expuestos y público, a partir de la tasa de dosis medida o estimada, en Curiterapia.
- Clasificación y señalización de zonas.
- Preparación de la documentación básica que se requiere para la tramitación de una instalación radiactiva de Radioterapia. El Reglamento de Funcionamiento y el Plan de Emergencia.

Al menos el contenido de los cuatro primeros puntos se llevará a la práctica en una instalación de Radioterapia. Asimismo la visita a la instalación se aprovechará para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, en particular, los relativos a diseño de la instalación.

## **Módulo** Áreas específicas para el campo de aplicación "Radioterapia"

### Nivel Operadores

#### Clases teóricas

##### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Real Decreto II 32/90 por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.
- Recomendaciones nacionales e internacionales (Protocolo de la Sociedad Española de Física Médica. Publicaciones nº 33 y 44 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica).
- Autorizaciones de la instalación. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

##### **Área 2 Aplicación de las radiaciones ionizantes en un servicio de Radioterapia**

- Unidad de Cobalto-60.
- Acelerador lineal de electrones.
- Curiterapia manual y por medio de equipos automáticos de carga diferida.
- Otras técnicas.
- Simulación de tratamientos.

##### **Área 3 Riesgos radiológicos asociados a la aplicación de radiaciones ionizantes con fines terapéuticos**

- Irradiación.

- Atención a pacientes portadores de material radiactivo.
- Accidentes e incidentes en este tipo de instalaciones, tales como: pérdida de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas. Fallo en la retirada de la fuente de Cobalto-60, o en las fuentes que utilizan los equipos automáticos de carga diferida. Pérdida del control de fuentes radiactivas.
- Causas de los accidentes e incidentes, tales como: malos procedimientos; insuficiente formación; incorrecto mantenimiento de equipos e instalaciones; errores humanos. Ejemplos reales.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción de los recintos de almacenamiento y uso de fuentes o equipos radiactivos.
- Equipos y sistemas de protección radiológica.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Recepción del material radiactivo. Controles. Almacenamiento.
- Movimiento entre dependencias del material radiactivo.
- Procedimientos de trabajo.
- Controles de seguridad previos a la puesta en marcha diaria de los equipos.
- Control de las fuentes radiactivas de aplicación en Curiterapia.
- Plan de emergencia. Simulacros.

#### **Contenido de las clases prácticas**

- Aspectos esenciales del diseño de una instalación de Radioterapia y eficacia de diferentes tipos de materiales de blindaje frente a fotones, electrones y neutrones.

- Funcionamiento de los equipos de terapia y simulación, los dispositivos de seguridad de que disponen, señalización luminosa indicadora de la posición de las fuentes radiactivas y de presencia o ausencia del haz. Verificaciones diarias.
- Funcionamiento de los sistemas manuales de retirada de las fuentes y actuación **ante** un posible fallo en el sistema automático de retirada de las mismas. Estimación de la dosis en ese caso.
- Actuación en la gammateca interponiendo pantallas móviles en el haz de radiación: preparación, medida, corte y enhebrado de fuentes ficticias, utilizando dispositivos de protección (pinzas y tijeras largas), con el fin de adquirir un cierto grado de destreza.
- Comprobación práctica de los niveles de radiación en una gammateca con las fuentes fuera y en posición de blindaje.
- Estimación de las dosis que recibirá el personal de operación, a partir de la carga de trabajo semanal y los resultados de medidas de la radiación ambiental, en condiciones normales.
- Localización de fuentes radiactivas fuera de control.
- Cálculo del tiempo máximo de permanencia, de trabajadores profesionalmente expuestos y público, a partir de la tasa de dosis medida o estimada, en Curiterapia.

Al menos el contenido de los cinco primeros puntos se llevará a la práctica en una instalación de Radioterapia. Asimismo la visita a la instalación se aprovechará para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, en particular, los relativos al diseño de la instalación.

## **Unidad V.A. Áreas específicas para el campo de aplicación \*laboratorios con fuentes no encapsuladas"**

### **Nivel Supervisores**

#### **Clases teóricas .**

#### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Autorizaciones de la instalación, Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Registros, archivos e informes.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

#### **Área 2 Aplicación de las fuentes radiactivas no encapsuladas**

- Investigación. Campos y técnicas más comunes. Radionucleidos y actividades más utilizadas. Caso particular de utilización de animales vivos
- Trazado. Trazadores en procesos industriales y en hidrología. Radionucleidos más utilizados. Criterios de selección de radionucleidos.

#### **Área 3 Riesgos radiológicos asociados al uso de fuentes no encapsuladas**

- Irradiación.
- Contaminación.
- Principales fuentes de riesgo de irradiación o de contaminación. La dispersión del material radiactivo.
- Vías de incorporación de radionucleidos en el organismo.
- Radiotoxicidad.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción de los recintos de almacenamiento y uso del material radiactivo. Distribución de dependencias. Sistemas auxiliares (protección contra incendios).
- Sistema de ventilación.
- Sistemas para la recogida, almacenamiento y tratamiento de residuos radiactivos. Sistemas de evacuación controlada.
- Equipos y sistemas de protección radiológica.
- Criterios de selección de los materiales radiactivos a utilizar.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Recepción del material radiactivo. Controles.
- Almacenamiento.
- Movimiento entre dependencias del material radiactivo.
- Procedimientos de trabajo.
- Optimización. Principio ALARA.
- Verificaciones periódicas. Control de la contaminación personal, superficies y equipos.
- Gestión de los residuos radiactivos.
- Actuación en accidentes. Plan de emergencia.
- Reentrenamiento del personal.

#### **Contenido de las clases prácticas**

- Simulación de técnicas. Manejo de los sistemas y dispositivos de protección (vitrina, pinzas, guantes, etc.).

- Actuación en incidentes con contaminación radiactiva. Procedimientos de descontaminación.
- Cálculo del tiempo máximo de permanencia, de trabajadores profesionalmente expuestos y público, a partir de la tasa de dosis medida o estimada.
- Aplicación práctica de la gestión de residuos radiactivos. Clasificación, almacenamiento y etiquetado. Dilución y evacuación controlada de residuos radiactivos.
- Clasificación y señalización de zonas.
- Preparación de la documentación básica requerida para la tramitación de la autorización de la instalación radiactiva. El Reglamento de Funcionamiento y el Plan de Emergencia.
- En el caso de que el contenido de los puntos anteriores no se haya efectuado en un laboratorio con fuentes no encapsuladas, se realizará una visita a una instalación de este tipo para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, en particular los relativos a diseño, gestión de residuos y señalización.

## Áreas específicas para el campo de aplicación "laboratorios con fuentes no encapsuladas"

Nivel Operadores

### Clases teóricas

#### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Autorizaciones de la instalación. Especificaciones técnicas básicas de las autorizaciones.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

#### **Área 2 Aplicación de las fuentes radiactivas no encapsuladas**

- Investigación. Campos y técnicas más comunes. Radionucleidos y actividades más utilizados. Caso particular de utilización de animales vivos.
- Trazado. Trazadores en procesos industriales y en hidrología. Radionucleidos más utilizados.

#### **Área 3 Riesgos radiológicos asociados al uso de fuentes no encapsuladas**

- Irradiación.
- Contaminación.
- Principales fuentes de riesgo de irradiación o de contaminación. La dispersión del material radiactivo.
- Vías de incorporación de radionucleidos en el organismo.
- Radiotoxicidad.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción de los recintos de almacenamiento y uso de material radiactivo.

- Equipos y sistemas de protección radiológica.

## **Área 5 Procedimientos operativos**

- Recepción del material radiactivo. Controles.
- Almacenamiento.
- Movimiento de material radiactivo entre dependencias de la instalación.
- Procedimientos de trabajo.
- Verificaciones periódicas. Control de la contaminación personal, superficies y equipos.
- Gestión de los residuos radiactivos.
- Actuación en emergencias.

## **Contenido de las clases prácticas**

- Simulación de técnicas. Manejo de los sistemas y dispositivos de protección (vitrina, pinzas, guantes, etc.).
- Actuación en incidentes con contaminación radiactiva. Procedimientos de descontaminación.
- Cálculo del tiempo máximo de permanencia, de trabajadores profesionalmente expuestos y público, a partir de la tasa de dosis medida o estimada.
- Aplicación práctica de la gestión de residuos radiactivos. Clasificación, almacenamiento y etiquetado. Dilución y evacuación controlada de residuos radiactivos.'
- En el caso de que el contenido de los puntos anteriores no se haya efectuado en un laboratorio con fuentes no encapsuladas, se realizará una visita a una instalación de este tipo para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, en particular los relativos a diseño, gestión de residuos y señalización.

## Áreas específicas para el campo de aplicación "radiografía industrial"

### Nivel Supervisores

#### Clases teóricas

##### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Normativa aplicable a equipos y fuentes radiactivas: ISO 3999 para equipos de gammagrafía, ISO 2919 para fuentes encapsuladas.
- Autorizaciones de la instalación radiactiva. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Reglamento sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera (TPC). Requisitos aplicables al transporte de equipos de gammagrafía.
- Registros, archivos e informes.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

##### **Área 2 Aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la radiografía industrial**

- Ensayos no destructivos. Uso de equipos generadores de rayos X y de equipos de gammagrafía. Aceleradores.
- Radiografía en instalaciones fijas.
- Radiografía móvil. Tipos de operaciones. Equipos tipo Crawler.
- Otras aplicaciones, tales como: control de calidad, restauración de obras de arte, inspección de bultos.

##### **Área 3 Riesgos radiológicos asociados a la radiografía industrial**

- Irradiación.

- Accidentes e incidentes más comunes en este tipo de instalaciones: fallo en la retracción de la fuente; pérdida de control de equipos y fuentes; pérdida de hermeticidad de fuentes encapsuladas.
- Causas de los accidentes e incidentes, tales como: malos procedimientos; insuficiente formación; incorrecto mantenimiento de equipos' e instalaciones; errores humanos. Ejemplos reales.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Criterios de construcción y de ubicación de instalaciones fijas de radiografiado y de los recintos de almacenamiento de equipos de gammagrafía, fijos y en obra.
- Cálculo de blindajes. Sistemas de seguridad de instalaciones fijas.
- Equipos de protección radiológica. Detectores y dosímetros (TLD y de lectura directa). Alarmas acústicas.
- Equipo mínimo de actuación en emergencias.
- Criterios de aceptación de equipos y fuentes.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Funciones del personal. Supervisores, operadores y personal auxiliar.
- Procedimiento de operación en radiografía fija y móvil. Equipos de rayos X y de gammagrafía. Uso de los medios de protección radiológica.
- Optimización. Principio ALARA. Restricción de dosis (dosis de referencia e investigación). Análisis dosis/tarea. Procedimientos de actuación ante superación de los valores de restricción de dosis y de los límites de dosis.
- Verificaciones periódicas de equipos radiactivos e instalaciones y de los sistemas de protección radiológica. Mantenimiento preventivo. Revisiones previas a las operaciones.

- Fallos de equipos radiactivos y sistemas de protección radiológica. Procedimientos de actuación.
- Uso y almacenamiento de dosímetros TLD. Incidencias.
- Control de equipos radiactivos en obra.
- Relación con la empresa cliente. Información previa a las operaciones. Planificación conjunta de actividades.
- Plan de emergencia. Actuación en incidentes operacionales. Operaciones especiales planificadas. Accidente de transporte con gammágrafos. Simulacros.
- Auditorías internas.
- Reentrenamiento del personal.

### Contenido de las clases prácticas

- Análisis de los equipos de rayos X y de gammagrafía. Funcionamiento. Componentes esenciales para la seguridad. Posibles fallos en cada componente que puedan comprometer la seguridad.
- Utilización de un equipo de rayos X y de gammagrafía (con fuente ficticia o de baja actividad). Procedimiento completo de operación. Uso de los sistemas de protección radiológica.
- Estimación de dosis. Variación con la distancia. Clasificación de zonas en radiografía móvil. Consideración de factores de ocupación y de uso. Señalización y acotamiento de zonas.
- Evaluación de la atenuación de la radiación X y Gamma por los materiales de blindaje generalmente disponibles. Cálculo de espesores de blindaje.
- Actuación en incidentes en gammagrafía móvil: no retracción de la fuente y pérdida de la conexión fuente-telemando. Utilización del equipo mínimo de emergencia. Planificación. Simulacro de actuación.
- Preparación de la documentación básica para la tramitación requerida de la instalación radiactiva. El Reglamento de Funcionamiento y el Plan de Emergencia.

## Áreas específicas para el campo de aplicación "radiografía industrial"

### Nivel Operadores

#### Clases teóricas

#### Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos

- Autorizaciones de la instalación radiactiva. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Reglamento sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera (TPC). Requisitos aplicables al transporte de equipos de gammagrafía.
- Registros: Diario de Operación del equipo radiactivo.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

#### Área 2 Aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la radiografía industrial

- Ensayos no destructivos. Uso de equipos generadores de rayos X y de equipos de gammagrafía. Aceleradores.
- Radiografía en instalaciones fijas.
- Radiografía móvil. Tipos de operaciones. Equipos tipo Crawler.
- Otras aplicaciones, tales **como**: control de calidad, restauración de obras de arte, inspección de bultos.

#### Área 3 Riesgos radiológicos asociadas a la radiografía industrial

- Irradiación.
- Accidentes e incidentes más comunes en este tipo de instalaciones: fallo en la retracción de la fuente; pérdida de control de equipos y fuentes; pérdida de hermeticidad de fuentes encapsuladas.

- Causas de los accidentes e incidentes, tales como: malos procedimientos; insuficiente formación; incorrecto mantenimiento de equipos e instalaciones; errores humanos. Ejemplos reales.

#### **Área 4 Diseño de la instalación**

- Sistemas de seguridad en instalaciones fijas.
- Criterios de construcción y de ubicación de los recintos de almacenamiento de equipos de gammagrafía en obra.
- Equipos de protección radiológica. Detectores y dosímetros (TLD y de lectura directa). Alarmas acústicas.
- Equipo mínimo de actuación en emergencias.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Funciones del personal. Supervisores, operadores y personal auxiliar.
- Procedimiento de operación en radiografía fija y móvil. Equipos de rayos X y de gammagrafía. Uso de los medios de protección radiológica.
- Optimización de dosis en operación y restricción de dosis.
- Verificaciones periódicas de equipos radiactivos e instalaciones y de los sistemas de protección radiológica. Mantenimiento preventivo. Revisiones previas a las operaciones.
- Fallos de equipos radiactivos y sistemas de protección radiológica. Procedimientos de actuación.
- Uso y almacenamiento de dosímetros TLD. Incidencias.
- Control de equipos radiactivos en obra.
- Relación con la empresa cliente. Información previa a las operaciones. Planificación conjunta de actividades.

- Plan de emergencia. Actuación en incidentes operacionales. Operaciones especiales planificadas. Accidente de transporte con gammágrafos. Simulacros.

### Contenido de las clases prácticas

- Análisis de los equipos de rayos X y de gammagrafía. Funcionamiento. Componentes esenciales para la seguridad. Posibles fallos en cada componente que puedan comprometer la seguridad.
- Utilización de un equipo de rayos X y de gammagrafía (con fuente ficticia o de baja actividad). Procedimiento completo de operación. Uso de los sistemas de protección radiológica.
- Estimación de dosis. Variación con la distancia. Clasificación de zonas en radiografía móvil. Consideración de factores de ocupación y de uso. Señalización y acotamiento de zonas.
- Evaluación de la atenuación de la radiación X y gamma por los materiales de blindaje generalmente disponibles. Cálculo de espesores de blindaje.
- Actuación en incidentes en gammagrafía móvil: no retracción de la fuente y pérdida de la conexión fuente-telemando. Utilización del equipo mínimo de emergencia. Planificación. Simulacro de actuación.

**Áreas específicas para el campo de aplicación "control de procesos y técnicas analíticas"**

Nivel Supervisores

Clases teóricas

### **Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Normativa aplicable a las fuentes radiactivas: ISO 2919 para fuentes encapsuladas.
- Autorizaciones de la instalación radiactiva. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Reglamento sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera (TPC). Requisitos aplicables al transporte de bultos tipo A.
- Registros, archivos e informes.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

### **Área 2. Aplicaciones de las radiaciones ionizantes en control de procesos y en técnicas analíticas**

- Control de procesos industriales (medidas de nivel, densidad, humedad, espesor, gramaje, etc.). Técnicas. Tipos de equipos. Radionucleidos y actividades utilizadas.
- Medida de densidad y humedad de suelos. Técnicas. Equipos.
- Testificación geofísica y geológica. Técnicas. Equipos.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de elementos y materiales. Técnicas. Tipos de equipos.

### **Área 3 Riesgos radiológicos**

- Irradiación.
- Accidentes e incidentes más comunes en este tipo de instalaciones: fallos de obturación del haz de radiación o, en su caso, de retracción de la fuente radiactiva; pérdida del control de equipos o fuentes; pérdida de hermeticidad de fuentes encapsuladas (caso particular de fuentes de Kr-85); atropellos y aplastamientos en obra de equipos móviles para la medida de densidad y humedad de suelos.
- Causas de los accidentes e incidentes, tales como: malos procedimientos, insuficiente formación, incorrecto mantenimiento de equipos, errores humanos. Ejemplos reales.

### **Área 4 Diseño de las instalaciones**

- Instalaciones con equipos fijos de control de procesos industriales. Medios de reducción de dosis en los alrededores de los equipos: medios de control de acceso, ubicación de puestos de trabajo y de zonas de paso en las proximidades de los equipos. Recintos de almacenamiento provisionales para los equipos fijos con fuente radiactiva. Criterios de seguridad y ubicación.
- Recintos de almacenamiento de equipos móviles con fuente radiactiva. Recintos fijos y en obra. Criterios constructivos de seguridad y de ubicación.
- Equipos de protección radiológica.
- Criterios de aceptación de equipos y fuentes.

### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Procedimiento de operación con equipos móviles para medida de densidad y humedad de suelos y de sondas de testificación geofísica y geológica. Uso de los medios de protección radiológica.

- Criterios de protección radiológica en operaciones sobre o en las proximidades de equipos fijos de control de procesos industriales (mantenimiento, limpieza, cambio de cabezales radiactivos, etc.). Desarrollo de procedimientos.
- Optimización. Principio ALARA.
- Verificaciones periódicas de equipos radiactivos y de los sistemas de protección radiológica. Mantenimiento preventivo. Revisiones previas a las operaciones con equipos móviles.
- Uso y almacenamiento de dosímetros TLD. Incidencias.
- Control de equipos radiactivos móviles en obra.
- Plan de emergencia. Actuación en incidentes operacionales en los distintos tipos de instalaciones. Actuación en accidentes industriales que puedan afectar a equipos fijos de control de procesos. Accidente en el transporte de equipos móviles con fuentes radiactivas. Simulacros.
- Reentrenamiento del personal.

### Contenido de las clases prácticas

- Análisis de los distintos tipos de equipos radiactivos. Funcionamiento. Componentes esenciales para la seguridad. Posibles fallos en cada componente que puedan comprometer la seguridad.
- Estimación de dosis. Clasificación y señalización de zonas en el uso de equipos radiactivos móviles.
- Actuación en incidentes con equipos móviles de medida de densidad y humedad de suelos: no retracción de la fuente y atropello y aplastamiento del equipo en obra. Planificación. Simulacro de la actuación.
- Preparación de la documentación básica para la tramitación de la instalación radiactiva. El Reglamento de Funcionamiento y el Plan de Emergencia.
- Se realizará una visita a una instalación radiactiva incluida en este Campo de Aplicación, para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso.

██████████ Áreas específicas para el campo de aplicación “control de procesos y técnicas analíticas”

Nivel Operadores

Clases teóricas

**Área 1 Aspectos legales y administrativos específicos**

- Autorizaciones de la instalación radiactiva. Especificaciones técnicas básicas de la autorización.
- Reglamento sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera (TPC). Requisitos aplicables al transporte de bultos tipo A.
- Registros: Diario de Operación de equipos radiactivos móviles.
- Guías de Seguridad del CSN aplicables.

**Área 2 Aplicaciones de las radiaciones ionizantes en control de procesos y en técnicas analíticas**

- Control de procesos industriales (medidas de nivel, densidad, humedad, espesor, gramaje, etc.). Técnicas. Tipos de equipos. Radionucleidos y actividades utilizadas.
- Medida de densidad y humedad de suelos. Técnicas. Equipos.
- Testificación geofísica y geológica. Técnicas. Equipos.
- Análisis cualitativo y cuantitativo de elementos y materiales. Técnicas. Tipos de equipos.

**Área 3 Riesgos radiológicos**

- Irradiación.

- Accidentes e incidentes más comunes en este tipo de instalaciones: fallos de obturación del haz de radiación o, en su caso, de retracción de la fuente radiactiva; pérdida del control de equipos o fuentes; pérdida de hermeticidad de fuentes encapsuladas (caso particular de fuentes de Kr-85); atropellos y aplastamientos en obra de equipos móviles para la medida de densidad y humedad de suelos.
- Causas de los accidentes e incidentes, tales como: malos procedimientos, insuficiente formación, incorrecto mantenimiento de equipos, errores humanos. Ejemplos reales.

#### **Área 4 Diseño de las instalaciones**

- Recintos de almacenamiento de equipos móviles con fuente radiactiva. Recintos fijos y en obra. Criterios constructivos de seguridad y de ubicación.
- Equipos de protección radiológica.

#### **Área 5 Procedimientos operativos**

- Procedimiento de operación con equipos móviles para medida de densidad y humedad de suelos y de sondas de testificación geofísica y geológica. Uso de los medios de protección radiológica.
- Criterios de protección radiológica en operaciones sobre o en las proximidades de equipos fijos de control de procesos industriales (mantenimiento, limpieza, cambio de cabezales radiactivos, etc.). Desarrollo de procedimientos.
- Optimización de dosis en operación.
- Verificaciones periódicas de equipos radiactivos y de los sistemas de protección radiológica. Mantenimiento preventivo. Revisiones previas a las operaciones con equipos móviles.
- Uso y almacenamiento de dosímetros TLD. Incidencias.
- Control de equipos radiactivos móviles en obra.

- Plan de emergencia. Actuación en incidentes operacionales en los distintos tipos de instalaciones. Actuación en accidentes industriales que puedan afectar a equipos fijos de control de procesos. Accidente en el transporte de equipos móviles con fuentes radiactivas. Simulacros.

### Contenido de las clases prácticas

- Análisis de los distintos tipos de equipos radiactivos. Funcionamiento. Componentes esenciales para la seguridad. Posibles fallos en cada componente que puedan comprometer la seguridad.
- Estimación de dosis. Clasificación y señalización de zonas en el uso de equipos radiactivos móviles.
- Actuación en incidentes con equipos móviles de medida de densidad y humedad de suelos: no retracción de la fuente y atropello y aplastamiento del equipo en obra. Planificación. Simulacro de la actuación.
- Se realizará una visita a una instalación radiactiva incluida en este Campo de Aplicación, para afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso.

## Anexo C Ejercicios

1. Variación de la actividad de la fuente radiactiva con el tiempo.
2. Cálculo del período de semidesintegración a partir de la actividad y del tiempo (sólo Supervisores).
3. Cálculo de la actividad específica.
4. Interpretación de esquemas de desintegración sencillos (sólo Supervisores).
5. Cálculo de atenuación de un haz de fotones procedente de una fuente puntual:
  - a) Al atravesar distintos espesores de distintos materiales.
  - b) En función de la distancia de la fuente.
6. Estimación del alcance de partículas beta en distintos medios (sólo Supervisores).
7. Evaluación de dosis para los distintos tipos de radiaciones, considerando distancia, tiempo y blindaje.

## Anexo D Planificación de los cursos

**Tabla I.- Planificación de los cursos de adiestramiento de Supervisores de Instalaciones Radiactivas (en horas lectivas).**

Campo de Aplicación	Módulo IA Áreas Básicas	Módulo IIA		Modulo IIIA		Módulo IVA		Módulo VA		Módulo VIA		Total
		CT.	P.	CT.	P.	CT.	P.	CT.	P.	CT.	P.	
Medicina nuclear	Clases teóricas 10  Clases prácticas 8	14	12									44
Radioterapia				18	18							54
Laboratorios con fuentes no encapsuladas						10	7					35
Radiografía Industrial								16	16			50
Control de procesos y técnicas analíticas										11	6	35

CT: nº de horas de clases teóricas específicas para ese campo de aplicación.  
P: ídem de clases prácticas.

**Tabla II.- Planificación de los cursos de adiestramiento de Operadores de Instalaciones Radiactivas (en horas lectivas).**

Campo de Aplicación	Módulo IB Áreas Básicas	Modulo IIB		Módulo IIIB		Módulo IVB		Módulo VB		Módulo VIB		Total
		CT.	P.	CT.	P.	CT.	P.	CT.	P.	CT.	P.	
Medicina nuclear	Clases teóricas 10  Clases prácticas 6	10	10									36
Radioterapia				15	15							46
Laboratorios con fuentes no encapsuladas						8	6					30
Radiografía industrial								12	12			40
Control de procesos y técnicas analíticas										9	5	30

CT: nº de horas de clase teóricas específicas para ese campo de aplicación.  
P: ídem de clases prácticas.

## Anexo E Protocolo para la homologación de los cursos

1. Organización.
  - 1.1. Nombre de la Institución o Entidad organizadora. Número de identificación fiscal.
  - 1.2. Domicilio social, teléfono, fax.
2. Dirección.
  - 2.1. Nombre y DNI del Director Técnico.
  - 2.2. Curriculum.
  - 2.3. Dirección postal.
  - 2.4. Teléfono, fax.
3. Campo de Aplicación\*‘.
4. Nivel: Operadores o Supervisores.
5. Número de alumnos previsto e identificación de los grupos de prácticas.
6. Profesorado.
  - 6.1. Nombre del profesor, DNI y titulación académica.
  - 6.2. Documentación acreditativa de su experiencia profesional o docente, en especial en el área de la que se va responsabilizar, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 5 de la Guía.
7. Plan docente detallado en el que conste para cada lección teórica o práctica: título, profesor, distribución diaria y horaria. (Preferentemente remitir información utilizando el formato de la tabla 1).

\* Ver Anexo A

8. Características de las aulas donde se impartirán las clases (capacidad, situación, medios audiovisuales . . .).
9. Instalación(es) donde se realizarán las prácticas, o la visita, según proceda, de acuerdo con lo establecido en los programas de las clases prácticas para los diferentes campos de aplicación.
  - 9.1. Nombre de la instalación.
  - 9.2. Dirección.
  - 9.3. Justificación documental del acuerdo entre la entidad organizadora del curso y la instalación, en el caso de que ésta no pertenezca a la primera.
10. Material disponible para las prácticas, necesario para desarrollar los programas correspondientes, para los diferentes campos de aplicación.
  - 10.1. Generador(es) de radiación y equipo(s) radiactivo(s) de que se dispone (marca, modelo).
  - 10.2. Equipos de detección y medida de la radiación (marca, modelo).
  - 10.3. Radioisótopos utilizados (tipo de fuente: encapsulada o no encapsulada, actividad).
  - 10.4. Dosímetros individuales.
  - 10.5. Otros equipos, dispositivos o accesorios de interés.
11. Documentación didáctica que se suministrará a los alumnos (se remitirá un ejemplar completo de lecciones teóricas y guiones de prácticas).
12. Propuesta de, al menos, cinco cuestiones de examen por cada una de las áreas de los programas de las clases teóricas y veinticinco cuestiones sobre las clases prácticas.

Fecha:

Firma del Director Técnico del curso:

Sello de la Entidad:

**Tabla 1. Plan docente**

Lección teórica (* )	Práctica (* )	Número horas	Profesor	Fecha (**)	Hora (**)

\* Referenciar con la numeración asignada a cada apartado del programa.

\*\* Estos datos bastará con comunicarlos con 20 días de antelación al inicio del curso.

**Anexo F** Modelo de certificado de aptitud

Don/Doña .....

**CERTIFICA**

que:

Don/Doña .....

DNI .....

Titulación Académica .....

ha superado el Curso de Capacitación de .....

Campo de aplicación .....

impartido en .....

Fecha de inicio y fecha de finalización .....

y homologado por el Consejo de Seguridad Nuclear

Lo que hace constar para los efectos oportunos en .

a ..... de ..... de **199..**

Director del Curso

Entidad o Institución.

## Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos contenidos en la presente Guía se corresponden con los contenidos en los siguientes documentos legales:

- Ley 2511964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (BOE nº 107, de 4-05-64, artículo segundo) modificada por la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 285, de 28-11-97).
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (BOE nº 100, de 25-04-80).
- Decreto 286911972 del Ministerio de Industria, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (BOE nº 255, de 24-10-72).
- Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (BOE nº 37, de 12-02-92).