

# Guía de Seguridad 1.19

## Requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares

# CSN

### Colección Guías de Seguridad del CSN

- 1** Reactores de Potencia y Centrales Nucleares
- 2 Reactores de Investigación y Conjuntos Subcríticos
- 3 Instalaciones del Ciclo del Combustible
- 4 Vigilancia Radiológica Ambiental
- 5 Instalaciones y Aparatos Radiactivos
- 6 Transporte de Materiales Radiactivos
- 7 Protección Radiológica
- 8 Protección Física
- 9 Gestión de Residuos
- 10 Varios
- 11 Radiación Natural

# **Guía de Seguridad 1.19**

## **Requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares**

Madrid, 19 de enero de 2011

© Copyright Consejo de Seguridad Nuclear, 2011

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

Imprime: Imprenta Fareso, S.A.  
Paseo de la Dirección, 5. 28039 Madrid

Depósito legal: M.



Impreso en papel reciclado

# Índice

<b>Preámbulo</b> .....	7
<b>1 Objeto y ámbito de aplicación</b> .....	9
1.1 Objeto .....	9
1.2 Ámbito de aplicación .....	9
<b>2 Definiciones</b> .....	9
<b>3 Criterios básicos y postulados generales de diseño</b> ..	17
3.1 Criterio de separación de sistemas importantes para la seguridad .....	17
3.2 Criterio de defensa en profundidad .....	17
3.3 Postulación de incendio .....	17
3.4 Criterio de riesgo único .....	18
3.5 Criterio de simultaneidad de causas .....	18
3.6 Criterio de fallo único .....	18
3.7 Criterio de confinamiento en áreas de fuego .....	19
3.8 Criterio de daños por descarga del sistema de extinción .....	19
3.9 Criterio de accesibilidad a la zona siniestrada .....	19
3.10 Criterio de ventilación .....	20
3.11 Criterio de compartición de estructuras, sistemas y componentes .....	20
<b>4 Requisitos de la protección contra incendios</b> .....	20
4.1 Programa de protección contra incendios .....	20
4.2 Organización y responsabilidades .....	21
4.3 Análisis de riesgos de incendio .....	24
4.4 Análisis de parada segura .....	29
4.5 Parada alternativa o dedicada .....	29
4.6 Implantación de los programas de protección contra incendios .....	29
<b>5 Controles administrativos</b> .....	30
<b>6 Brigada contra incendios</b> .....	34
<b>7 Programa de garantía de calidad</b> .....	41

<b>8</b>	<b>Directrices generales</b> . . . . .	41
8.1	Diseño de edificios . . . . .	41
8.2	Compartimentación, áreas y zonas de fuego. . . . .	45
8.3	Capacidad de parada segura tras incendio. . . . .	46
8.4	Circuitos asociados . . . . .	49
8.5	Acciones manuales del operador en caso de incendio. . . . .	52
8.6	Parada fría . . . . .	52
8.7	Capacidad de parada alternativa o dedicada . . . . .	53
8.8	Fuegos en la sala de control. . . . .	53
8.9	Procedimientos de parada post-incendio . . . . .	55
8.10	Operaciones en parada y a baja potencia. . . . .	56
8.11	Control de materiales combustibles en edificios de seguridad . . . . .	56
8.12	Cables eléctricos, bandejas de cables y penetraciones de cables . . . . .	58
8.13	Ventilación . . . . .	59
8.14	Alumbrado y comunicaciones. . . . .	61
8.15	Metodología informada por el riesgo y basada en prestaciones . . . . .	61
<b>9</b>	<b>Detección y extinción de incendios</b> . . . . .	62
9.1	Detección de incendios . . . . .	62
9.2	Sistema de suministro de agua para extinción de incendios . . . . .	63
9.3	Sistemas de rociadores, agua pulverizada, espuma y bocas de incendio equipadas . . . . .	67
9.4	Sistemas de extinción por dióxido de carbono . . . . .	69
9.5	Sistemas de extinción mediante inundación por gases de agentes limpios . . . . .	70
9.6	Extintores portátiles. . . . .	71
<b>10</b>	<b>Directrices para áreas específicas de la central</b> . . . . .	71
10.1	Contención primaria y secundaria. . . . .	71
10.2	Sala de control y dependencias anexas . . . . .	73
10.3	Salas de reparto de cables . . . . .	75
10.4	Salas de ordenadores . . . . .	76
10.5	Salas de equipo eléctrico . . . . .	77

10.6	Panel de parada remota . . . . .	77
10.7	Salas de baterías relacionadas con la seguridad. .	78
10.8	Edificio de turbina . . . . .	78
10.9	Áreas de los generadores diesel . . . . .	79
10.10	Áreas de almacenamiento del combustible para los generadores diesel . . . . .	80
10.11	Bombas relacionadas con la seguridad. . . . .	80
10.12	Áreas de los transformadores . . . . .	81
10.13	Área del combustible nuclear nuevo. . . . .	81
10.14	Área de la piscina de combustible gastado. . . . .	81
10.15	Áreas de residuos radiactivos y de desconta- minación . . . . .	82
10.16	Tanques de agua relacionados con la seguridad. .	82
10.17	Áreas de almacenamiento de archivos . . . . .	82
10.18	Torres de refrigeración . . . . .	82
10.19	Áreas diversas . . . . .	83
<b>11</b>	<b>Directrices para áreas de protección especial . . . . .</b>	<b>83</b>
11.1	Almacenamiento de acetileno y oxígeno. . . . .	83
11.2	Áreas de almacenamiento de resinas de cambio de iones . . . . .	83
11.3	Productos químicos peligrosos . . . . .	83
11.4	Materiales que contienen radiactividad. . . . .	83
<b>12</b>	<b>Referencias bibliográficas . . . . .</b>	<b>84</b>
	<b>Acrónimos. . . . .</b>	<b>88</b>



## Preámbulo

El desarrollo e implantación de un programa de protección contra incendios (PCI) en las centrales nucleares españolas ha recogido los criterios generales incluidos en el Apéndice A al 10 CFR 50 y en el 10 CFR 50.48 «Fire Protection», que exigían la implantación de un programa de protección contra incendios que permita a la central alcanzar y mantener la parada segura, cualquiera que sean las consecuencias derivadas del mayor incendio postulado y minimizando la posibilidad de liberaciones radiactivas al exterior. El desarrollo en detalle de los requisitos exigidos al programa de protección contra incendios fueron recogidos en el NUREG 0800 BTP 9.5-1 «Fire Protection Program» y posteriormente en la RG 1.189, rev. 1, «Fire Protection for Nuclear Power Plants».

Las centrales nucleares españolas están obligadas, por sus condiciones de licencia, a cumplir los requisitos de la normativa reguladora del país de origen del suministrador principal (NSSS), si esta se considera suficientemente desarrollada. En el caso de la central de Trillo, en el momento de su autorización de construcción se convino aplicar la normativa de EE.UU., en concreto el Apéndice A a la BTP APCS 9.5-1, por considerarse, entonces, la más desarrollada, por lo tanto, son las regulaciones de PCI emitidas en EE.UU. las que requieren su cumplimiento.

Dichas regulaciones (BTP APCS 9.5-1 y su Apéndice A) aplican a centrales con autorización de construcción anterior al 1 de julio de 1976.

Posteriormente, el Apéndice R al 10 CFR 50 publicado en 1981, se declara aplicable a centrales nucleares en operación (con licencia de operación anterior al 1 de enero de 1979), y tiene por objeto establecer una serie de mejoras y correcciones en los requisitos reguladores que se habían desarrollado con la BTP APCS 9.5-1 y su Apéndice A, dadas las dificultades que presentaba su aplicación.

El Apéndice R al 10 CFR 50 se ha aplicado a todas las centrales españolas, salvo a la central de Vandellós II, la cual se ha licenciado con la BTP CMEB 9.5-1, rev.2 (publicada en julio de 1981) que recoge, también, los requisitos del Apéndice R. Posteriormente, la central de Trillo se acogió a dicha BTP CMEB.



De esta manera, en los documentos de las bases de licencia (análisis de riesgos, análisis de cumplimiento con el Apéndice R, cartas, informes, etc.) de las diferentes centrales nucleares españolas se encontrarán las medidas adoptadas para el cumplimiento y/o exención, aceptadas por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), con los requisitos de la normativa indicada anteriormente.

Además, el 10CFR50.48 ha incorporado un nuevo apartado (c) que permite a las centrales nucleares adoptar voluntariamente, con una serie de excepciones, los requisitos informados por el riesgo incluidos en la edición de 2001 de la norma NFPA 805 como una alternativa a los requisitos incluidos en el 10CFR50.48 (b), el Apéndice R al 10 CFR 50 y las condiciones de licencia de protección contra incendios de la central en particular. En este caso, el titular puede hacer cambios en el programa de protección contra incendios sin aprobación previa del CSN, solo si esos cambios no afectan negativamente a la disponibilidad de alcanzar y mantener la parada segura en caso de incendio.

Además, los titulares tienen que guardar registros del programa de protección contra incendios y de cada cambio realizado al mismo para cumplir con el párrafo 50.48(a) del 10 CFR 50.

Teniendo en cuenta la situación anterior, y para regular con carácter general los criterios aplicados por el Consejo de Seguridad Nuclear para requerir un programa de protección contra incendios en las centrales nucleares, el CSN ha emitido la Instrucción IS-30, de 19 de enero de 2011, sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares (BOE nº 40 de 16 de febrero de 2011).

La presente Guía de Seguridad se edita para facilitar el cumplimiento de la mencionada Instrucción del CSN y establece una metodología adecuada para su cumplimiento.

La guía proporciona un método para que cada planta tenga un programa de protección contra incendios cuyas características estén dentro del alcance de los requisitos establecidos por la Instrucción IS-30; y describe los principios y objetivos del programa de protección contra incendios (defensa en profundidad, incendio postulado, parada segura tras incendio, etc.).

## 1 Objeto y ámbito de aplicación

### 1.1 Objeto

La presente guía tiene por objeto establecer una metodología aceptable para el cumplimiento de la Instrucción IS-30, de 19 de enero de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares.

### 1.2 Ámbito de aplicación

Se considera dentro del ámbito de aplicación de esta guía a todas las centrales nucleares con autorización de explotación de acuerdo con la Instrucción del CSN anteriormente mencionada.

## 2 Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en esta guía de seguridad se corresponden con las contenidas en las siguientes normas legales:

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear.
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Además de lo anterior, dentro del contexto de esta guía, los términos siguientes se entienden como sigue:

**Accidente base de diseño:** es el conjunto de las condiciones de accidente frente a las cuales se diseña una instalación nuclear. En estas condiciones, los criterios que se utilizan para el diseño hacen que el deterioro de los materiales nucleares y la liberación de materiales radiactivos se mantengan dentro de los límites autorizados. En ocasiones se denominan «accidentes postulados».

**Acciones manuales del operador en caso de incendio:** todas aquellas acciones necesarias para alcanzar y mantener la condición de parada segura tras un incendio y que se realizan:

- Fuera de la sala de control principal o del panel de parada remota, o

- Para llevar a cabo la recuperación de dicha capacidad desde dentro de la sala de control.

**Actuación espuria en caso de incendio:** operación indeseada de equipos, producida por un incendio, y que puede afectar a la capacidad para alcanzar y mantener la parada segura.

**Análisis de parada segura en caso de incendio:** el proceso o método de identificación y evaluación de las ESC (estructuras, sistemas y componentes) necesarias para alcanzar y mantener las condiciones de parada segura en caso de incendio.

**Análisis de riesgos de incendio (ARI):** análisis utilizado para evaluar la capacidad de la planta para mantener la capacidad de parada segura y minimizar las fugas radiactivas al exterior en caso de un incendio. El análisis debe incluir las siguientes características:

1. Identificación de riesgos de incendio fijos y transitorios.
2. Identificación y evaluación de los medios de protección y prevención relativos a los riesgos de incendio.
3. Evaluación del impacto del incendio en cualquier área de la planta para alcanzar la parada segura y mantener las condiciones de parada, así como para minimizar y controlar la liberación de material radiactivo al exterior.

**Área de fuego o compartimento:** sección de un edificio o edificio completo, separado de otras áreas por barreras resistentes al fuego que garantizan la imposibilidad de propagación del fuego de esta área a otra o viceversa, durante el tiempo de resistencia al fuego especificado.

**Barreras resistente al fuego:** componentes de construcción (paredes, cerramientos, forjados), así como sellados, puertas, compuertas, cubrimientos resistentes al fuego de conducciones eléctricas, etc., que son cualificados por laboratorios aprobados como resistentes al fuego en un rango determinado y son empleados para retardar la propagación del fuego durante un tiempo mínimo igual al de su cualificación.

**Boca de incendio equipada (BIE) o puesto de manguera:** conjunto de válvula, manguera, lanza, manómetro y válvula de aislamiento, conectado de forma permanente a un abastecimiento de agua y destinado a la protección contra incendios.

**Brigada de protección contra incendios:** grupo de personas entrenadas y formadas para tomar las medidas necesarias en caso de incendio.

**Brigada de protección contra incendios de segunda intervención o de apoyo:** grupo de personas con la formación, el entrenamiento y los conocimientos necesarios en protección contra incendios para ayudar a la brigada de protección contra incendios en las tareas de extinción.

**Camino de éxito:** conjunto mínimo de estructuras, sistemas y componentes necesarios para alcanzar y mantener la parada segura en caso de incendio.

**Circuitos asociados en el ámbito de la protección contra incendios:** circuitos eléctricos relacionados con la seguridad y no relacionados con la seguridad, clase 1E y no clase 1E, que debido a un incendio pueden afectar adversamente a la parada segura de la central. Estos circuitos asociados son los que:

1. No cumplen los criterios de separación indicados en el apartado 8.3.2 de esta guía y
2. Cumplen una de las siguientes condiciones:
  - a) Tienen una fuente de alimentación común con el equipo de parada segura (redundante o alternativa), no protegida eléctricamente mediante interruptores debidamente coordinados, fusibles, u otros dispositivos.
  - b) Tienen una conexión con circuitos de equipos cuya operación espuria puede afectar adversamente a la capacidad de parada segura (por ejemplo, válvulas de interfase entre el sistema de extracción de calor residual y el de refrigeración del reactor, válvulas del sistema de despresurización automática, válvulas de alivio del presionador, otras válvulas de alivio y seguridad, válvulas *steam dump* de vaciado de los generadores de vapor, instrumentación, *bypass* de vapor, etc.).
  - c) Tienen un cerramiento común (por ejemplo conducciones eléctricas, paneles, cajas de conexión) con cables de parada (redundante o alternativa), y no están eléctricamente protegidos mediante interruptores, fusibles, u otros dispositivos y además permiten la propagación del incendio.

**Comburente:** toda mezcla de gases en la que el oxígeno se encuentra en suficiente proporción como para que en su seno se inicie y desarrolle una combustión.

**Combustible:** toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno en una reacción rápida y exotérmica.

**Cortocircuito:** una conexión eléctrica anormal (incluyendo los arcos eléctricos), generalmente de baja impedancia, producida accidentalmente o intencionadamente, entre dos puntos de diferente potencial eléctrico.

**Cortafuegos:** se denominan así las barreras físicas que impiden la propagación lineal de un fuego a lo largo de un elemento combustible. Al consumirse el material existente a un lado del cortafuego, no se ve afectado, por temperatura, el otro extremo del citado elemento. Su diferencia respecto a la barrera de fuego, es que esta última protege al área o equipo de los efectos de un fuego de exposición externo.

**Derivación a tierra:** cortocircuito producido por el contacto de un conductor eléctrico con tierra a través de él mismo (conducto enterrado) o de otros conductores de corriente (conductos, bandejas, envueltas de metal, etc.).

**Detección de incendios:** acción de manifestar la existencia de un incendio, mediante elementos sensibles a algunos de los fenómenos que acompañan al fuego.

**Detector de llama:** detector que percibe las radiaciones infrarrojas o ultravioletas, según los tipos, que acompañan a las llamas.

**Detector de temperatura:** está basado en la detección de una temperatura fija (detectores de temperatura fija y detectores térmicos lineales) o de un gradiente de temperatura (detectores termovelocimétricos).

**Detector incipiente de humos por aspiración:** sistema precoz de detección de incendios, mediante aspiración y conducción de los gases a un detector de humos ultrasensible de amplio espectro.

**Detector iónico de humos:** consiste en una cámara de medición, una cámara de referencia y una pequeña fuente radiactiva que ioniza el aire. Cuando los productos de combustión (aerosoles) se introducen en la cámara de medición, disminuye la conductancia del aire y cuando se alcanza un cierto nivel, el detector se activa.

**Detector lineal de temperatura (cable térmico):** está basado en un cable detector de componentes sólidos, sensible al calor, que, al activarse, transmite una señal al módulo de control.

**Detector óptico de humos:** detector de humos visibles basado en la absorción o difusión de luz por los humos, en su cámara de medida.

**División de seguridad:** conjunto de sistemas y/o componentes, importantes para la seguridad, que, en forma totalmente autónoma e independiente, puede realizar y mantener todas las funciones de seguridad.

**Espuma:** agente extintor generado por la adición de un espumante y aire. Son burbujas que por su baja densidad flotan en la superficie de los líquidos que están ardiendo.

**Espumante:** mezcla de agua con el espumógeno. Su mezcla con el aire forma la espuma.

**Espumógeno:** aditivo químico que junto al agua forma el espumante.

**Estructuras, sistemas y componentes (ESC):** es el término general que abarca todos los elementos de una instalación. Las estructuras son los elementos pasivos: edificios, vasijas, blindajes, etc. Un sistema comprende varios componentes o estructuras montados de tal manera que desempeñen una función específica. Un componente es un elemento específico de un sistema. Son ejemplos los cables, transistores, circuitos integrados, motores, relés, solenoides, tuberías, accesorios, bombas, depósitos y válvulas.

**Estructuras, sistemas y componentes de seguridad (o relacionadas con la seguridad):** son aquellos elementos a cuyo funcionamiento se le da crédito en los análisis de accidentes base de diseño para:

1. Llevar la instalación a una condición segura y mantenerla en dicha condición a largo plazo.
2. Limitar las consecuencias radiológicas de los sucesos operativos previstos y de los accidentes base de diseño dentro de sus límites especificados.

**Estructuras, sistemas y componentes importantes para la parada segura en caso de incendio:** son los que realizan las funciones necesarias para alcanzar y mantener la parada segura en esos escenarios.

**Estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad:** en este concepto se incluye lo siguiente:

1. aquellas estructuras, sistemas y componentes cuyo mal funcionamiento o fallo podría originar una indebida exposición a la radiación del personal del emplazamiento o de miembros del público;

2. aquellas estructuras, sistemas y componentes que impiden que los sucesos operativos previstos den lugar a condiciones de accidente;
3. aquellos elementos que se destinan a mitigar las consecuencias de accidentes causados por un mal funcionamiento o fallo de estructuras, sistemas o componentes.

**Fuego:** proceso de violenta oxidación de una materia combustible con desprendimiento de llama, calor o gases.

**Fuente de ignición:** cualquier proceso o equipo que produzca chispa, llama o el calor suficiente para producir la ignición de un material combustible o inflamable.

**Hidrante:** conexión para mangueras o monitor, situada en el exterior, cuyo suministro de agua aporta caudal y presión suficiente para extinguir los incendios en su fase más intensa. Pueden ser de columna seca o de columna húmeda.

**Incendio:** inflamación rápida de materias combustibles con abundancia de comburente originada por un fuego o un foco de ignición.

**Incendio controlado:** incendio que, mediante los medios de extinción disponibles, no se prevé su propagación.

**Incendio extinguido:** incendio cuya reacción de oxidación ha finalizado, siendo la temperatura de su foco tal que no permite la reignición del mismo.

**Líneas o lazos de detección:** conjunto de detectores interrelacionados entre sí, mediante un conductor eléctrico, que dan señal única de alarma en el cuadro/panel local correspondiente. Permiten la supervisión continua de la funcionalidad de cada detector.

**Muro cortafuego:** elemento constructivo separador que cumple los criterios de resistencia al fuego.

**Panel central:** panel situado en sala de control que centraliza las señales procedentes de los paneles locales de PCI.

**Parada alternativa:** se denomina así a la estrategia de parada utilizada para aquellas áreas o zonas donde, por un incendio, no están libres de daño los trenes redundantes y se utilizan sistemas que han sido reconducidos, relocalizados o modificados para alcanzar y mantener la parada segura.

**Parada dedicada:** se denomina así a la estrategia de parada que utiliza el sistema o conjunto de equipos, específicamente instalados, para alcanzar y mantener la parada segura mediante una vía o tren separado.

**Parada fría:** se denomina así al estado, condición o modo de operación del reactor en el que se cumplen las condiciones definidas al respecto en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de la central.

**Parada segura:** se denomina así a aquella situación de la planta en la que el reactor se mantiene subcrítico, de acuerdo con la definición existente en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la central, estando garantizados la extracción del calor residual y el control del inventario del reactor, y no se producen liberaciones radiactivas al exterior.

**Polvo químico:** agente extintor compuesto por granos finísimos de bicarbonato sódico o potásico y algunos aditivos para mejorar su estabilidad y fluidez.

**Polvo polivalente:** grupo de polvo químico cuyo componente básico es el fosfato monoamónico. Está indicado para utilizar en incendios tipo A (sólidos), B (líquidos) y C (gases).

**Programa de protección contra incendios:** es el conjunto de componentes, análisis, procedimientos, actividades, personal y recursos necesarios para definir y desarrollar todas las actividades de protección contra incendios que garantizan que, ante cualquier incendio en cualquier área de fuego de la central, se puede alcanzar y mantener la parada segura, y que se minimiza la posibilidad de liberaciones radiactivas al exterior. Esto incluye el propio sistema de protección contra incendios, el diseño de la instalación, la prevención de incendios, la detección, las alarmas, el confinamiento, la extinción, los controles administrativos, la organización de lucha contra incendios, la inspección y mantenimiento, el entrenamiento, la garantía de calidad, las pruebas, etc.

**Puerta cortafuego:** puerta homologada con rango de resistencia al fuego.

**Puesto de manguera:** véase BIE.

**Pulverizador (spray, boquilla abierta):** boquilla perteneciente a un sistema fijo de agua en la que la pulverización se realiza internamente en la boquilla. La tubería de distribución del sistema es de tipo seco, y la actuación del mismo se realiza mediante válvula de control.



**Resistencia al fuego:** característica que presenta un cierto material al someterlo a las condiciones determinadas de la curva tiempo-temperatura estándar.

**Rociador (*sprinkler*, boquilla cerrada):** boquilla de aplicación en sistemas fijos de agua, en la que la pulverización se realiza por el choque del chorro de agua con las aletas deflectoras exteriores de la boquilla, y la apertura de la misma está asegurada por un elemento fusible que se funde al alcanzar el entorno una temperatura determinada.

**Ruta de acceso y escape:** camino debidamente señalizado para permitir la entrada y la salida a cualquier área o zona de fuego de la instalación.

**Señal espuria en el ámbito de la protección contra incendios:** señal que produce una actuación indeseada a un equipo o componente, considerando todos los posibles estados funcionales de los mismos, y que puede afectar a la capacidad para alcanzar y mantener la parada segura.

**Sistemas de preacción:** sistemas en los que su disparo viene condicionado a dos acciones, una previa de la detección y otra propia del mismo sistema y/o disparo manual.

**Sistema de protección contra incendios:** conjunto de estructuras, equipos y componentes de detección, alarma y extinción que han sido diseñados, instalados y mantenidos de acuerdo al programa de protección contra incendios.

**Tren redundante:** conjunto de equipos o componentes de un sistema que, de forma independiente, es capaz de llevar a cabo la función de seguridad del sistema.

**Tubería húmeda:** tipo de tubería que corresponde a los sistemas fijos de extinción por agua, en los casos en los que los tramos de tubería de distribución en zona se encuentran siempre presurizados por agua de la propia red.

**Tubería seca:** término aplicado a sistemas fijos de extinción, que emplean agua como agente extintor, en los que el tramo de tubería de distribución, comprendido entre la boquilla de aplicación y la válvula de actuación, no se encuentra presurizado por agua.

**Zona de fuego:** toda subdivisión realizada dentro de un área o compartimento de fuego y que se emplea como unidad de estudio para la instalación de los sistemas específicos de protección activa (detección, control y extinción). Los criterios para el establecimiento de las

zonas de fuego se basan en el tipo de material combustible existente, la valoración del riesgo de incendio y la severidad del incendio esperada.

### 3 Criterios básicos y postulados generales de diseño

Los criterios básicos y postulados generales de diseño considerados para definir los componentes del sistema de PCI que serán desarrollados a lo largo de la presente guía son los siguientes:

#### 3.1 Criterio de separación de sistemas importantes para la seguridad

Los edificios que contengan ESC y/o conducciones de cables importantes para la seguridad deberán estar diseñados como resistentes al fuego, subdivididos en áreas de fuego de modo que estas ESC y/o conducciones de cables importantes para la seguridad queden separadas entre sí por barreras resistentes al fuego de, al menos, tres horas.

#### 3.2 Criterio de defensa en profundidad

El sistema de PCI (y sus elementos complementarios) han de cumplir los siguientes objetivos:

1. Que no se produzcan incendios: medidas administrativas y pasivas.
2. Que si se produce el incendio se detecte, se localice, se controle y se extinga lo antes posible: sistemas de detección y de extinción.
3. Que si no se extingue, no afecte a un tren redundante de ESC importantes para la seguridad, de forma que la central pueda alcanzar y mantener la parada segura y que se minimice la posibilidad de liberaciones radiactivas al exterior: confinamiento en áreas de fuego definidas.

#### 3.3 Postulación de incendio

El postulado de incendio en un área de fuego incluye:

1. Combustión total de todo el material combustible que hay en el área afectada por el incendio.
2. Pérdida de los equipos o componentes existentes en el área de fuego considerada.

### 3.4 Criterio de riesgo único

No se postula la existencia de dos incendios simultáneos en dos áreas diferentes de la central. En centrales con dos o más unidades no se postula que ocurra un incendio, a la vez, en cada una de las unidades, pero sí se considerará un solo incendio que afecte a las instalaciones comunes.

### 3.5 Criterio de simultaneidad de causas

No se postula incendio o fallos del sistema de PCI concurrente con el accidente base de diseño o con el fenómeno natural más severo. Sin embargo los sistemas de PCI deben diseñarse y construirse para mantener su funcionalidad con otros fenómenos naturales de menor severidad y mayor frecuencia, específicos de cada emplazamiento.

El sistema de PCI debe analizarse para cargas debidas al SSE (terremoto de parada segura) y soportarse sísmicamente de modo que se mantenga la integridad del sistema. En caso de SSE, debe existir un sistema de extinción (subsistema sísmico) capaz de suministrar agua a los puestos de mangueras localizados (dentro o con cobertura) en aquellas áreas de fuego que contengan equipos requeridos para alcanzar y mantener la parada segura de la planta.

En el «peor de los casos» el incendio no debe postularse simultáneamente con un fallo o avería, independiente del incendio, de un sistema de seguridad.

Para el diseño del sistema de PCI se considerará la pérdida de alimentación eléctrica exterior.

### 3.6 Criterio de fallo único

No se dará fiabilidad a un único sistema de extinción. En cada área de fuego importante para la seguridad debe instalarse un sistema principal y un sistema de apoyo.

El fallo único en algún elemento no debe dejar fuera de servicio a ambos sistemas, principal y de apoyo. Por ejemplo, ni el fallo de una bomba de protección contra incendio, ni una rotura en una línea de moderada energía en el sistema de extinción, debe dar como resultado la pérdida de función conjuntamente del sistema de rociadores y el sistema de mangueras en un área protegida por tales sistemas principal y de apoyo.

Para ello se debe recurrir a distribuciones anulares, válvulas de aislamiento, doble acometida a edificios, conexión a colectores diferentes o bien a la utilización de agentes extintores distintos.

### 3.7 Criterio de confinamiento en áreas de fuego

Deben establecerse barreras resistentes al fuego como límite de áreas de fuego de la central para evitar el desarrollo y propagación del incendio, facilitando las tareas de extinción. La barrera debe estar homologada para resistencia al fuego de acuerdo con la correspondiente norma ASTM y el rango exigido a la barrera. Este rango de resistencia al fuego se aplicará también a todos los componentes incluidos en la barrera (puertas, compuertas cortafuego, sellados de penetraciones a través de la barrera, etc.).

### 3.8 Criterio de daños por descarga del sistema de extinción

El fallo, la operación inadvertida, o la actuación espuria de un sistema de extinción no debe perjudicar a ESC importantes para la seguridad:

1. Bien por descarga directa; para evitarlo se utilizarán combinaciones de sistemas de extinción de preacción con deflectores y orientaciones apropiadas de boquillas.
2. Bien por inundación; para evitarlo se debe disponer de una combinación de drenajes adecuados y la instalación de pedestales en equipos de seguridad.
3. Bien por activación, utilizando sistemas de detección cruzada o múltiple.

### 3.9 Criterio de accesibilidad a la zona siniestrada

Para permitir una extinción total del incendio por medios manuales y evitar cualquier brote de reignición, se debe:

1. Establecer vías de acceso y escape, debidamente señalizadas, en todas las áreas/zonas de fuego de la central.
2. Establecer sistemas de extracción de humos en aquellas áreas/zonas donde, por el tipo de material combustible contenido, se prevea que un fuego provocaría la formación de humos densos o tóxicos.
3. Disponer de equipos de respiración autónoma para el acceso a dichas áreas/zonas.

### 3.10 Criterio de ventilación

En caso de incendio en un área de fuego de la central, el sistema de suministro de aire a dicha área debe quedar aislado mediante compuertas cortafuegos actuadas por fusible o eléctricamente por señal de los detectores de incendio. Por este motivo, el sistema de ventilación debe ser diseñado para que el corte de suministro de aire a un área de fuego definida no afecte al correcto funcionamiento de las ESC de seguridad situadas en otras áreas de la central.

Los equipos de ventilación de las áreas de fuego que contienen equipos de seguridad necesarios para alcanzar y mantener la parada segura deben instalarse en áreas de fuego diferentes. Los conductos, tanto de impulsión como de retorno, al atravesar áreas diferentes, tendrán compuertas cortafuegos de resistencia al fuego (RF) igual al de las barreras.

### 3.11 Criterio de compartición de estructuras, sistemas y componentes

No se compartirán ESC importantes para la seguridad entre unidades de una misma central, a menos que se demuestre que la disponibilidad para realizar las funciones de seguridad de ambas unidades no se ve afectada incluso en el caso de que un accidente afectara a una de ellas, pudiéndose alcanzar de forma ordenada la parada segura de las restantes unidades.

## 4 Requisitos de la protección contra incendios

### 4.1 Programa de protección contra incendios

Cada central nuclear debe establecer un programa de protección contra incendios. El programa debe definir la vigilancia contra incendios para la protección de las ESC importantes para la seguridad en cada planta y los procedimientos, equipos y personal necesarios para cumplir dicho programa.

1. El programa de protección contra incendios debe, tal y como se ha indicado en el apartado 3.2, extender el concepto de defensa en profundidad a la protección contra incendios de las áreas importantes para la seguridad, con los siguientes objetivos:
  - a) Evitar los incendios antes de su iniciación.
  - b) Detectar rápidamente, localizar, controlar y extinguir lo antes posible los incendios que se hayan producido.

- c) Habilitar protección a las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad de manera que un incendio que no sea extinguido rápidamente por los equipos de extinción no evite la parada segura de la planta y se minimice la posibilidad de liberaciones radiactivas al exterior.
2. Se recomienda que los titulares incorporen en el Estudio Final de Seguridad (EFS) el análisis de riesgos de incendio y el análisis de cumplimiento punto a punto con esta guía. El programa de protección contra incendios, los sistemas, controles técnicos y administrativos, organización, y otros medios de la planta relacionados con la protección contra incendios se incluirán en el Manual de Protección contra Incendios.

#### 4.2 Organización y responsabilidades

1. La responsabilidad del programa general de protección contra incendios debe ser asignada al jefe de la central o a la persona delegada que tenga control sobre todas las organizaciones relacionadas con las actividades de protección contra incendios. El desarrollo y la implantación del programa pueden ser delegados a un grupo de personas preparadas y formadas con entrenamiento y experiencia en seguridad en centrales nucleares.

El personal encargado debe responsabilizarse de:

- a) Los requisitos del programa de protección contra incendios, incluyendo consideraciones de los riesgos potenciales de los incendios postulados, con conocimiento de la disposición de los edificios y diseño de los sistemas.
- b) La capacidad de parada segura después del incendio.
- c) El diseño, mantenimiento, vigilancia y garantía de calidad de todos los equipos de protección contra incendios (como por ejemplo: sistemas de detección, sistemas de extinción, barreras resistentes al fuego, compuertas, puertas, sellado de penetraciones y equipo de la brigada contra incendios).
- d) Las actividades para la prevención de incendios (controles administrativos y entrenamientos).
- e) La inspección, pruebas y mantenimiento de los sistemas, equipos y medios de protección contra incendios.

f) La organización y entrenamiento de la brigada contra incendios.

g) El plan de lucha contra incendios.

2. El titular debe establecer un orden de jerarquías por medio de diagramas y descripciones de funciones a realizar para cada jerarquía. Se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) La dirección de la organización del titular, tiene la responsabilidad de la formulación, implantación y determinación de la efectividad del programa de protección contra incendios.

b) La dirección de la organización del titular será directamente responsable de estudiar periódicamente la efectividad del programa de protección contra incendios de la central, incluyendo los programas de formación y entrenamiento de la brigada y del personal de la planta. Los resultados de estos estudios deben ser remitidos a la dirección, responsable de la protección contra incendios, con recomendaciones para las acciones correctivas y preventivas que se consideren necesarias.

c) La autoridad en el interior de la central, responsable de la administración global de todos los planes de operación y emergencia de la planta, entre los que se incluyen los programas de protección y prevención contra incendios y que proporciona un único punto de control y contacto para todas las contingencias. En emplazamientos con un reactor en funcionamiento y otra unidad en construcción, modificación, parada o desmantelamiento, el director de la unidad en operación debe ser el responsable principal de dicho emplazamiento, en relación con la protección contra incendios.

d) Además, el jefe de la central o persona delegada:

1) Implantará inspecciones periódicas para: minimizar la cantidad de combustibles en áreas relacionadas con la seguridad; determinar la efectividad del mantenimiento; asegurar la disponibilidad y condiciones de los sistemas/equipos de protección contra incendios, aparatos de respiración de emergencia, equipos de iluminación y comunicación, barreras resistentes al fuego, sellado de penetraciones y recubrimientos RF, y asegurarse de que se han tomado lo antes posible las acciones para corregir las condiciones adversas a la protección contra incendios y evitar su reaparición.

2) Será responsable de la formación y del entrenamiento para la lucha contra incendios del personal de la central y de la brigada contra incendios; diseño y selección de equipos; inspección periódica y pruebas de los sistemas y equipos contra incendios

de acuerdo con los procedimientos establecidos y evaluación de los resultados para determinar la aceptabilidad de los sistemas.

- 3) Estará presente en las evaluaciones sobre la realización de los ejercicios y simulacros de incendio para evaluar si los objetivos alcanzados en la práctica son correctos.
  - 4) Revisará y evaluará los trabajos que se realizan en la planta para así identificar las posibles cargas de fuego temporales y los riesgos de incendio que puedan introducir dichos trabajos, y especificar las medidas y los medios adicionales de protección contra incendios que fueran necesarios.
  - 5) Implantará un programa de formación y adiestramiento de todo el personal contratado de la planta, con procedimientos administrativos apropiados, que incidan en el programa contra incendios y en los procedimientos de emergencia relativos a la protección contra incendios.
  - 6) Implantará un programa de instrucción de personal para la actuación adecuada en las situaciones accidentales tales como fugas o derrames de materiales inflamables en relación con la protección contra incendios.
  - 7) Revisará los trabajos con riesgo de incendio que se realicen en la planta.
- e) La autoridad dentro de la central responsable de la garantía de calidad de la protección contra incendios debe ser responsable de garantizar la puesta en práctica efectiva del programa de protección contra incendios, mediante inspecciones y auditorías programadas, y de comprobar que se informa con rapidez de los resultados de dichas inspecciones y auditorías a la dirección.
- f) Las personas que forman parte de la brigada contra incendios de la planta:
- 1) Deben ser aptas y capaces en la lucha contra incendios. La autoridad y responsabilidad de dicha brigada debe ser definida con claridad.
  - 2) Las responsabilidades de la brigada contra incendios deben estar en correspondencia con las acciones requeridas en los procedimientos de lucha contra incendios.
  - 3) Las responsabilidades de los miembros de la brigada contra incendios durante el funcionamiento normal de la planta no deben coincidir con sus responsabilidades durante un fuego en situación de emergencia.



4) El número mínimo de miembros entrenados de la brigada contra incendios, para cada turno de operación, debe ser el suficiente como para poder combatir el incendio más importante, pero no menor de cinco miembros. El número de miembros debe basarse en las funciones requeridas para la lucha contra incendio con reserva adecuada para atender a los heridos.

5) Las recomendaciones para la organización, entrenamiento y operación de la brigada de la NFPA 600 son aceptables.

### 3. Cualificación del personal:

a) Los miembros de la brigada contra incendios deben superar un examen físico completo para poder desarrollar actividades físicas exigentes y las prácticas descritas en el apartado 6.5.

b) El personal responsable del mantenimiento y pruebas de los sistemas de protección contra incendios debe tener formación y experiencia en dichos trabajos.

c) El personal responsable del entrenamiento de la brigada contra incendios debe tener formación y experiencia en dicho trabajo.

## 4.3 Análisis de riesgos de incendio

El análisis de riesgos de incendio (ARI) demostrará la capacidad para mantener la central en condiciones de parada segura y evitar o minimizar las fugas radiactivas al exterior, como consecuencia de un incendio. Tal y como se indica en el apartado 4.1.2, se recomienda que el ARI se incluya en el Estudio Final de Seguridad (EFS).

El análisis de riesgos de incendio será desarrollado de forma determinista y cubrirá, como mínimo:

- Un fuego único y su propagación a cualquier lugar de la planta donde haya combustible fijo o transitorio utilizado en operaciones normales como operación a potencia, actividades de recarga, mantenimiento o modificaciones.
- La consideración de la combinación de un incendio con otros sucesos iniciadores independientes del incendio y provocados por el mismo (por ejemplo, la pérdida de energía exterior).

- La consideración de pérdida de energía exterior para aquellas áreas de fuego a las que le aplique lo indicado en el apartado 8.3.3.
- El estudio de los circuitos asociados que puedan afectar negativamente a la parada segura.

El análisis de riesgos de incendio será completado por un análisis probabilístico de incendios que, junto a los sucesos iniciadores, tanto de nivel 1 como otros, que puedan ser producidos como consecuencia de un incendio, evalúe los elementos de protección contra incendios para identificar los riesgos debidos a un incendio.

Este análisis de riesgos de incendio, para las centrales nucleares acogidas a lo indicado en el apartado 8.3.4, podrá también realizarse según los criterios de la metodología «informada por el riesgo y basada en prestaciones» previamente aceptada por el CSN.

El análisis de riesgos de incendio debe ser realizado por ingenieros cualificados en protección contra incendios para:

- Considerar riesgos potenciales de incendio debido a materiales combustibles contenidos en el área y a combustibles transitorios.
- Determinar las consecuencias de un incendio en cualquier punto de la planta desde el punto de vista de la parada del reactor y de minimizar y controlar las fugas de material radiactivo al medio ambiente; y
- Tomar las medidas específicas para la prevención, detección, extinción y contención de los incendios y tener capacidad de parada segura, para cada área de incendio que contenga estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad, de acuerdo con los requisitos definidos en esta guía.

El análisis de riesgos de incendio verificará que el Programa de Protección Contra Incendios tenga en cuenta lo indicado en esta guía. El análisis relacionará los elementos aplicables del programa y establecerá las condiciones necesarias para la identificación de áreas de fuego, tipo de sistema y criterios de diseño.

El análisis de riesgo de incendio debe tener en cuenta y evaluar lo siguiente:

- Concentraciones de combustibles transitorios y riesgos de explosión en la zona, incluyendo cantidades, tipos, configuraciones y localizaciones de materiales combustibles e infla-

mables (aislamiento de cables, aceite de lubricación, gas oil de los diesel, gases inflamables, productos químicos, componentes estructurales y de acabado de edificios) usados en operaciones normales tales como recarga, mantenimiento y modificaciones.

- Exposición a riesgos de incendio en el exterior (almacenamientos de líquidos combustibles e inflamables, almacenamiento de gases, calderas auxiliares, sistemas de transporte e instalaciones industriales adyacentes, etc.) que puedan afectar a ESC importantes para la seguridad.
- Diseño, instalación y operación de los sistemas de detección y de la capacidad de extinción. El análisis incluirá la descripción del nivel de protección automática (densidad de descarga de las boquillas pulverizadoras, concentración del agente de extinción por gas, etc.) necesario para hacer frente a los riesgos de incendio identificados. Se tendrán en cuenta los efectos de los rayos en los sistemas de detección.
- Se identificarán las ESC importantes para la seguridad. Se indicarán los sistemas de parada segura que se encuentren en una misma área de fuego, su protección frente al incendio postulado y los posibles daños que pueda producir. El análisis debe explicar y documentar el alcance de tales daños. En este análisis se tendrá en cuenta el grado de separación entre trenes redundantes de sistemas de parada segura, la presencia de combustibles transitorios y permanentes, la disponibilidad y medios de sistemas de protección contra incendios, fuentes de ignición, vulnerabilidad frente al incendio de los sistemas, equipos y cables de sistemas importantes para la parada segura y de otros medios existentes en el área.
- Homologaciones de las barreras resistentes al fuego, incluyendo los resultados de las pruebas, las características de los materiales y de los componentes de la barrera. La homologación debe especificar el tiempo de resistencia al fuego del material y se respaldará mediante una prueba de resistencia al fuego de acuerdo a la guía de la NFPA 251 y ASTM E-119. Los criterios de aceptación de esta prueba de resistencia al fuego son: la barrera RF no debe permitir el paso de la llama ni la ignición de una muestra de algodón en la cara no expuesta por un tiempo igual al que se homologa; la temperatura de la cara no expuesta de la barrera RF no supera los 121° C por encima de la temperatura ambiente; la barrera permanece intacta no permitiendo el paso del agua tras la prueba de chorro de agua en la cara no expuesta.
- Se describirán las características de los materiales de construcción del área de fuego (paredes, techo, suelo, incluyendo revestimientos y espesores); dimensiones y volúmenes del

área; ventilación normal y capacidad de extracción de humos; y las rutas de acceso y escape para facilitar las labores de lucha contra incendios.

- Se identificará la capacidad de extinción manual (hidrantes, bocas de incendio equipadas, extintores), la brigada de protección contra incendios, los equipos de lucha contra incendios, procedimientos, entrenamientos, simulacros, la accesibilidad a las áreas de fuego para la lucha contra incendios, etc., listando la localización y el tipo de medios de extinción y de los equipos de lucha contra incendio.
- Necesidad de medidas de prevención de explosiones en aquellas áreas que puedan verse afectadas por ambientes explosivos debidos a gases inflamables u otras fuentes potencialmente energéticas (sistemas de tratamientos químicos, columnas de intercambio de iones y equipos eléctricos de alto voltaje).
- Operación inadvertida de los sistemas de extinción. Efectos derivados de las actividades de la lucha contra incendios. La rotura o la operación inadvertida de los sistemas de extinción no debe afectar a la capacidad de las ESC de parada segura para realizar su función.
- Capacidad de parada segura alternativa o dedicada en aquellas áreas donde no exista una adecuada separación entre trenes redundantes de parada segura.

El análisis de riesgo de incendio identificará los riesgos separadamente y proporcionará una adecuada protección en las zonas donde se puedan producir daños a ESC importantes para la seguridad, como resultado de:

- Concentraciones de combustible en la zona, incluyendo cargas temporales de fuego debido a combustibles transitorios (filtros, resinas, aceites lubricación, etc.) que se encuentren en dicha zona y sean usados en operaciones normales tales como recarga, mantenimiento o modificaciones.
- Combustibles permanentes, mobiliario, materiales de construcción o sus combinaciones que conduzcan a la propagación del incendio.
- Exposición al fuego, calor, humo, agua o agente extintor, incluyendo la evacuación necesaria de aquellas áreas cuya ocupación es necesaria para llevar a cabo la parada segura.
- Incendio en la sala de control y otras áreas que tienen funciones críticas relacionadas con la seguridad.

- Ausencia de un adecuado acceso o dificultad para la extracción de humos que impida la extinción del incendio en áreas relacionadas con la seguridad.
- Necesidad de medidas de prevención de explosiones.
- Pérdidas de alimentación eléctrica o de circuitos de instrumentación y control.
- Operación inadvertida de los sistemas de extinción.

En emplazamientos con varios reactores no es necesario considerar la simultaneidad de incendios independientes en dos o más reactores. Los incendios que afecten a ESC comunes para las distintas unidades, y los originados por agentes exteriores que tengan una probabilidad razonable de que ocurran y puedan afectar a más de una unidad, deben ser considerados.

De acuerdo con lo indicado en la IS-30 sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, la necesidad de limitar el daño por incendio a las ESC necesarias para alcanzar y mantener la parada segura es más importante que limitar dicho daño a aquellos sistemas necesarios para mitigar las consecuencias de los accidentes bases de diseño, debido a que la pérdida de función de los sistemas empleados para mitigar las consecuencias de los accidentes bases de diseño, después del incendio, no impactan por sí mismos en la seguridad pública. De acuerdo con la función de seguridad de la estructura, sistema o componente, se establecen tres niveles de límites de daño por incendio:

Función de seguridad	Límite de daño por incendio
ESC significativas para el	Se mantendrá libre del daño por incendio un tren de seguridad necesario para alcanzar y mantener la parada segura, desde la sala de control o desde el panel(es) de parada remota.
Parada fría	Todos los trenes de las ESC necesarias para conseguir la parada fría pueden ser dañados por el mismo incendio, pero el daño se limitará para que al menos uno de ellos pueda ser reparado y estar operable, como máximo, en 72 horas contadas a partir del inicio del incendio, con los medios disponibles en la central.
Accidentes base de diseño	Los trenes de las ESC necesarias para mitigar las consecuencias de los accidentes bases de diseño pueden ser dañados por exposición a un incendio.

El límite de daño más riguroso por incendio debe aplicarse a aquellos sistemas que intervienen en más de una categoría. Los sistemas redundantes empleados para mitigar las consecuencias de otros accidentes bases de diseño, pero no necesarios para la parada segura, pueden perderse en un solo incendio.

#### 4.4 Análisis de parada segura

De acuerdo con la IS-30 sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, deben disponerse medios para proteger contra incendios las estructuras, sistemas y componentes necesarios para la parada segura.

Los titulares deben desarrollar un análisis de parada segura que demuestre que, ante un incendio postulado en cualquier área de fuego de la central, es posible alcanzar y mantener la parada segura y, dentro de las 72 horas siguientes al inicio del incendio, se pueden recuperar todos los equipos y sistemas necesarios para poder alcanzar y mantener la parada fría.

El análisis identificará los sistemas, componentes y circuitos de parada segura y fría existentes en cada área de fuego y debe demostrar que se cumplen los requisitos incluidos en los apartados 8.3 a 8.8 de esta guía.

#### 4.5 Parada alternativa o dedicada

Se dispondrá de capacidad de parada alternativa o dedicada para la protección de los sistemas cuyas funciones sean requeridas para la parada segura según lo indicado en el apartado 8.3.3.

El titular desarrollará y validará procedimientos de parada de acuerdo con lo indicado en el apartado 8.9.

#### 4.6 Implantación de los programas de protección contra incendios

El programa de protección contra incendios tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

1. El programa de protección contra incendios (planes, personal y equipos) para los edificios de almacenamiento de combustible nuclear nuevo y áreas de fuego adyacentes que podrían afectar al área de almacenamiento deben estar operacionales antes de la recepción del combustible en la planta. Tales áreas incluyen aquellas en las que las llamas, gases calientes y productos tóxicos y corrosivos generados por el incendio puedan comprometer la seguridad y vigilancia del combustible almacenado.

2. El programa de protección contra incendios para cualquiera de las unidades de una central con varios reactores, debe estar totalmente implantado antes de la carga inicial de su combustible.
3. En aquellas centrales donde hay un reactor en operación y otro en construcción o modificación, el programa de protección contra incendios debe considerar una evaluación continua de riesgo de incendio. Se dispondrá, cuando fuese necesario, de barreras cortafuegos adicionales, capacidad de protección y controles administrativos para proteger la unidad en operación de los riesgos de incendio provenientes de la unidad en construcción o modificación.

## 5 Controles administrativos

Deben usarse controles administrativos como medidas preventivas que tengan por finalidad reducir la probabilidad de aparición de las circunstancias desencadenantes del incendio, estableciendo procedimientos para:

1. Prohibir el almacenamiento de materiales combustibles dentro de o adyacentes a edificios o sistemas importantes para la seguridad durante los periodos de operación o mantenimiento de la central.
2. Dirigir el manejo y limitación del uso de materiales combustibles ordinarios, gases y líquidos, combustibles e inflamables, filtros de carbón y de alta eficiencia (HEPA), resinas cambiadoras de iones secas, u otros combustibles en áreas que contengan ESC importantes para la seguridad durante todas las fases de operación, y especialmente durante el mantenimiento, modificación u operaciones de recarga.
3. Manejar y limitar las cargas de fuego transitorias, tales como líquidos combustibles e inflamables, productos de madera y plásticos, u otros materiales combustibles en edificios que contengan ESC importantes para la seguridad, durante todas las fases de la operación de la central y especialmente durante actividades de mantenimiento, modificaciones u operaciones de recarga, ya que las actividades a desarrollar durante las paradas de recarga, inspección y mantenimiento, conllevan un mayor riesgo de incendio.
4. Designar el personal de dirección dentro de la central responsable de la revisión de las actividades propuestas en el programa de protección contra incendios, para identificar los riesgos potenciales temporales, y de especificar los procedimientos de las actividades adicionales de protección contra incendios.

5. Controlar el uso de fuentes de ignición al utilizar sistemas permitidos que originen llama, tales como soldadura, soplete u operaciones de soldadura. Se debe extender un permiso independiente por cada área donde se vaya a hacer un trabajo. Si el trabajo continúa durante más de un turno, el permiso será válido para no más de 24 horas, cuando la planta esté en operación o por la duración del trabajo particular durante la parada de la planta.
6. Controlar la eliminación del área de todos los residuos, escombros, cascarillas, vertidos de aceite u otros combustibles resultantes de los trabajos que se realicen en la central inmediatamente después de la terminación de la actividad o al final de cada turno de trabajo, lo que se produzca antes.
7. Dirigir las pruebas de fugas no permitiendo procedimientos que generen llama o humo.
8. Mantener inspecciones periódicas para asegurar el cumplimiento continuo con estos controles administrativos.
9. Controlar el uso de combustibles específicos en áreas relacionadas con la seguridad. Toda la madera usada en áreas relacionadas con la seguridad durante el mantenimiento, modificación u operaciones de recarga (por ejemplo andamiaje) debe ser tratada con retardante de llama. Los equipos o suministros (tal como combustible nuevo), empaquetados en contenedores de combustible no tratado, pueden ser desempaquetados en áreas relacionadas con la seguridad, si se requiere por razones de operación. Sin embargo, todos los materiales combustibles se deben eliminar del área inmediatamente después del desempaquetado. Dicho combustible temporal, a menos que esté almacenado en contenedores aprobados, no debe dejarse desatendido durante tiempos de comida, cambios de turno u otros períodos similares. El material combustible suelto procedente del desempaquetado, tal como madera, papel o polietileno, debe colocarse en contenedores de metal cubierto con cierres metálicos automáticos y ajuste hermético.
10. Controlar la necesidad de inhibir los sistemas de extinción y detección mediante la autorización correspondiente. Se debe establecer vigilancia en las zonas donde tales sistemas sean inhibidos de acuerdo a lo requerido por las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF).
11. Comprobar la efectividad del sistema de protección contra incendios mediante la realización de pruebas y mantenimientos del equipo de protección y de los sistemas de co-



municación e iluminación de emergencia. Se desarrollará un plan de pruebas que enumere las personas y sus responsabilidades en relación con las pruebas rutinarias e inspecciones de los sistemas de detección y protección. El plan de prueba debe contener los tipos, la frecuencia y el detalle de los procedimientos de prueba a utilizar. Los procedimientos contendrán también instrucciones para mantener la función del sistema de protección contra incendios en aquellos períodos en los que se reduce la capacidad del mismo o durante los períodos de mantenimiento de la planta, por ejemplo, mediante patrullas de vigilancia o conexiones temporales de mangueras a sistemas de agua. Estos procedimientos recogerán lo requerido por los Requisitos de Vigilancia (RV) incluidos en las ETF correspondientes.

12. Recoger las acciones que debe realizar la persona que descubra un fuego, por ejemplo, notificar el mismo a la sala de control, intentar extinguir el fuego y actuar los sistemas locales de extinción y alarma.
13. Recoger las actuaciones del operador de la sala de control, indicando la necesidad de que la brigada actúe ante la declaración de un incendio o la recepción de una alarma en el panel anunciador de la sala de control, indicando la localización del incendio por el sistema de megafonía, haciendo sonar las alarmas de incendio, y notificando al supervisor del turno y al jefe de la brigada del tipo, tamaño y localización del fuego.
14. La actuación de la brigada contra incendios después de que el operador de la sala de control notifique, por ejemplo, reuniéndose en un lugar determinado, recibiendo directrices del jefe de la brigada y desempeñando las responsabilidades específicas de lucha contra incendios, incluyendo la selección y transporte del equipo de lucha contra incendio al lugar del fuego, selección del equipo de protección, instrucciones de operación para el uso de los sistemas de protección y el uso de estrategias preconcebidas para la lucha contra incendios en áreas específicas.
15. Definir las estrategias para la lucha contra incendios en todas las áreas importantes para la seguridad. Estas estrategias se recogen en las llamadas Fichas de Actuación en Incendio (FAI), y como mínimo deben indicar:
  - a) El riesgo de incendio cubierto por cada FAI.

- b) Los extintores mejor situados para controlar los incendios asociados con los riesgos de incendio en esa zona y el lugar más cercano donde estén situados estos extintores. La dirección más favorable para atacar un incendio en cada área teniendo en cuenta la dirección de la ventilación, caminos de acceso, escaleras y puertas que tienen mayor probabilidad de estar libres del incendio, y la mejor situación o elevación para la lucha contra incendio.
- c) Todas las rutas de acceso y escape que impliquen puertas enclavadas se deben identificar específicamente en las FAI, especificando las precauciones y los métodos apropiados para el acceso.
- d) Los sistemas que se tengan que utilizar para reducir el daño potencial durante un incendio localizado y la situación de los controles locales y remotos necesarios para conseguir dicha actuación (por ejemplo, cualquier sistema hidráulico o eléctrico en la zona cubierta por un procedimiento específico de lucha contra incendio podría incrementar los riesgos en el área a causa de sobrepresurización o riesgos eléctricos).
- e) Los componentes de sistemas vitales sensibles al calor que necesiten ser mantenidos fríos durante la lucha contra un fuego local. Particularmente deben indicarse aquellos combustibles peligrosos que necesiten enfriamiento.
- f) Los componentes y sistemas de parada segura existentes en el área de fuego y que pueden verse afectados por un incendio (incluyendo los cables existentes en el área) así como las funciones de seguridad que pueden verse afectadas por dicho incendio.
- g) Los riesgos potenciales tóxicos y radiológicos en zonas de incendio.
- h) La operación de los sistemas de ventilación que asegure la distribución de aire deseada en la planta cuando el flujo de ventilación es modificado por el incendio u operación de eliminación del humo.
- i) Las operaciones que requieren la coordinación o autorización entre la sala de control y el jefe de turno.
- j) Las instrucciones necesarias para los operadores y personal general de la planta durante el incendio.

## 6 Brigada contra incendios

Con relación a la brigada contra incendios, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1. La necesidad de una buena organización, entrenamiento y equipamiento de las brigadas contra incendios en la central, requiere la implantación de medidas efectivas para asegurar el apropiado desempeño de estas funciones.

La pauta dada en las guías de seguridad del CSN, GS-1.3 *Plan de Emergencia en centrales nucleares* y GS-1.9 *Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares*, junto con lo indicado a continuación, resulta ser un método aceptable para cumplir con este aspecto.

2. Debe establecerse una brigada contra incendios entrenada y equipada para la lucha contra incendios para asegurar una adecuada lucha manual contra el mismo en todas las áreas de la planta que contienen estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad. La brigada contra incendios debe tener al menos cinco miembros en cada turno. El jefe de brigada y al menos dos miembros de la misma, deben tener suficiente formación sobre los sistemas importantes para la seguridad de la planta para conocer los efectos del fuego y de los medios de extinción en la capacidad de parada segura; o bien, los miembros de la brigada deberán, siempre, ir acompañados de una persona con dichos conocimientos.

Además, la formación de los miembros de la brigada debe ser también acorde a lo requerido en la Instrucción IS-12 del CSN por la que se definen los requisitos de cualificación y formación del personal sin licencia, de plantilla y externo, en el ámbito de las centrales nucleares.

La cualificación de los miembros de la brigada contra incendios, que debe ser dada por el jefe de central o persona delegada, debe incluir unas pruebas físicas iniciales (de aptitud) con revisión cada tres años que determinen su capacidad para soportar las actividades en condiciones extremas de la lucha contra incendios según el apartado 6.5. Además, debe existir una valoración médica que certifique que el estado de salud de los miembros de la brigada es apropiado para luchar contra el fuego bajo las condiciones adversas de un incendio.

El jefe de turno no debe ser miembro de la brigada de incendio.

El jefe de la brigada tendrá competencia para apreciar las consecuencias potenciales de un incendio sobre la seguridad y avisar al personal de la sala de control. Tal competencia del jefe de la brigada debe estar acreditada por la posesión de una licencia de operador o conocimientos equivalentes de los sistemas importantes para la seguridad de la planta.

3. El equipo mínimo proporcionado a la brigada consistirá en un equipo de protección personal tal como trajes de protección, botas, guantes, cascos, equipos de comunicación de emergencia, linternas, equipos portátiles de ventilación y extintores portátiles. Se proporcionarán a la brigada contra incendios y al personal de la sala de control equipos de respiración autónoma. Al menos 10 máscaras para equipos de respiración autónoma estarán disponibles para el personal de la brigada contra incendios. El personal de la sala de control puede ser provisto de aire de respiración por un colector conectado a un depósito de reserva si resulta práctico. La autonomía de los equipos de respiración será de, al menos, media hora.

Se dispondrá, como mínimo, de un suministro extra de aire de 1 hora por cada equipo de respiración autónomo. Además, se dispondrá en la central de un suministro de reserva de aire de 6 horas, que permita un rápido y completo reemplazo de las botellas agotadas. Si se emplean compresores como fuente de aire de respiración, sólo se usarán unidades de aire de respiración aprobadas y los compresores operarán asumiendo pérdida de alimentación exterior. Se pondrá especial cuidado en colocar el compresor en áreas libres de suciedad y contaminantes.

4. El programa de formación de la brigada asegurará el establecimiento y mantenimiento de la capacidad para la lucha contra fuegos potenciales.

El programa consistirá en un curso de instrucción inicial, seguido de clases periódicas, prácticas de lucha contra incendios y simulacros.

a) La instrucción inicial de la brigada incluirá, como mínimo:

- 1) Adiestramiento sobre el plan de lucha contra incendios de la planta con identificación específica de cada una de las responsabilidades específicas.
- 2) Identificación del tipo y localización de los riesgos de incendio que podrían ocurrir en la planta.
- 3) Las características tóxicas y corrosivas de los productos de combustión esperados.

- 4) Identificación y localización del equipo de lucha contra incendios para cada área y familiarización con la disposición general de la planta, incluyendo rutas de acceso y escape para cada área.
- 5) El uso apropiado del equipo disponible de lucha contra incendios y métodos de lucha para cada tipo de incendio, incluyendo:
  - Fuegos en equipos eléctricos energizados.
  - Fuegos que envuelvan materiales radiactivos.
  - Fuegos en cables y bandejas de cables.
  - Fuegos producidos por hidrógeno.
  - Fuegos de líquidos inflamables y combustibles o procesos químicos peligrosos.
  - Fuegos resultantes de trabajos en caliente propios de las modificaciones efectuadas (por ejemplo, cortes o soldaduras).
- 6) El uso apropiado de los sistemas de comunicación, iluminación, ventilación y equipos de respiración de emergencia.
- 7) Los métodos apropiados para la lucha contra incendios dentro de los edificios y espacios confinados.
- 8) La dirección y coordinación de las actividades de lucha contra incendios (jefes de brigada solamente).
- 9) Revisión detallada de los procedimientos y estrategias de la lucha contra incendios.
- 10) Revisión de las últimas modificaciones de la planta y los correspondientes cambios en los planos de lucha contra incendios.
- 11) La formación de la brigada contra incendios incluirá instrucciones sobre quién tiene la responsabilidad, que en todos los casos es de la brigada, y las obligaciones correspondientes en caso de lucha conjunta con los departamentos externos de bomberos, que estarán al servicio del jefe de la brigada.

- 12) La brigada contra incendios de la planta debe estar coordinada con el departamento local de bomberos de tal manera que las responsabilidades y obligaciones de cada organización estén previamente establecidas. En cualquier caso, la responsabilidad de la lucha contra incendios en la planta recae sobre la propia brigada de la planta. El jefe de brigada es la máxima autoridad en la lucha contra incendios y quedan bajo su mando el resto de bomberos externos que, por otra parte, deberán ir siempre acompañados por personal de la planta.
  - 13) Los departamentos locales de lucha contra incendios deben adquirir formación sobre precauciones operacionales que deben mantenerse en la lucha contra incendios en centrales nucleares y serán conscientes de la necesidad de protección radiológica del personal y los riesgos especiales inherentes a una central nuclear.
- b) La instrucción debe ser dada por personal cualificado que tenga conocimiento, experiencia y entrenamiento adecuado en la lucha contra todos los tipos de incendio que podrían ocurrir en la planta y usando los tipos de equipos disponible en la misma.
  - c) Se debe facilitar instrucción a todos los miembros de la brigada y a sus jefes.
  - d) Se deben mantener reuniones planeadas regularmente, al menos cada tres meses, para todos los miembros de la brigada con objeto de revisar los cambios en el programa de protección contra incendios y otras materias que se consideren necesarias.
  - e) Se mantendrán sesiones periódicas de repaso de la formación y repetición de los programas de instrucción para todos los miembros de la brigada cada dos años. Estas reuniones pueden ser concurrentes con las reuniones regularmente planificadas.
  - f) Prácticas:
    - 1) Deben mantenerse sesiones prácticas por cada turno de la brigada con los métodos apropiados de lucha para los diversos tipos de fuego que podrían ocurrir en la planta. Estas sesiones serán impartidas por miembros de la brigada con experiencia en los actuales métodos de extinción y en el uso de aparatos de respiración de emergencia bajo las condiciones de esfuerzo producidas en la lucha contra incendios.
    - 2) Estas sesiones prácticas se darán al menos una vez al año para cada miembro de la brigada.

g) Simulacros:

- 1) Los simulacros de la brigada deben efectuarse en la planta de tal forma que la brigada pueda realizar la práctica como equipo.
- 2) Los simulacros deben efectuarse a intervalos regulares que no excedan de los tres meses y de modo que cada miembro de la brigada participe, como mínimo, en dos simulacros por año.
- 3) Para determinar la rapidez de respuesta y eficacia de la brigada de protección contra incendios el responsable organizará, como mínimo, un simulacro al año. Este no deberá ser anunciado previamente y será rotativo, de forma que cada año se realice en un turno diferente de la brigada. Las personas que planeen y autoricen un simulacro no anunciado previamente deben asegurarse de que los miembros del turno implicado de la brigada no son conscientes de que el simulacro está siendo planeado hasta su comienzo. Estos simulacros no anunciados no deben ser programados con intervalos inferiores a cuatro semanas.
- 4) Además, la brigada de protección contra incendios de segunda intervención o de apoyo, debe ejecutar un simulacro al año.
- 5) Igualmente, al menos uno de los simulacros anuales debe contar con la participación del departamento local de lucha contra incendios.
- 6) Los simulacros deben ser planeados para establecer los objetivos de la formación impartida y valorados para determinar que se cumplen los objetivos previstos durante el periodo de formación. Los simulacros no anunciados deben ser planeados y valorados por los miembros de la dirección responsable de la seguridad de la planta y de la lucha contra incendios. Las deficiencias detectadas en la brigada o en algunos de sus miembros deben ser remediadas mediante la programación de formación adicional para toda la brigada o para algunos de sus miembros.

Un simulacro con resultado insatisfactorio debe ser repetido dentro de los 30 días siguientes.

- 7) Cada tres años, se debe realizar un ejercicio no anunciado seleccionado al azar, que será valorado por personal cualificado independiente del equipo de la central.

El CSN debe disponer, para su revisión, de una copia del informe escrito por este personal.

8) Los simulacros incluirán como mínimo lo siguiente:

- a. Evaluación de la efectividad de las alarmas, tiempo requerido para avisar y reunir a la brigada, y selección, colocación y uso del equipo y estrategias de la lucha contra incendios.
- b. Evaluación del conocimiento de cada miembro de la brigada de su papel en la estrategia de lucha contra incendios para el área de fuego considerada.
- c. Evaluación de la conformidad, hasta donde sea posible, con los procedimientos establecidos para la lucha contra incendios (FAI) y el uso de equipos, incluyendo los aparatos de respiración autónomos de emergencia, equipos de comunicación y equipo de ventilación.
- d. El uso simulado del equipo requerido para la lucha contra incendios, para solventar la situación y tipo de fuego seleccionado para el ejercicio.
- e. El área y tipo de fuego elegido para el ejercicio debe diferir de los usados en los ejercicios previos, de tal forma que los miembros de la brigada estén entrenados en la lucha contra incendios en varias áreas de la planta. La situación seleccionada simulará el tamaño y la disposición de un fuego que podría ocurrir razonablemente en el área seleccionada, permitiendo el desarrollo del fuego debido al tiempo requerido de respuesta, obtención del equipo y organización de la estrategia, asumiendo pérdida de la capacidad de la extinción automática.
- f. Evaluación de la dirección del jefe de la brigada en la lucha contra incendios en lo referente a la terminación del trabajo, exactitud y efectividad.

h) Registros

Se mantendrán registros individuales de la formación dada a cada miembro de la brigada, incluyendo las valoraciones de los ejercicios, al menos durante tres años, para asegurar que cada miembro recibe la formación en todas las partes del programa de formación. Estos registros deben estar disponibles para una revisión por el CSN.



Deben programarse reentrenamientos o ampliación del entrenamiento de lucha contra incendios dentro de los edificios para aquellos miembros de la brigada cuyos registros presenten deficiencias.

i) Documentos de referencia.

Además de las guías de seguridad del CSN, se puede seguir la NFPA 600, «Standard on Industrial Fire Brigades» en la organización, formación, y maniobras contra incendios. Estas normas también son aplicables para la inspección y mantenimiento del equipo de lucha contra incendios.

Entre las normas referenciadas en este documento, pueden utilizarse como aplicables la NFPA 1410, «Standard on Training for Initial Emergency Scene Operations» y la NFPA 1500, «Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program.»

Además se podrán utilizar cursos de prevención y extinción de incendios reconocidos y homologados por la industria de protección contra incendios.

5. Pruebas físicas para los miembros de la brigada contra incendios:

El titular debe establecer un protocolo de pruebas físicas de aptitud que el personal de la brigada debe superar para pertenecer a la misma.

Las pruebas físicas que aseguren la capacidad de la brigada para hacer frente a un incendio deben incluir, al menos:

- a) Salto vertical sin impulso previo: en tres intentos alcanzar, como mínimo, 50 cm.
- b) Carrera de resistencia de 2.000 metros: en un intento, realizar un tiempo inferior a 9 minutos.
- c) Press de banca con 35 kg: en un intento, al menos 10 repeticiones en un minuto.
- d) Lanzamiento de balón medicinal de 5 kg: en tres intentos, alcanzar al menos 5,5 m. Se realizará el lanzamiento con las dos manos.

Estas pruebas físicas se repetirán cada tres años.

6. Se atenderá a lo expuesto en el apartado 4.2.2.f) de esta guía.

## 7 Programa de garantía de calidad

Se desarrollará e implantará un programa de garantía de calidad aplicable al diseño, adquisición, montaje, pruebas y controles administrativos para los sistemas de protección contra incendios de las áreas importantes para la seguridad de la instalación. El programa de garantía de calidad debe estar de acuerdo con las instrucciones del CSN aplicables a garantía de calidad.

## 8 Directrices generales

### 8.1 Diseño de edificios

1. Se deben proveer barreras resistentes al fuego (RF) con una resistencia mínima al fuego de 3 horas para:
  - a) La separación de las ESC importantes para la seguridad, y sus circuitos asociados, de cualquier incendio en áreas de no seguridad que pudiera evitar su función de seguridad.
  - b) La separación de trenes redundantes de sistemas y componentes importantes para la seguridad y sus circuitos asociados de forma que no se vean afectados por un mismo incendio.
  - c) La separación, en centrales con varias unidades, de forma que no existan edificios compartidos, a no ser que se demuestre que la disponibilidad para realizar las funciones de seguridad de ambas unidades no se ve afectada incluso en el caso de que un accidente afectara a una de ellas, pudiéndose alcanzar de forma ordenada la parada segura de las restantes unidades.
2. Se establecerán barreras resistentes al fuego apropiadas dentro de un mismo tren importante para la seguridad, para separar los componentes que presenten un riesgo de incendio a otros componentes importantes para la seguridad o entre altas concentraciones de cables relacionados con la misma.
3. Los huecos a través de barreras resistentes al fuego (RF) para tuberías, conductos de cables y bandejas de cables que separan áreas de incendio deben estar sellados o cerrados para proporcionar una resistencia al fuego al menos igual a la requerida para la propia barrera RF. Los huecos debidos a conductos de cables de diámetros mayores de 102 mm deben sellarse en la penetración de la barrera RF. Los huecos debidos a conductos de

cables de diámetros de 102 mm o menores se sellarán en la barrera RF a no ser que el conducto se extienda al menos 1,5 m a cada lado de la barrera RF y esté sellado en ambos extremos del conducto o que esté sellado en la barrera RF con material no combustible para evitar el paso de humo o gases calientes.

Las penetraciones de barreras RF que deban mantener aislamiento ambiental o presiones diferenciales deben ser calificadas mediante pruebas para mantener la integridad de la barrera bajo tales condiciones.

Las penetraciones instaladas deben utilizar solamente materiales no combustibles y se calificarán mediante una prueba de resistencia al fuego. Las pruebas de calificación de la penetración deben usar la curva tiempo-temperatura de exposición especificada por ASTM-E-119, «Fire Test of Building Construction and Materials» y lo requerido en la guía NFPA 251. Los criterios de aceptación para las pruebas requieren que:

- a) La penetración RF haya resistido la prueba de resistencia al fuego sin pasar la llama o la ignición del cable al lado no expuesto, durante un período de tiempo igual al de clasificación de la barrera.
  - b) Los niveles de temperatura registrados para el lado no expuesto hayan sido analizados y demuestren que la temperatura máxima no excede 163 °C.
  - c) La penetración RF se mantenga intacta y no se permita la proyección de agua sobre la superficie no expuesta durante la prueba de chorro con manguera. El chorro debe conseguirse con boquillas de 1 1/2" con un ángulo de descarga del 30%, una presión en la boquilla de 5,27 kg/cm<sup>2</sup>, un caudal mínimo de descarga de 17 m<sup>3</sup>/h y una distancia máxima de 1,5m entre el extremo de la boquilla y la cara expuesta; o el chorro será originado por una boquilla de 1 1/2", con un ángulo de descarga del 15%, una presión de 5,27 kg/cm<sup>2</sup>, un caudal de 17 m<sup>3</sup>/h y una distancia máxima de 3 m entre el extremo de la boquilla y la cara expuesta; o el chorro debe conseguirse con una tubería normalizada de 2 1/2", equipada con una boquilla de 1 1/8", una presión de 2 kg/cm<sup>2</sup> a una distancia de 6 m de la cara expuesta.
4. Los huecos para penetraciones de los sistemas de ventilación serán protegidos por compuertas cortafuego que tengan una clasificación equivalente a la requerida por la barrera (ver NFPA-90A, «Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems»).

Los conductos flexibles de acoplamiento en los sistemas de ventilación y filtrado deben ser incombustibles.

5. Los huecos de puertas en barreras resistentes al fuego deben ser protegidos con puertas de una clasificación equivalente, marcos y accesorios, que hayan sido probadas y aprobadas por un laboratorio homologado. Dichas puertas se cerrarán por gravedad o con un mecanismo de cierre y deben inspeccionarse semestralmente para verificar que el sistema automático, muelle, mecanismo de cierre y cerradura están operables (ver NFPA 80, «Standard for Fire Doors and other Opening Protectives»).

Una de las siguientes medidas debe adoptarse, para asegurar una buena protección de las aberturas en caso de incendio:

- a) Las puertas resistentes al fuego deben mantenerse cerradas y supervisadas eléctricamente de una manera continua;
- b) O deben estar cerradas con llave e inspeccionarse semanalmente para verificar su posición de cierre;
- c) O mantenerse abiertas con un mecanismo que al liberarse en caso de incendio, cierre la puerta y se compruebe diariamente que el acceso esté libre de obstrucciones;
- d) O deben mantenerse cerradas y verificarse diariamente que estén en la posición de cierre.

El jefe de la brigada contra incendios debe tener libre acceso a las llaves de cualquier puerta resistentes al fuego que disponga de cerradura.

Las áreas protegidas por sistemas de extinción automáticos de inundación por gas, deben llevar puertas que se cierren por gravedad, supervisadas eléctricamente de forma continua, o bien cumplir con el apartado (a) indicado anteriormente.

6. Deben preverse rutas de acceso y escape a todas las áreas de incendio.

Los huecos de escalera, fuera de la contención primaria, utilizados como rutas de escape, rutas de acceso para lucha contra incendios o rutas de acceso a áreas que contengan ESC necesarias para la parada segura, deben encerrarse en torres de mampostería u hormigón con una clasificación de resistencia al fuego de 2 horas como mínimo y puertas resistentes al fuego que cierren por sí mismas.

7. Las rutas de escape deben estar identificadas y marcadas claramente.
8. Cada sala de reparto de cables debe contener solo un tren redundante importante para la seguridad. No debe ser compartida por varios reactores. Debe separarse de otra sala de cables o de otras áreas de la planta por barreras con una resistencia mínima al fuego de 3 horas.
9. Los componentes estructurales y paredes interiores, materiales de aislamiento térmico, materiales de las placas contra radiaciones y aislamiento acústico deben ser incombustibles.

Los materiales que son aceptables para su empleo como acabado interior sin necesidad de evidencia de prueba y listados por laboratorios homologados, son los siguientes:

- a) Yeso, yeso acústico, placas de cartón-yeso, tanto sea sin acabado, empapelado o pintado al agua o al aceite.
  - b) Azulejos, paneles cerámicos.
  - c) Vidrio, bloques de vidrio.
  - d) Ladrillo, piedra, bloques de hormigón, sin acabado o pintados.
  - e) Paneles de acero y aluminio, sin acabado, pintados o esmaltados.
  - f) Baldosas vinílicas, linóleoum o baldosas asfálticas sobre suelos de hormigón.
10. Las cubiertas metálicas deben ser incombustibles y homologadas como *acceptable for fire* por el UL Building Materials Directory o como clase I en la *Factory Mutual System Approval Guide*.
  11. Los falsos techos y sus soportes deben ser de materiales incombustibles. Los espacios ocultos deben estar libres de combustibles con excepción de lo indicado en el apartado 10.2.
  12. Los transformadores instalados dentro de áreas de incendio que contengan sistemas importantes para la seguridad deben ser de tipo seco o aislados y refrigerados con líquidos incombustibles. Los transformadores con líquidos combustibles que estén localizados en el interior deben estar encerrados en contenedores especiales (ver sección 450(c) de NFPA 70, «National Electrical Code»).

13. Los transformadores con aceite instalados en el exterior deben tener un cubeto o sistema de drenaje fuera de los edificios para contener los posibles derrames. Dichos transformadores se situarán, como mínimo, a 15 m de cualquier edificio, o asegurarse de que las paredes de edificios a menos de 15 m, no lleven huecos y tengan una resistencia al fuego de 3 horas como mínimo.
14. Las áreas protegidas por sistemas fijos de extinción por agua deben llevar los drenajes adecuados para que no se inunden las ESC importantes para la seguridad. También deben proveerse drenajes de suelos en aquellas áreas donde puedan emplearse mangueras de agua en la lucha contra un incendio y puedan sufrir un daño inaceptable ESC importantes para la seguridad. Donde se instalen sistemas de extinción por gas, los drenajes deben disponer de sellos adecuados o el sistema de extinción por gas debe diseñarse para compensar las pérdidas del agente extintor a través de dichos drenajes. Deben proveerse drenajes en áreas que contengan combustibles líquidos, para prevenir el paso de dichos combustibles a áreas relacionadas con la seguridad, a través de la red de drenajes. El agua de drenaje procedente de áreas que puedan contener radiactividad debe ser recogida, muestreada y analizada antes de descargarla al exterior.

## 8.2 Compartimentación, áreas y zonas de fuego

1. De acuerdo con la IS-30 sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, las ESC importantes para la seguridad deben estar diseñadas y localizadas de forma que se minimice el efecto de incendios y explosiones. El concepto de compartimentación cumple con dicha instrucción, utilizando barreras resistentes al fuego para subdividir la planta en áreas de fuego. Estas áreas confinan los efectos de un incendio, de forma que minimizan los efectos del incendio en los trenes redundantes de las ESC importantes para la seguridad.
2. Las barreras RF, que constituyen los límites del área de fuego, deben tener una RF de 3 o más horas y deben conseguir:
  - a) La separación de las ESC importantes para la seguridad, y sus circuitos asociados, de cualquier incendio en áreas de no seguridad que pudiera evitar su función de seguridad.
  - b) La separación de trenes redundantes de sistemas y componentes importantes para la seguridad y sus circuitos asociados de forma que no se vean afectados por un mismo incendio.

- c) La separación, en centrales con varias unidades, de forma que no existan edificios compartidos, a no ser que se demuestre que la disponibilidad para realizar las funciones de seguridad de ambas unidades no se ve afectada incluso en el caso de que un accidente afectara a una de ellas, pudiéndose alcanzar de forma ordenada la parada segura de las restantes unidades.

Tal y como se indica en el apartado 4.3, las diferentes áreas de fuego se definirán en el análisis de riesgos de fuego. Estas áreas de fuego, así definidas, evitarán la pérdida de los cables de trenes redundantes importantes para la seguridad, así como la propagación del incendio entre los componentes, incluyendo las altas concentraciones de cables importantes para la seguridad.

Si los límites de barrera de un área de fuego determinada tuvieran una resistencia al fuego menor de 3 horas en alguno de sus componentes, el titular debe demostrar que esta resistencia al fuego es suficiente para proteger las ESC importantes situadas en el interior de esta área de fuego. Cualquier abertura no sellada en la barrera RF debe ser identificada y tenida en cuenta en su demostración.

En el caso de que en la pared o en el suelo/techo existan huecos no protegidos de paso de equipos y escaleras, éstos se considerarán parte de la misma área de fuego. Si en esta área un tren de sistemas de parada segura está separado de su redundante y de sus circuitos asociados por una distancia horizontal de 6 m, sin combustible intermedio, y disponen cada uno de ellos de sistemas automáticos de extinción y detección, dicha área se considera aceptable.

3. El concepto de zona de fuego puede usarse para establecer zonas dentro de grandes áreas (por ejemplo, contención) donde sea impracticable la división en áreas de fuego.

### 8.3 Capacidad de parada segura tras incendio

1. Deben proveerse medios para proteger contra incendios las estructuras, sistemas y componentes necesarios para la parada segura. Estos dispositivos deben ser capaces de limitar el daño del fuego de manera que:
  - a) Un tren de los sistemas necesarios para alcanzar y mantener las condiciones de parada segura desde la sala de control o desde la(s) sala(s) de control de emergencias se mantenga libre de daños producidos por el fuego; y

- b) Los sistemas necesarios para alcanzar y mantener la parada fría desde la sala de control o desde la(s) sala(s) de control de emergencias puedan ser reparados dentro de las 72 horas siguientes al inicio del incendio.
2. Para cumplir lo indicado en el apartado anterior 8.3.1, en las áreas de fuego donde coincidan todos los trenes redundantes de parada segura (incluyendo sus circuitos asociados) debe cumplirse una de las siguientes condiciones:
- a) Fuera del edificio de contención se dispondrá uno de los siguientes medios:
- 1) Separación de cables, equipos y circuitos asociados (de seguridad y no seguridad) de trenes redundantes por barreras con una resistencia al fuego de 3 horas. Los perfiles estructurales de acero que formen parte o soporten tal barrera resistente al fuego deben protegerse para conseguir asimismo una resistencia al fuego de 3 horas.
  - 2) Separación de cables, equipos y circuitos asociados (de seguridad y no seguridad) de trenes redundantes por una distancia horizontal de más de 6 metros, sin combustible intermedio ni fuentes de ignición. Además, deben instalarse en el área, detectores de incendio y un sistema fijo de extinción automático.
  - 3) Confinamiento de cables, equipos y circuitos asociados (de seguridad y no seguridad) de trenes redundantes de seguridad dentro de una barrera de resistencia al fuego de 1 hora. Además, deben instalarse en el área, detectores de incendio y un sistema fijo de extinción automático.
- b) Dentro de edificios de contención no inertizados se dispondrá de una de las medidas enumeradas en el apartado anterior o de uno de los siguientes medios:
- 1) Separación de cables, equipos y circuitos asociados de trenes redundantes por una distancia horizontal de más de 6 metros sin combustible intermedio o fuentes de ignición.
  - 2) Instalación en el área de un sistema de detección de incendios y de un sistema fijo de extinción.
3. Si en algún área de fuego no se pudiera cumplir lo establecido en el apartado anterior 8.3.2, se dispondrá de capacidad de parada alternativa o dedicada, independiente de los cables, componentes y sistemas del área bajo consideración.



4. Una alternativa válida para cumplir con los requisitos de los apartados 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3 y 8.4.5, u otros específicamente aprobados por el CSN, es el seguimiento de una metodología «informada por el riesgo y basada en prestaciones» previamente aceptada por el CSN como la NFPA 805, edición 1, «Performance-based standard for fire protection for light water reactor electric generating plants». Para acogerse a esta metodología el titular de la autorización de explotación de la central nuclear deberá solicitar formalmente el cambio de su base de licencia.
5. Los objetivos a lograr para alcanzar las condiciones de parada segura serán los definidos en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de cada central. Los objetivos a lograr para alcanzar y mantener la parada alternativa o dedicada deben ser, al menos:
- a) La función del control de la reactividad debe ser capaz de conseguir y mantener las condiciones de reactividad en parada fría.
  - b) La función del aporte de agua de refrigeración al reactor, debe ser capaz de mantener el nivel de agua de refrigeración, por encima de la parte superior del núcleo, para los BWR y dentro de la escala de nivel del presurizador, para los PWR.
  - c) La función de eliminación de calor en el reactor debe ser capaz de conseguir y mantener la eliminación de calor por desintegración.
  - d) La función de vigilancia de procesos debe ser capaz de suministrar lecturas directas de las variables necesarias para controlar las funciones indicadas anteriormente.
  - e) Las funciones soporte serán capaces de suministrar las funciones de refrigeración, lubricación, y otras actividades necesarias para permitir la operación del equipo empleado para las funciones de parada segura.
6. Debe realizarse un análisis de parada segura tras incendio que garantice que permanece libre de daño, en cualquier área de fuego de la central, el conjunto mínimo de estructuras, sistemas y componentes, llamado también «camino de éxito de parada segura» necesario para alcanzar y mantener la parada segura. El capítulo 3 de la revisión 2 de la guía de la industria NEI 00-01, con las excepciones indicadas en los dos puntos siguientes, presenta una metodología aceptable para analizar los circuitos de parada segura tras un incendio. Igualmente, las centrales acogidas a la metodología informada por el riesgo y basada en prestaciones referida en el apartado 8.3.4, realizarán este análisis siguiendo la metodología indicada en dicho NEI 00-01, «Guidance for post-fire safe shutdown circuit análisis».

7. El anterior análisis de parada segura tras incendio, realizado según el capítulo 3 de la revisión 2 de la guía de la industria NEI 00-01, no tendrá en cuenta lo indicado en el octavo punto del apartado 3.5.1.1 sección «importante para la parada segura» en cuanto a la hipótesis de duración de 20 minutos para los cortocircuitos en circuitos de corriente continua. Tampoco se tendrá en consideración, en esta misma sección, el séptimo punto, de modo que, para los circuitos no sellados de los equipos importantes para la parada segura se deben considerar múltiples fallos en, al menos, dos cables separados o, en caso de estar relacionado con interfases de alta-baja presión, al menos en tres de ellos. Este conjunto mínimo de cables será de aplicación tan solo en los circuitos donde se aplique la protección de defensa en profundidad (sistemas de supresión, controles administrativos que controlen las fuentes de ignición o materiales combustibles, etc.). Además, para los cables multiconductor, se tendrán en cuenta todos los posibles fallos que puedan ocurrir en ellos.
8. Finalmente, y en lo referente a la aplicación de esta guía NEI 00-01, se tendrá en cuenta que el término «parada caliente» en ella empleado se corresponde con la «parada segura» de esta Guía de Seguridad del CSN y que, para soportar el análisis requerido en el capítulo 3, se considera aceptable la metodología recogida en los apéndices B.1 (excepto para los cables tipo Kapton, para los que sí hay que analizar los fallos múltiples de alta impedancia por arco eléctrico), C, D, y G, así como el apartado 4, excepto en lo relativo a la modelación de incendios y las acciones manuales del operador.

#### 8.4 Circuitos asociados

1. El análisis de parada segura tras incendio debe tener en cuenta los circuitos asociados.
2. Se deben evaluar los circuitos asociados con las interfases de alta/baja presión cuya mal función afecte adversamente a la capacidad de parada segura. Por ejemplo, el sistema de extracción de calor residual (RHR) es un sistema de baja presión con interfases con el sistema de refrigeración del reactor. Esta interfase suele estar aislada con dos válvulas motorizadas redundantes en serie. Los cables redundantes de potencia y control de estas válvulas motorizadas pueden estar sujetas a daños producidos por el incendio, causando aperturas espurias que pueden producir pérdidas del refrigerante desde el sistema de alta presión hacia el de baja (LOCA de interfase). Para asegurar que éstos y otros LOCA de interfase estén debidamente protegidos, se realizará la siguiente evaluación:
  - a) Identificar cada interfase que utilice mecanismos redundantes controlados eléctricamente para aislar o evitar la rotura del primario (ejemplo, dos válvulas en serie motorizadas).

b) Para cada grupo identificado de válvulas redundantes, verificar que los cables redundantes (de potencia y control) están separados físicamente de acuerdo con lo indicado en el apartado 8.3.2.

c) Donde no se haya realizado una separación adecuada, demostrar que los fallos inducidos por un incendio (cortos múltiples, derivaciones a tierra y apertura de circuitos) en cables no causa acciones indeseadas que den lugar a pérdidas de refrigerante (LOCA de interfase).

3. Se evaluará la posibilidad de cambio de posición de las válvulas motorizadas no solo a demanda, la correcta coordinación de interruptores, fusibles, relés y mecanismos de aislamiento eléctrico.

4. Se incluirá en el estudio, además de los sistemas de parada segura, sus sistemas soporte (ventilación, instrumentación, aire de instrumentos, etc.) y los que debido a un espurio puedan afectarle.

5. Los cables de los circuitos asociados deben protegerse de los daños producidos por un incendio mediante los criterios de separación y protección incluidos en los apartados 8.3.1, 8.3.2 y 8.3.3, o bien mediante los métodos específicos siguientes, según el tipo de circuito asociado:

a) En el caso de una «fuente de alimentación común», la IEEE Standard 242, «IEEE Recommended Practices for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power System», provee guías detalladas para realizar una apropiada coordinación entre los fusibles o interruptores de corte y de alimentación.

Para asegurar que se satisface el «criterio de coordinación», debe aplicarse lo siguiente:

1) Los mecanismos de disparo por sobre intensidad (fusibles o interruptores) de los circuitos asociados para todos los fallos de corriente deben provocar la interrupción de la corriente eléctrica antes de que ningún otro componente aguas arriba provoque una pérdida de alimentación común.

2) La fuente de alimentación debe suministrar la suficiente energía eléctrica durante un tiempo suficiente para asegurar la apropiada coordinación sin pérdida de función de las cargas de parada.

Los «mecanismos de disparo» se consideran aceptables si satisfacen los siguientes criterios:

- 1) El mecanismo de disparo debe haberse probado en fábrica para verificar que su diseño por sobreintensidad está de acuerdo con las normas aplicables UL, ANSI, NEMA.
  - 2) Deben probarse periódicamente los mecanismos de disparo de baja y media tensión (480 V y superiores) para demostrar que la coordinación de todos los dispositivos de disparo se encuentran dentro de los límites especificados. Estas pruebas pueden hacerse por tramos solapados.
  - 3) Los interruptores de caja moldeada son actuados manualmente de forma periódica e inspeccionados para asegurar su fácil operación. De forma rotativa en cada recarga se prueba una muestra de estos interruptores para determinar que su deriva está dentro de los criterios de diseño.
  - 4) Cuando los fusibles se utilicen como mecanismos de disparo no se requieren pruebas periódicas debido a su estabilidad, ausencia de deriva y su alta fiabilidad. Se establecerán controles administrativos para asegurar que la sustitución de fusibles mantiene la coordinación existente con el resto de fusibles del sistema.
- b) En el caso de una «actuación espuria», ésta se considera mitigada si se satisface uno de los siguientes criterios:
- 1) Se han provisto medios que aislen el equipo y componentes del área de fuego antes de que se produzca el incendio (por ejemplo, corte de alimentación eléctrica, apertura de circuitos).
  - 2) Se han provisto los medios necesarios para conseguir el aislamiento eléctrico que evite las actuaciones espurias. Estos medios son mecanismos de aislamiento tales como interruptores, fusibles, conmutadores de control, amplificadores, transformadores de intensidad, acoplamientos de fibra óptica, relés, transductores, etc.
  - 3) Se han provisto los medios para detectar actuaciones espurias y desarrollar procedimientos para mitigar la mal función de equipos (por ejemplo, mecanismos de bloqueo de válvulas si alguna válvula motorizada de alivio operara espuriamente, apertura de interruptores para evitar la actuación espuria de inyección de seguridad, etc.).

- c) En el caso de «cerramientos comunes», deben instalarse protecciones eléctricas (interruptores, fusibles, o mecanismos similares) y medios para evitar la propagación del incendio.

## 8.5 Acciones manuales del operador en caso de incendio

No se dará crédito a las acciones manuales del operador en caso de incendio salvo lo indicado en la NFPA 805 para el caso de las centrales acogidas a los criterios del apartado 8.3.4 de esta guía. No podrán realizarse acciones manuales del operador en caso de incendio para compensar deficiencias en el cumplimiento de los requisitos incluidos en el apartado 8.3.2. Solo se darán crédito a las acciones manuales del operador en caso de incendio que estén formalmente aprobadas por el CSN.

Estas acciones deben estar procedimentadas y validadas. El NUREG-1852 provee bases técnicas (guías técnicas y criterios) para demostrar la fiabilidad y viabilidad de las acciones manuales del operador en caso de incendio para hacer frente al ancho rango de condiciones de planta que pueden darse durante un incendio. El uso de estas acciones manuales del operador en caso de incendio no sustituye a la capacidad de extinción y detección requerida por las regulaciones. Además, la eliminación de estos sistemas en un área que contenga ESC (incluidos los circuitos asociados) importantes para la seguridad producirá, en general, un efecto adverso en la parada segura, reduciendo al mínimo la defensa en profundidad.

Se podrán realizar actuaciones manuales de mitigación de los efectos del fuego en el tren redundante dañado por el incendio y también para prevenir las consecuencias que el incendio pueda provocar, siempre que estas no se utilicen para garantizar la parada segura.

## 8.6 Parada fría

Los equipos y sistemas empleados para conseguir y mantener las condiciones de parada fría no serán dañados por el fuego o el daño producido a dichos equipos y sistemas debe limitarse de manera que sea posible alcanzar y mantener las condiciones de parada fría a las 72 horas de producirse el incendio.

Los materiales para reparación (fusibles, cables, herramientas, et.) deben estar preparados en la central y se establecerán procedimientos validados y entrenados para efectuar dichas reparaciones. Si dichos equipos y sistemas utilizados antes de las 72 horas después del incendio, no pudiesen alimentarse eléctricamente de una de las dos fuentes, interna y externa, a

consecuencia de los daños producidos por un incendio, debe preverse un sistema independiente alimentado desde una fuente interna. Los equipos y sistemas empleados después de 72 horas, pueden estar alimentados únicamente desde la fuente exterior.

Cuando sean necesarias reparaciones en el área de fuego incendiada, se debe demostrar que existe un tiempo suficiente para permitir la entrada a dicha área, que los daños producidos por el incendio y las posibles actuaciones del sistema de extinción no impiden la realización de las reparaciones, y que el procedimiento de reparación no interfiere negativamente en la operación de otros sistemas.

## 8.7 Capacidad de parada alternativa o dedicada

En cuanto a la parada alternativa y a la parada dedicada:

1. Parada alternativa es la que para un área de fuego se obtiene mediante el reruteo, relocalización o modificación de sistemas existentes, mientras que la parada dedicada es la que se obtiene mediante la instalación de nuevas estructuras y sistemas necesarios para alcanzar y mantener la parada segura.
2. Se puede diseñar una capacidad de parada alternativa o dedicada para cada área de fuego que lo necesite según lo indicado en el apartado 8.3.3 o, por el contrario, se puede diseñar una única parada alternativa común para todas estas áreas de fuego.
3. En cualquier caso, la capacidad de parada alternativa debe ser independiente física y eléctricamente de la(s) área(s) específica(s) de incendio que protege y debe acomodarse a las condiciones de después de un incendio, con pérdida de potencia exterior durante 72 horas. Deben adoptarse procedimientos de acuerdo al apartado 8.9 de esta guía para llevar a cabo esta capacidad de parada alternativa.
4. En caso de abandono de la sala de control se evaluará la necesidad de inhibición de la actuación de otros sistemas cuya operación espuria pueda afectar negativamente a la parada segura desde el panel de parada alternativa.

## 8.8 Fuegos en la sala de control

La sala de control es un área de fuego que contiene los controles e instrumentos de los sistemas necesarios para la parada segura, encerrados en paneles, donde los trenes redundantes

están muy próximos. Se debe proveer capacidad de parada alternativa o dedicada para esta sala de control, independiente de los cables, sistemas y componentes situados en la misma.

Un incendio que exija la evacuación de la sala de control, causará daños impredecibles en los sistemas de la misma. El titular debe analizar el alcance de los sistemas que pueden verse afectados por tal incendio para asegurar que se puede alcanzar y mantener la parada segura desde fuera de la sala de control. Este análisis dependerá de las características específicas del diseño de cada planta. Para dicho análisis se deben aplicar los siguientes supuestos:

1. Se dispara el reactor desde la sala de control.
2. Se pierde la alimentación externa y el arranque automático de los generadores diesel, así como la función automática de las válvulas y bombas cuyos circuitos de control pueden verse afectados por el incendio en la sala de control.

El análisis debe demostrar que existe capacidad para alcanzar y mantener las condiciones de parada segura desde fuera de la sala de control, restableciendo la alimentación eléctrica a las bombas requeridas, asegurando que las válvulas están en su alineamiento correcto y asumiendo que cualquier mal función de válvulas que evite la refrigeración del reactor pueda ser corregida antes de que se produzca.

La única actuación manual en la sala de control a la que se da crédito, antes de que se produzca el abandono, es el disparo del reactor. Para cualquier otra actuación manual adicional a realizar antes de evacuar la sala de control, el titular debe demostrar la capacidad para llevarla a cabo, además de garantizar que tales acciones no se verán afectadas por actuaciones espurias resultantes del incendio postulado. Las actuaciones manuales realizadas para garantizar la parada segura (acciones manuales del operador en caso de incendio) deben ser formalmente aprobadas por el CSN tal como se indica en el apartado 8.5 de esta guía.

El retorno a la sala de control después del incendio seguirá los procedimientos y condiciones descritas en el apartado 8.9.

Después de retornar a la sala de control, los operadores pueden realizar actuaciones manuales compatibles con dicha sala. Los controles en las cabinas donde se ha producido el incendio pueden no estar disponibles. En otras cabinas, los efectos del humo y la descarga de los sistemas de extinción pueden haber afectado sus controles, por lo que se debe evaluar el alcance de los daños producidos y repararlos, garantizando su operabilidad. Así mismo se com-

probará qué cabinas están libres de daños para poder operar con ellas. Por último, se podrán hacer las reparaciones necesarias para alcanzar la parada fría.

## 8.9 Procedimientos de parada post-incendio

Con relación a los procedimientos de parada post-incendio, se seguirán los siguientes puntos:

1. Los procedimientos necesarios para realizar la parada segura reflejarán los resultados y conclusiones del análisis de parada segura. Estos procedimientos no deben degradar las funciones de seguridad de la planta. Los tiempos críticos para realizar las operaciones de parada incluidos en el análisis e incorporados en estos procedimientos deben ser validados.
2. Se desarrollarán procedimientos de parada segura para aquellas áreas donde sea requerida la parada alternativa o dedicada. Para las demás áreas de la planta se podría alcanzar la parada segura mediante la utilización de los procedimientos de operación normal, procedimientos de operación en emergencia (POE) o procedimientos de operación anormal (POA).
3. Los procedimientos de operación para alcanzar la parada alternativa o dedicada deben describir las tareas a realizar con la alimentación exterior normal y con pérdida de alimentación exterior durante 72 horas. Estos procedimientos deben incluir las acciones necesarias para compensar las actuaciones espurias y los fallos de alta impedancia si pueden afectar a la parada segura.
4. Los procedimientos deben tener en cuenta las acciones siguientes que hay que verificar antes de volver a sala de control:
  - a) Se ha extinguido el fuego y se ha verificado por el personal adecuado.
  - b) El jefe de la brigada de protección contra incendios y el jefe de turno consideran que la sala de control está habitable.
  - c) Se han evaluado los daños y, si fuera necesario, se han tomado las acciones correctoras para asegurar que los sistemas de seguridad, control, e información están operables, y los operadores y el jefe de turno autorizan el retorno del personal a la sala de control.
  - d) Existen procedimientos de retorno que aseguren que se ha completado la transferencia del control de la planta desde el panel de parada alternativa o dedicada a la sala de control.



5. Los titulares deben desarrollar los procedimientos de reparación necesarios para alcanzar y mantener las condiciones de parada fría en las siguientes 72 horas de producirse el incendio. Igualmente, en el caso de la parada alternativa, se deben realizar los procedimientos necesarios de reparación para alcanzar y mantener las condiciones de parada fría dentro de las 72 horas siguientes al inicio del incendio. Las acciones incluidas en estos procedimientos de reparación no deben impactar adversamente a los sistemas necesarios para mantener la parada segura. Estos procedimientos deben estar debidamente validados.

#### 8.10 Operaciones en parada y a baja potencia

Con la planta en un modo diferente al de operación a potencia (por ejemplo en recarga), el riesgo de incendio puede incrementarse significativamente debido a los trabajos realizados. Además, los sistemas redundantes para mantener las condiciones de seguridad pueden no estar disponibles tal y como se permite en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y en los procedimientos de planta.

El programa de protección contra incendios debe ser revisado para asegurar que los sistemas de PCI, medios y procedimientos, minimizan los efectos de un potencial incendio en las funciones de seguridad (por ejemplo, control de reactividad, extracción de calor y refrigeración de la piscina de combustible) y la posibilidad de una descarga inaceptable de radiactividad al exterior, bajo cualquier condición que se pueda presentar.

#### 8.11 Control de materiales combustibles en edificios de seguridad

1. Los sistemas de seguridad deben estar aislados y separados de los materiales combustibles. Cuando esto no sea posible a causa de la naturaleza del sistema de seguridad o del material combustible, se debe prever protección especial para evitar que un incendio pueda afectar a la función del sistema de seguridad. Esta protección puede incluir la combinación de un sistema automático de extinción con un tipo de construcción capaz de contener un fuego que consuma todos los materiales combustibles presentes. Como ejemplos de tales materiales combustibles que no pueden separarse del resto de su sistema, se pueden citar:

- a) Tanques diarios de gasóleo de los generadores diesel de emergencia.
- b) Aceite de lubricación y fluido de control electro-hidráulico del turbo-generador.
- c) Sistema de aceite de lubricación de las bombas de refrigeración del reactor.

2. El almacenamiento de gases, comprimidos o criogénicos, no debe permitirse dentro de aquellos edificios que contengan ESC importantes para la seguridad. El almacenamiento de gases inflamables, tales como el hidrógeno, debe localizarse a la intemperie o en edificios separados, de forma que un incendio o explosión no pueda afectar a ningún equipo o sistema de seguridad. Los requisitos de la NFPA 50A, «Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites», del «Reglamento de almacenamiento de productos químicos» y sus instrucciones técnicas y el MIE-APQ-001, «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles», son aceptables.

Se debe cuidar la situación de los tanques de almacenamiento de gases de alta presión, los cuales deben disponerse con el eje longitudinal paralelo a las paredes de los edificios. Esta disposición reducirá al mínimo la posibilidad de perforación de las paredes en caso de fallo del tanque. Se controlará el uso de gases comprimidos (especialmente si son inflamables y combustibles) dentro de los edificios.

3. El uso de materiales plásticos debe reducirse al mínimo. En particular los plásticos halogenados, como el cloruro de polivinilo (PVC) y el neopreno, se utilizarán solamente cuando no se disponga de materiales sustitutivos incombustibles. Todos los materiales plásticos, incluidos los retardadores de fuego y llamas, deben arder con una intensidad y una disipación de calor similares a las de los hidrocarburos ordinarios.

Cuando arden esos materiales, producen un humo denso y pesado que oscurece la visibilidad y puede obturar el paso del aire en los filtros de carbón y en los filtros HEPA. Los plásticos halogenados desprenden cloro libre y ácido clorhídrico que son tóxicos y corrosivos para el equipo.

4. El almacenamiento de líquidos inflamables, como mínimo, debe cumplir con los requisitos de NFPA 30, «Flammable and Combustible Liquids Code» y del «Reglamento de almacenamiento de productos químicos» y sus instrucciones técnicas.
5. Las líneas de hidrógeno en áreas relacionadas con la seguridad deben diseñarse con los requerimientos de categoría sísmica 1, o entubadas en tuberías llenas de agua y venteadas directamente al exterior, o equipadas con orificios restrictores o válvulas limitadoras de flujo, de manera que en caso de rotura la concentración de hidrógeno en las áreas afectadas no exceda del 2%.

## 8.12 Cables eléctricos, bandejas de cables y penetraciones de cables

1. Los cables utilizados en las centrales deben superar la prueba de la llama de acuerdo con lo requerido por la IEEE Standard 383, «IEEE Standard for Type Test of Class IE Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power generating Stations» o la IEEE Standard 1202, «IEEE Standard for Flame Testing of Cables for Use in Cable Trays in Industrial and Commercial Occupancies». Esto no implica que los cables que han pasado esta prueba no requieran protección adicional.
2. Las bandejas de cables deben ser metálicas. Solo deben utilizarse tubos metálicos para conductos de cables. Los tubos metálicos flexibles solo deben utilizarse en pequeñas longitudes, para conectar componentes a equipos. Otros recorridos de cables deben hacerse con materiales incombustibles. Las bandejas de cables sólo se utilizarán para contener cables.
3. Las conducciones de cables de trenes redundantes importantes para la seguridad y sus circuitos asociados, fuera de las salas de cables, deben separarse entre sí y de un fuego potencial en otras áreas de fuego por barreras RF de 3 horas de resistencia al fuego, como mínimo.

Estas conducciones de cables de trenes redundantes importantes para la seguridad deberán llevar detección y ser accesibles para la lucha manual contra incendios. Los cables deben ser diseñados para poder ser mojados por el agua del sistema de protección contra incendios, sin producirse fallos eléctricos. Se proveerán bocas de incendio equipadas y extintores portátiles.

En caso de que fuese imposible realizar la lucha manual contra incendios en áreas que contengan estas conducciones se aplicará el apartado 5.

4. Para bandejas de cables de un tren importantes para la seguridad que están separadas de su tren redundante por barreras de 3 horas de resistencia al fuego y que sean accesibles para la lucha manual contra el incendio, pueden utilizarse sistemas de mangueras manuales como extinción primaria (en lugar de sistemas de extinción automática con agua), si se cumplen las siguientes condiciones:
  - a) El número equivalente de bandejas normalizadas de un ancho de 600 mm (considerando las relacionadas y no relacionadas con la seguridad), en un área de incendio dada, es de seis o menos. Las bandejas de más de 600 mm, deben considerarse como dos; si son de más de 1200 mm, como tres; independientemente del llenado.

- b) Los cables no suministran señalización, control o energía a sistemas requeridos para conseguir y mantener la parada segura.
  - c) Hay detección en el área y en las bandejas de cables.
5. Las bandejas de cables importantes para la seguridad que no sean accesibles para la lucha manual contra incendios deben ser protegidas, o bien por un sistema zonal, automático de agua por inundación o por boquillas de spray direccionales, dispuestas de manera que haya una adecuada cobertura de agua sobre cada bandeja, o bien por un sistema automático con un agente extintor distinto al agua, si se justifica convenientemente en el ARI.
  6. En áreas en donde, por requisitos de diseño debidos a seguridad nuclear, no sea posible separar los cables redundantes importantes para la seguridad por barreras de 3 horas de resistencia al fuego, las bandejas de cables deben protegerse con un sistema automático de agua por inundación o por boquillas de spray direccionales, dispuestas de manera que haya una adecuada cobertura de agua sobre cada bandeja, y, o bien una barrera RF de 1 hora, o bien una distancia superior a 6 metros sin material combustible entre ellas.
  7. Las bandejas de cables solo se deben utilizar para ellos.

### 8.13 Ventilación

1. En caso de incendio en un área de fuego de la central, el sistema de suministro de aire a dicha área debe quedar aislado mediante compuertas cortafuegos actuadas por fusible o eléctricamente por señal de los detectores de incendio. Por este motivo, el sistema de ventilación debe ser diseñado de forma que el corte de suministro de aire a un área de fuego definida no afecte al correcto funcionamiento de componentes de seguridad situados en otras áreas de la central.
2. Los equipos de ventilación de las áreas de fuego que contienen equipos de seguridad necesarios para alcanzar y mantener la parada segura deben instalarse en áreas de fuego diferentes. Los conductos, tanto de impulsión como de retorno, al atravesar áreas diferentes, tendrán compuertas cortafuegos de RF igual al de las barreras.
3. Los productos de combustión y los medios para eliminar estos productos de cada área de incendio, deben establecerse en la fase inicial del diseño de la planta. Deben tomarse en consideración la instalación de sistemas de extinción automática como medio de limitar la

generación de humo y calor. El humo y los gases corrosivos deben ser generalmente descargados directamente fuera de las áreas de la planta relacionadas con la seguridad, que puedan verse afectadas. El sistema de ventilación normal de la planta puede utilizarse para este propósito si tiene capacidad y disponibilidad. Para facilitar la lucha manual contra incendios, deben disponerse venteos independientes de calor y de humo en áreas específicas como salas de cables, áreas de almacenamiento de combustible de los diesel, salas de equipos eléctricos y otras áreas en las que se prevea tener que eliminar gran densidad de humo. Los requisitos de la NFPA 204M, «Guide for Smoke and Heat Venting», son aceptables como guía adicional para controlar el humo.

4. Las emisiones de humo y gases al ambiente que contengan materiales radiactivos, deben ser analizados de acuerdo con los planes de emergencia como se indica en la GS-1.3 *Plan de Emergencia en centrales nucleares*. El sistema de ventilación diseñado para eliminar los humos o gases potencialmente radiactivos, debe ser evaluado para asegurar que una operación inadvertida o fallos simples no violarán el control radiológico de las áreas de diseño de la planta. Este requisito incluye funciones de contención para la protección del público y de mantenimiento de la habitabilidad para el personal de operación.
5. Debe considerarse protección especial para los cables de fuerza y control de la ventilación. Los suministros de fuerza y control a los sistemas mecánicos de ventilación, cuando fuese posible, deben ser rutados por fuera del área de incendio en la que actúan.
6. Los filtros importantes para la seguridad deben protegerse de acuerdo con lo indicado en la Regulatory Guide 1.52. Cualquier filtro que incluya materiales combustibles y sea un riesgo potencial de incendio para componentes importantes para la seguridad, debe protegerse según las directrices marcadas por el Análisis de Riesgos de Incendio.
7. Las tomas de aire de las áreas que contienen equipo o sistemas de seguridad se situarán lejos de las salidas de aire y escapes de humos de otras áreas de incendios con el fin de reducir al mínimo las posibilidades de contaminar el aire entrante con productos de combustión.
8. Los huecos de escalera deben diseñarse para minimizar la entrada de humo durante un incendio.
9. En los recintos donde se emplee un sistema de extinción por inundación total de gas, las compuertas de entrada y salida de aire deben controlarse de acuerdo con NFPA 12, «Car-

bon Dioxide Systems» y NFPA 2001, «Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems», para mantener las concentraciones adecuadas de gas.

#### 8.14 Alumbrado y comunicaciones

El alumbrado y un sistema de comunicación bidireccional son vitales para la parada segura y para la respuesta ante emergencia en caso de incendio. Deben disponerse sistemas apropiados de alumbrado de emergencia fijo y portátil, y aparatos de comunicaciones para que se satisfagan los requisitos siguientes:

1. Deben instalarse unidades autónomas de iluminación de emergencia con baterías individuales de, al menos, 8 horas de autonomía en las áreas donde se realicen acciones manuales del operador en caso de incendio, y en todas las rutas de acceso y escape de todas las áreas de fuego de la central.
2. La brigada contra incendios y otro personal de operación requerido para conseguir la parada segura de la planta debe disponer de linternas herméticas de mano alimentadas por batería para usos de emergencia.
3. Deben instalarse sistemas de comunicaciones fijas de emergencia en estaciones preseleccionadas e independientes del sistema normal de comunicaciones de la planta.
4. Debe preverse un sistema portátil de comunicación por radio para ser usado por la brigada contra incendios y otro personal de operación requerido para alcanzar y mantener la parada segura de la planta. Este sistema no debe interferir con la capacidad de comunicaciones de las fuerzas del plan de seguridad. Los repetidores fijos instalados para permitir el empleo de unidades portátiles de radio-comunicación deben ser protegidas de su exposición al fuego. Pruebas preoperacionales y periódicas deben demostrar que las frecuencias empleadas en las comunicaciones por radio, no afectarán a la actuación de los relés de protección.

#### 8.15 Metodología informada por el riesgo y basada en prestaciones

Una alternativa válida para cumplir con los requisitos de este apartado 8, así como con los apartados 3.2.2 a 3.2.6 de la Instrucción IS-30 del Consejo de Seguridad Nuclear sobre requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares, u otros específicamente aprobados por el CSN, es el seguimiento de una metodología «informada por el

riesgo y basada en prestaciones» previamente aceptada por el CSN como la NFPA 805, edición 1; «Performance-based standard for fire protection for light water reactor electric generating plants». Para acogerse a esta metodología, el titular de la autorización de explotación de la central nuclear deberá solicitar formalmente el cambio de su base de licencia.

## 9 Detección y extinción de incendios

### 9.1 Detección de incendios

Deben instalarse sistemas de detección en todas las áreas que contienen o representen un riesgo de incendio para ESC importantes para la seguridad.

Los sistemas de detección deben cumplir con los requisitos de Sistemas Clase A, tal como se define en NFPA 72, «National Fire Alarm Code» y circuitos Clase I como se define en NFPA 70, «National Electrical Code».

Los detectores de incendio deben ser seleccionados e instalados de acuerdo con NFPA 72.

Si se emplean detectores térmicos lineales, las pruebas preoperacionales y periódicas deben demostrar que las frecuencias empleadas no afectarán a la actuación de los relés de protección de otros sistemas de la planta.

El sistema de detección debe dar alarma audible y visible con señalización al personal de la sala de control. Donde se emplee un sistema de detección por áreas, en una zona determinada de incendio, deben disponerse dispositivos locales para identificar el detector de la zona de incendio que ha sido activado. Las alarmas audibles locales deben sonar en la zona de incendio.

Las alarmas de incendio deben ser únicas y diferenciadas de manera que no se confundan con cualquier otro sistema de alarmas de la planta.

Deben disponerse sistemas de alimentación eléctrica primario y secundario para el sistema de detección y para la operación eléctrica de las válvulas de control de los sistemas de extinción. Dichos sistemas de alimentación deben cumplir con lo requerido por la NFPA 72. Para ello se debe emplear una fuente de alimentación exterior como sistema primario, con baterías de 4 horas de autonomía como sistema secundario y tener la posibilidad de con-

xión manual a los sistemas de alimentación clase 1E dentro de las cuatro primeras horas de pérdida de potencia exterior. La alimentación eléctrica se realizará mediante cables resistentes a la propagación de la llama.

Deben instalarse sistemas de detección dentro de las contenciones que no estén inertizadas, de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.1 de esta guía.

Deben instalarse sistemas de detección y alarma en la sala de control, de acuerdo con los requisitos incluidos en el apartado 10.2 de esta guía.

Se instalarán sistemas de detección y alarma, como mínimo, en las siguientes áreas de fuego que contienen ESC importantes para la seguridad: sala de ordenadores de planta, salas de interruptores, salas de paneles de parada alternativa/dedicada, salas de baterías, áreas de los generadores diesel, áreas de bombas, áreas de combustible gastado y nuevo, y áreas de descontaminación y residuos radiactivos.

## 9.2 Sistema de suministro de agua para extinción de incendios

Para el diseño del suministro de agua de PCI puede utilizarse como guía lo indicado en la NFPA 22, «Standard for Water Tanks for Private Fire Protection», y la NFPA 24, «Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances». El sistema de suministro de agua de PCI debe cumplir, como mínimo, con los siguientes criterios:

1. Deben disponerse dos fuentes separadas de suministro de agua. No debe utilizarse agua salada hasta que se hubiese agotado el suministro de agua bruta.
2. El suministro de agua contra incendios debe ser calculado sobre la base del mayor consumo esperado en un período de 2 horas, pero no menos que  $1.136 \text{ m}^3$ . Este caudal debe basarse, conservadoramente, en 1.900 l/m para mangueras manuales y la mayor demanda de cualquier sistema de rociadores o pulverizadores, determinada de acuerdo con la NFPA 13 y la NFPA 15, respectivamente. Dicho caudal de agua debe considerarse suponiendo el camino más desfavorable en servicio.
3. Si se utilizan tanques, debe haber dos del 100% de la capacidad requerida por el sistema, con  $1.136 \text{ m}^3$  cada uno, como mínimo. Los tanques deben estar interconectados de forma que las bombas puedan aspirar de uno o de ambos. El suministro principal de agua debe tener capacidad para poder llenar uno de los tanques en 8 horas o menos.



4. Está permitido utilizar tanques comunes para el sistema contra incendios y para el agua de servicios o sanitaria. Si se hace así, debe garantizarse el volumen mínimo necesario contra incendios y disponer la conexión para otros servicios de manera que dicho volumen mínimo no pueda ser utilizado por estos otros servicios. Controles administrativos, incluyendo enclavamientos de las válvulas de salida, son inaceptables como único medio de asegurar el volumen mínimo.
5. Los lagos o estanques de agua de capacidad suficiente se pueden calificar como fuente única de suministro de agua contra incendios, pero requieren aspiraciones separadas y redundantes en una o más estructuras de toma. Dicha separación debe ser tal que un fallo en una aspiración no afecte a la otra.
6. Cuando se permita utilizar el sumidero final de calor de la central como fuente de suministro de agua contra incendios, deben cumplirse también las condiciones siguientes:
  - a) La capacidad de agua requerida para incendios será adicional a la necesaria propia de las funciones del sumidero final de calor.
  - b) Un fallo del sistema de protección contra incendios no debe degradar las funciones del sumidero.
7. Cuando se utilicen otros sistemas como uno de los dos sistemas de suministro de agua contra incendios, deben estar permanentemente conectados al sistema principal de suministro, siendo su alineamiento automático. Las bombas, controles y suministros de energía a dichos sistemas deben satisfacer los mismos requisitos que se establezcan para las bombas del sistema principal de protección contra incendios. El empleo de otros sistemas de agua para la protección contra incendios no debe ser incompatible con las funciones que se requieren para la parada segura de la planta. El fallo de dichos sistemas no comprometerá la función del sistema principal de protección contra incendios.
8. La distribución de agua para protección contra incendios se efectuará mediante un anillo principal exterior y exclusivo para este servicio; con doble acometida a edificios que contengan estructuras, sistemas o componentes de seguridad; y con válvulas de aislamiento por tramos y enclavadas en posición abierta, cuya finalidad será aislar parte del anillo principal, para mantenimiento o reparación, sin eliminar al mismo tiempo el suministro de agua a los sistemas de extinción primario y de apoyo, que sirvan a áreas que contengan ESC importantes para la seguridad.

La NFPA 24 da las guías necesarias para su instalación. En ella se hacen referencias a otras guías de diseño desarrolladas por organizaciones como la American National Standards Institute (ANSI) y la American Water Works Association (AWWA). Los requisitos mínimos para el diseño e instalación del anillo son los siguientes:

- a) El tipo de tubería se seleccionará de forma que, junto a un adecuado tratamiento del agua, evite incrustaciones.
- b) Se dispondrán los medios adecuados para la inspección y el lavado de las tuberías.
- c) Las válvulas de aislamiento deben llevar un indicador visual de posición, tal como un poste indicador, cuya finalidad sería aislar parte del anillo principal, para mantenimiento o reparación, sin eliminar al mismo tiempo el suministro de agua a los sistemas de extinción primario y de apoyo que sirvan a áreas que contengan ESC importantes para la seguridad.
- d) Deben instalarse válvulas de aislamiento de los hidrantes exteriores del anillo principal, con el fin de poder reparar los hidrantes sin tener que cortar el agua a los sistemas automáticos y manuales de extinción que sirvan a zonas donde haya riesgo de incendio para las ESC importantes para la seguridad.
- e) La tubería principal contra incendios debe separarse de la de servicio y sanitaria, con excepción de lo indicado en el apartado 9.2.4.
- f) El sistema de abastecimiento, bombeo y anillo exterior podrá ser común para centrales con más de una unidad, es decir, puede ser común a varios grupos siempre que exista interconexión entre ellos. Debe disponerse de válvulas de aislamiento instaladas de forma tal que se pueda aislar el anillo exterior de una unidad sin interrumpir el servicio de las restantes. En este tipo de instalaciones, se puede utilizar un suministro de agua común. En emplazamientos con varios grupos muy separados entre sí, deben instalarse anillos principales separados.

9. La instalación de las «bombas contra incendios», cuando se requieran, debe estar de acuerdo con NFPA 20, «Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection». Como mínimo deben cumplir con los siguientes criterios:

- a) El equipo de bombeo estará constituido por un número suficiente de bombas que asegure el 100% de la capacidad de caudal y presión requerida, asumiendo el fallo de la

bomba de mayor capacidad (por ejemplo, tres bombas del 50% o dos del 100%) y/o la pérdida de potencia exterior. Dicho requisito se cumple mediante alguna de las siguientes alternativas:

- 1) Empleo de una o más bombas accionadas por motores eléctricos y una o más bombas accionadas por un motor diesel, o
  - 2) Uso de dos o más bombas accionadas por motores eléctricos de categoría sísmica I Clase 1E, conectados a barras eléctricas redundantes de emergencia Clase 1E.
- b) Las conexiones individuales al anillo principal exterior desde las bombas contra incendios estarán separadas por válvulas de seccionamiento. Cada bomba, su motor y controles, deben situarse separados del resto de las bombas contra incendios por muros resistentes al fuego clasificados con 3 horas de resistencia.
- c) El depósito de almacenamiento de combustible, para el caso de bombas accionadas por motores diesel, se situará de forma tal que no suponga un riesgo de incendio a ESC importantes para la seguridad ni al propio sistema de protección contra incendios.
- d) En la sala de control se recibirá la señal de alarma por funcionamiento de las bombas, por indisponibilidad de los motores, por fallo al arranque y por baja presión de agua en el anillo principal exterior.
10. La instalación de «puestos de mangueras» en el interior debe ser suficiente para suministrar un caudal de agua efectivo a cualquier localización interior en la que los combustibles fijos o transitorios podrían comprometer a las ESC importantes para la seguridad.
11. Se dispondrá de «hidrantes» en áreas exteriores, al menos cada 75 m, conectados al anillo principal a través de válvulas de aislamiento.

Se seguirán las recomendaciones de NFPA 24 y se dispondrán casetas equipadas con mangueras, adaptadores y otros equipos auxiliares, que deben instalarse según se requiera y no estar separadas por más de 300 m. Como métodos alternativos se podrán disponer medios móviles de transporte de mangueras y su equipo asociado, en cuyo caso deben llevar el material equivalente a tres cajas de mangueras.

Los hidrantes dispondrán de conexiones roscadas compatibles con las usadas por el cuerpo local de bomberos.

### 9.3 Sistemas de rociadores, agua pulverizada, espuma y bocas de incendio equipadas

1. Se emplearán sistemas fijos de extinción de rociadores, agua pulverizada, espuma y sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE) según se determine en el análisis de riesgo de incendio. Generalmente los sistemas fijos se emplearán como sistema principal y las BIE como apoyo, pudiendo emplearse otro medio de extinción como sistema principal, donde debe evitarse que el equipo contenido sea dañado por el agua.
2. La red de suministro a rociadores, agua pulverizada, espuma y BIE de cada edificio se conectará al anillo exterior enterrado, de manera que una rotura en la línea o un solo fallo simple, no pueda dejar simultáneamente fuera de servicio al sistema principal de extinción y al de apoyo. Como alternativa se permitirá que el sistema principal y el de apoyo del mismo edificio se alimenten del mismo colector, siempre que éste se alimente independientemente por ambos extremos. Las tuberías y accesorios que se empleen en dichos colectores, incluyendo la primera válvula de los sistemas de rociadores, cuando forman parte de un sistema de mangueras analizado sísmicamente, deben cumplir los requisitos de ANSI B31.1. Dichos colectores se consideran una extensión del anillo principal exterior.
3. Cada sistema de rociadores, agua pulverizada, espuma y BIE se dotará de válvula de aislamiento de husillo saliente o con indicador de posición y con indicación de válvula cerrada en la sala de control o bien, con control administrativo. Todas las válvulas del sistema de protección contra incendios deben ser probadas periódicamente para verificar su posición.
4. Las bocas de incendio se situarán de tal forma que cualquier punto que pueda presentar exposición al fuego a ESC importantes para la seguridad quede cubierto por el chorro de al menos una manguera. Para ello se instalarán en todos los edificios con estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad BIE de 45 mm de diámetro con una longitud máxima de 30 m y separadas entre sí no más de 50 m.
5. El diámetro de la tubería de alimentación a las mangueras será como mínimo de 65 mm cuando alimenta a una manguera y de 100 mm cuando alimenta a más de una. Estos sistemas deben cumplir con los requisitos de la NFPA 14, «Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems» en cuanto a tamaños, espaciado y soportado de tuberías.

6. La localización de las BIE debe hacerse de acuerdo con el análisis de riesgos de incendio para facilitar la lucha contra el mismo. Deben disponerse BIE alternativas para áreas en las cuales el incendio pudiese bloquear el acceso a la boca de incendio que se emplee normalmente en dichas áreas.
7. Se asegurará el suministro de agua en el caso de un terremoto de parada segura (SSE), como mínimo, a la red de mangueras que cubre el riesgo de equipos requeridos para la parada segura. El sistema de tuberías que suministra el agua a dichas mangueras debe analizarse para cargas debidas al SSE y soportarse para mantener su integridad funcional durante y después de dicho evento. Así mismo también deberá analizarse el suministro de agua, que podrá obtenerse por conexión manual a una fuente de suministro de categoría sísmica I, tal como el sistema de agua de servicios esenciales u otro disponible de forma que no se degraden las funciones de esta fuente. Las tuberías y válvulas deben satisfacer en este caso, como mínimo, los requisitos de ANSI B31.1, «Power Piping». La conexión debe ser capaz de dar un caudal de, al menos, dos mangueras (57 m<sup>3</sup>/h para cada manguera) y ser diseñado con las mismas normas que el sistema de categoría sísmica I.
8. El tipo de boquillas a emplear en las mangueras situadas en cada área debe estar basado en el análisis de riesgos de incendio, anulándose la posición de chorro donde existan equipos que puedan dañarse por el mismo. Se emplearán boquillas exclusivamente de pulverización (o lanzas normales en posición niebla) en áreas en las que el chorro pueda incidir sobre equipo eléctrico para así evitar que el chorro pueda causar daños inaceptables (por ejemplo, al delicado equipo electrónico de la sala de control). En las zonas donde exista equipo eléctrico o cables se instalarán mangueras con boquillas preparadas para actuar sobre equipo eléctrico.
9. Las mangueras deben ser probadas hidrostáticamente de acuerdo con las recomendaciones de la NFPA 1962, «Standard for the Inspection, Care, and Use of Fire Hose Couplings and Nozzles and the Service Testing of Fire Hose». Las mangueras almacenadas en los armarios situados a la intemperie deben probarse anualmente. Las mangueras situadas en el interior deben ser probadas cada tres años.
10. Se emplearán sistemas de extinción de espuma con rociadores o con boquillas abiertas para aquellos riesgos que por su naturaleza lo requieran, tales como los producidos por líquidos combustibles o inflamables. Debe considerarse el uso del sistema de espuma de

baja expansión, generadores de espuma de alta expansión o sistemas de espuma generadora de película acuosa (AFFF), incluyendo el sistema de «diluvio» AFFF. Estos sistemas deben cumplir con los requisitos de la NFPA 11 y 16, según sea aplicable.

11. Los sistemas fijos de extinción por agua (rociadores y boquillas de agua pulverizada) deben seguir los criterios de normas aprobadas tales como la NFPA 13, «Standard For the Installation of Sprinkler Systems», y la NFPA 15, «Standard for Water Spray Fixed Systems».
12. La ESC importante para la seguridad que no requiera protección por medio de sistemas fijos de extinción de agua, pero que pueda ser afectada por el agua al abrir estos, debe protegerse por medio de blindaje o pantallas. Se instalarán drenajes adecuados en áreas con ESC importantes para la seguridad para evitar posibles daños debidos a la descarga de dichos sistemas de agua.
13. Se pueden utilizar sistemas de agua nebulizada para aquellas áreas donde la utilización del agua debe ser restringida. Estos sistemas deben seguir criterios de normas aprobadas tales como la NFPA 750, «Standard on Water Mist Fire Protection Systems».

#### 9.4 Sistemas de extinción por dióxido de carbono

Los sistemas de extinción por dióxido de carbono deben cumplir con los requisitos de la NFPA 12, «Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems». Cuando se empleen sistemas de extinción automáticos por dióxido de carbono, deben equiparse con sistema de alarma previa al disparo y con un retardo de actuación para permitir al personal la salida de las zonas a proteger. Deben disponerse métodos que permitan, bajo estrictas medidas administrativas, desactivar localmente la instalación. Los sistemas de extinción por dióxido de carbono no deben ser desactivados sin que se cumpla lo indicado en el apartado 5 de esta guía.

Se prestará especial atención a:

1. La concentración mínima de CO<sub>2</sub>, distribución, tiempo de absorción, y control de la ventilación.
2. La asfixia y la toxicidad del CO<sub>2</sub>.
3. La posibilidad de daños por choque térmico secundario debido al enfriamiento.

4. El estudio de los requisitos de ventilación durante la inyección del CO<sub>2</sub> para evitar la presurización en contraposición con el sellado para evitar la pérdida del agente.

5. La localización y la selección de los detectores que activen el sistema de dióxido de carbono.

#### 9.5 Sistemas de extinción mediante inundación por gases de agentes limpios

Los sistemas de extinción de incendios alternativos al halón (agentes limpios) deben cumplir con la normativa aplicable, tal como la NFPA 2001 y otras directivas europeas, así como las normas UNE 23570, 23572, 23573 y 23575. Sólo se usarán los agentes especificados y aprobados. Se dispondrá de un sistema de bloqueo local de la descarga de los sistemas automáticos y sometidos a estrictos controles administrativos. Los sistemas automáticos de agentes limpios no deben ser desactivados sin que se cumpla lo indicado en el apartado 5 de esta guía.

Además de las directrices contenidas en la NFPA 2001, se seguirán protocolos de mantenimiento y pruebas de los sistemas, incluyendo la comprobación de la cantidad de agente contenido en los cilindros/contenedores de agente limpio y de la presión del mismo.

Se debe prestar especial atención a:

1. La concentración mínima requerida de agente limpio, la distribución, el tiempo de inundación y el control de la ventilación.
2. La toxicidad y la anoxia del gas.
3. La concentración de extinción.
4. La toxicidad y las características corrosivas de los posibles productos de descomposición térmica del gas.
5. El Estudio de los requisitos de ventilación durante la inyección del agente limpio para que la sobrepresión originada por su descarga frente al sellado no provoque la pérdida del agente.
6. La efectividad del agente limpio y su concentración de diseño para proteger el riesgo.
7. La localización y la selección de los detectores que activen el sistema.

## 9.6 Extintores portátiles

Se instalarán extintores portátiles en áreas que contengan ESC importantes para la seguridad, especialmente en aquellos lugares normalmente ocupados donde la intervención humana puede combatir el incendio en su inicio, o bien en zonas con materiales de baja propagación del fuego y dotados de detección. Los extintores portátiles deben estar de acuerdo con la NFPA 10, «Standard for Portable Fire Extinguishers».

El agente extintor será adecuado al riesgo de incendio de cada zona, debiéndose evaluar su eficacia y los posibles daños que pueda ocasionar al equipo de seguridad contenido en la zona, especialmente si se trata de polvo seco.

# 10 Directrices para áreas específicas de la central

## 10.1 Contención primaria y secundaria

1. Operación normal: la contención primaria se requiere como único volumen para igualar y minimizar la presión en caso de fuga de refrigerante del reactor, por este motivo se considerará ésta como una sola área de incendio. Se proveerán requisitos de protección contra incendios para las áreas de contención primaria y secundaria, según se deduzcan del análisis de riesgos de incendio.

Ejemplos de dichos riesgos son el aceite de lubricación o el sistema de fluido hidráulico de las bombas primarias de refrigeración, los cables y penetraciones de cables, cabinas eléctricas y filtros de carbón. Deben evaluarse los efectos de un incendio en el interior de la contención postulando que no se toma ninguna acción para extinguirlo, para asegurar que se mantiene la integridad de la contención y de la barrera de presión del sistema de refrigerante del reactor.

La operación de los sistemas de protección contra incendios no debe comprometer la integridad de la contención o la funcionalidad de los sistemas importantes para la seguridad. Las actividades de protección contra incendios en las áreas de la contención deben efectuarse en conjunción con todos los demás requisitos tales como ventilación y control de las fugas de líquidos y gases contaminados.

Dentro de las contenciones no inertizadas, deben separarse los cables de acuerdo con una de las opciones del apartado 8.3.2.b).



En la contención primaria se instalará un sistema de detección de incendios para cada riesgo de incendio, con detección y alarma local de incendios y con alarma e indicación de la ubicación del incendio al personal de la sala de control. El tipo y localización de los detectores debe ser lo más adecuado para el tipo de riesgo identificado en el análisis de riesgos de incendio.

Además, en la contención primaria se instalará una detección generalizada como respaldo de la indicada en el párrafo anterior. Los detectores serán compatibles con la radiación y condiciones ambientales de su entorno pudiendo instalar detectores de humo y calor compatibles con la radiación ambiental.

Se evitará el uso de sistemas de extinción de agua automáticos y en el caso de que éstos fueren imprescindibles, como consecuencia del análisis de riesgos, deben ser de preacción o similar. Se instalarán colectores y BIE dentro de la contención no inertizada de los reactores de agua presurizada (PWR) y de agua en ebullición (BWR). Dichos colectores y BIE deben estar conectadas a un suministro de agua de alta calidad, diferente del suministro del anillo principal, si el diseño específico de la planta no permite que la alimentación de dicho anillo entre en la contención. En centrales con reactor de agua en ebullición (BWR), las BIE se instalarán fuera del recinto del pozo seco con una longitud de manguera adecuada, no mayor de 30 m, para poder alcanzar con el chorro cualquier punto del interior de la contención.

La penetración de la tubería contra incendios en la contención debe cumplir el criterio de aislamiento de la contención primaria, y debe ser de categoría sísmica I y grupo de calidad B.

Las bombas del refrigerante del reactor deben equiparse con un sistema de recogida de aceite si la contención no está inertizada durante la operación normal. El sistema de recogida de aceite debe diseñarse e instalarse de manera que su fallo no origine un incendio durante la condición de accidente normal o básico de diseño y que hay una seguridad razonable de que el sistema resistirá el terremoto de parada segura (SSE).

Dicho sistema debe ser capaz de recoger el aceite de lubricación procedente de cualquier fuga, presurizada o despresurizada, que provenga de los sistemas de lubricación de las bombas de refrigeración del reactor. Las fugas deben ser recogidas y drenadas a un tanque venteado que pueda contener la totalidad del aceite del sistema de lubricación. Se requiere instalar un supresor de llama en el venteo si el punto de inflamación del aceite representa riesgo de que haya retrocesos de llama.

Los puntos de fuga a proteger deben incluir la bomba de aceite, las tuberías y líneas de rebose, el refrigerante de aceite, las líneas de llenado y drenaje de aceite, las conexiones embridadas en líneas de aceite y el tanque de aceite si está situado en la zona de las bombas de refrigeración del reactor. La línea de drenaje debe ser lo suficientemente grande como para poder evacuar la mayor fuga de aceite previsible.

Para áreas de la contención secundaria, el riesgo de incendio de los cables que puedan afectar a la seguridad debe protegerse como se indica en el apartado 8.12.3. El tipo de detectores para otros riesgos identificados en el análisis de riesgos de incendio debe ser el más apropiado para cada riesgo en particular.

2. Recarga de combustibles y mantenimiento: durante la recarga y durante períodos de mantenimiento pueden introducirse riesgos adicionales tales como materiales para controlar la contaminación, los equipos de descontaminación, tableros de madera, cables temporales, realización de trabajos en caliente, soldaduras y oxicorte (con suministro portátil de gas combustible comprimido). Además, los posibles incendios no tienen por qué producirse necesariamente en las proximidades de los sistemas fijos existentes de detección y extinción.

Los procedimientos y controles para asegurar la adecuada protección contra incendios a consecuencia de las cargas de combustibles transitorias se indican en el apartado 5 de esta guía.

Deben colocarse aparatos de respiración autónoma adecuados cerca de las entradas de la contención para la lucha contra incendios por parte del personal. Estas unidades deben ser independientes de cualquier sistema de aire o aparato de respiración utilizados para actividades generales de la planta y deben marcarse claramente como equipo de emergencia. En las contenciones inertizadas estos aparatos se utilizarán durante las etapas de mantenimiento, cuando la contención no está inertizada.

## 10.2 Sala de control y dependencias anexas

La sala de control y sus dependencias anexas, incluyendo cocina, oficinas, etc., cuando estas no se encuentren convenientemente separadas por barreras RF de 3 horas de la sala de control, se protegerán contra los daños de un posible incendio y se separarán de otras áreas de la central por suelos, paredes y techos con una resistencia al fuego mínima de 3 horas.

Las habitaciones periféricas de la sala de control deben tener un sistema de extinción automático y estar separadas de dicha sala por muros incombustibles y con una clasificación de 1 hora de resistencia al fuego. Las aberturas del sistema de ventilación situadas entre la sala de control y las habitaciones periféricas deben disponer de compuertas cortafuego con cierre automático activado por el sistema de detección o el de extinción. Si se emplea un sistema de inundación por gas como método de extinción, las compuertas deben ser lo suficientemente fuertes para soportar el incremento de presión en la sala debido a la descarga del gas extintor y disponer del sellado adecuado para evitar las infiltraciones de gas en la sala de control. Los sistemas de inundación por dióxido de carbono no son aceptables para estas áreas.

En la sala de control se debe disponer de los correspondientes aparatos autónomos de respiración para uso de los operadores.

Todos los cables que entren en la sala de control deben terminar en ella, es decir, ningún cable debe ser trazado de un área a otra, a través de la sala de control. Los cables en falsos suelos y techos deben instalarse siguiendo los criterios de separación necesarios para protección contra incendios.

No debe haber alfombras en la sala de control.

Debe haber medios suficientes para la lucha manual contra incendios:

1. Para combatir fuegos originados en el interior de las cabinas, consola y conexión de cables.
2. Para combatir fuegos debidos a los combustibles existentes en la sala en general

Deben colocarse extintores de clases A y E en la sala de control. Debe instalarse una BIE inmediatamente fuera de la sala de control.

Las boquillas a emplear en las mangueras deben ser compatibles con los riesgos y equipos de la sala de control. Las boquillas elegidas deben satisfacer las necesidades de la lucha contra incendios, los requisitos de seguridad eléctrica y minimizar el daño físico al equipo eléctrico debido al impacto del chorro de la manguera.

Deben colocarse detectores de humo en la sala de control, cabinas y consolas. Si equipos redundantes importantes para la parada segura están localizados en la misma cabina o conso-

la, deben existir medidas adicionales de protección contra incendios. Deben disponerse alarmas locales e indicación en la sala de control.

La(s) entrada(s) de aire exterior del sistema de ventilación de la sala de control tendrán detectores de humo con alarma en la sala, para posibilitar el aislamiento manual del sistema de ventilación y por lo tanto evitar la entrada de humo en dicha sala.

La eliminación del humo, producido por un incendio en la sala de control, por medio del sistema de ventilación normal es aceptable; sin embargo debe considerarse el aislamiento de la recirculación. Los operadores podrán accionar manualmente la ventilación de la sala de control.

El aire de la ventilación debe ser conducido separadamente de los trazados de cables en dichas áreas; por ejemplo, si hay cables en falsos suelos y techos, dichos espacios no deben utilizarse para la ventilación de la sala de control. Las bandejas de cables cerradas, localizadas en falsos techos y suelos y de una sección transversal mayor de 900 cm<sup>2</sup>, deben tener un sistema de extinción automático en su interior. Las áreas de falsos techos y suelos que contengan cables deben protegerse por medio de sistemas automáticos de extinción, a menos que todos los cables estén dispuestos en conductos de acero de 10 cm o menores, o bien en bandejas completamente cerradas y con un sistema de extinción automático en su interior.

### 10.3 Salas de reparto de cables

Debe habilitarse una sala de reparto de cables para cada división redundante. La sala de cables no debe compartirse por varios reactores a menos que se justifique según lo indicado en los apartados 3.1.1, 8.1.1.c y 8.2.2.c. Cada sala de reparto de cables debe separarse de las otras y de otras áreas de la planta por barreras RF con una clasificación de 3 horas como mínimo de resistencia al fuego. Si esto no es posible, debe asegurarse la capacidad de parada segura alternativa o dedicada para estas áreas.

La sala de reparto de cables debe tener, como mínimo:

1. Dos entradas separadas para acceso de la brigada contra incendios.
2. Un pasillo de separación entre trenes de bandejas de al menos 0,9 m de ancho por 1,5 m de alto.
3. BIE y extintores portátiles instalados inmediatamente fuera de la sala.

#### 4. Detectores de humo en el área.

El sistema principal de extinción de incendios en las salas de reparto de cables será un sistema fijo automático de agua.

Podrán utilizarse rociadores de cabeza cerrada, de cabeza abierta o pulverizadores de agua direccionales. Estos dos últimos sistemas deben poderse operar manualmente desde un panel de control remoto. Cuando se utilicen estos rociadores de cabeza abierta pulverizadores, se instalarán divididos en zonas y se preverán las medidas necesarias para evitar actuaciones indeseadas por fallos del sistema o falsas alarmas.

La situación de los rociadores o de las boquillas pulverizadoras debe hacerse considerando la disposición de las bandejas y de los posibles combustibles temporales, para asegurar una adecuada cobertura del agua. Los cables deben diseñarse para poder ser mojados por el sistema de extinción sin que haya fallos eléctricos.

Los sistemas de inundación de cabeza abierta y pulverizadores direccionales deben ser zonificados.

El empleo de espuma es aceptable.

Deben instalarse drenajes para eliminar el agua empleada en la lucha contra incendios. Cuando se instala un sistema de gas, los drenajes deben disponer de sellos adecuados o el sistema de extinción debe dimensionarse para compensar las fugas por los drenajes mencionados.

El sistema de ventilación de cada sala de reparto de cables debe diseñarse para poder aislar el área en el caso de actuación de cualquier sistema de extinción por gas, si estos sistemas se utilizan como medio de extinción primaria.

Debe haber ventiladores/extractores, activados manualmente fuera de la sala, para la eliminación del humo.

#### 10.4 Salas de ordenadores

Las salas de los ordenadores cuya actuación esté relacionada con funciones de seguridad, y que no sean parte de la sala de control y dependencias anexas, deben separarse de otras áreas de la planta por barreras con un rango de resistencia al fuego de 3 horas, como mínimo, y deben protegerse por sistemas de detección y extinción automáticos. Los ordenadores

que formen parte de la sala de control y dependencias anexas, pero que no estén en la sala de control, deben separarse y protegerse de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.2. Las cabinas del ordenador principal ubicadas en la sala de control deben protegerse como los otros equipos de la sala de control y su cableado interno.

Los ordenadores no relacionados con la seguridad situados fuera de la sala de control y dependencias anexas se separarán de las áreas relacionadas con la seguridad por barreras con un rango de resistencia al fuego de 3 horas como mínimo, y protección adecuada para impedir daños por incendio y humo a ESC importantes para la seguridad.

### 10.5 Salas de equipo eléctrico

Las salas de equipo eléctrico que contengan ESC importantes para la seguridad deben separarse del resto de la planta por barreras con una clasificación de 3 horas, como mínimo, de resistencia al fuego. Los equipos eléctricos redundantes de seguridad, deben separarse entre ellos por barreras de 3 horas de resistencia al fuego.

En estas salas se instalará detección automática de incendios que generará señal de alarma local y en la sala de control. Se minimizará el número de cables que pasen por las salas de equipos eléctricos y que no terminen o no realicen una función en ellas y se optimizarán los recorridos para reducir la carga de combustible. Estas salas no deben utilizarse para cualquier otro propósito. Como medio de extinción principal se utilizarán sistemas automáticos fijos y, como medio de apoyo, se dispondrán BIE con boquillas compatibles con los riesgos o extintores portátiles que deben estar disponibles fuera del área. Los equipos deben situarse para facilitar el acceso en la lucha manual contra el incendio.

Se instalarán drenajes para evacuar el agua vertida por la extinción de incendios, evitando que la acumulación de agua pueda dañar a las ESC importantes para la seguridad. Debe preverse la puesta en marcha remota de la ventilación para la eliminación de humo durante la lucha manual contra el incendio (ver apartado 8.13).

### 10.6 Panel de parada remota

Los paneles de parada remota utilizados según el apartado 8.3.3 para garantizar una parada alternativa en aquellas áreas de fuego que no se ajustan a lo requerido en los apartados 8.3.1 y 8.3.2, deben separarse del área que protegen por barreras con un rango de resistencia al fuego de 3 horas como mínimo. Además, estos paneles de parada remota deben poderse ais-

lar eléctricamente del área que protegen, de manera que un incendio en esta, o en el propio panel, no afecte a la capacidad de parada segura desde la otra ubicación.

El área que contenga paneles de parada remota dispondrá de detección automática que en caso de incendio dará alarma local y en la sala de control. Se controlará y limitará el material combustible en el interior de las salas al mínimo imprescindible necesario para la operación del equipo.

Como medios de extinción se dispondrán en el área de extintores portátiles y BIE.

El panel de parada remota que protege la sala de cables deberá tener en cuenta, además, los requisitos de los apartados 8.8 y 8.9 de esta guía.

#### 10.7 Salas de baterías relacionadas con la seguridad

Las salas de baterías importantes para la seguridad deben protegerse contra incendios y explosiones. El equipo y la instalación eléctrica en dichas salas será antideflagrante. Las salas redundantes estarán separadas entre sí, y de otras áreas de la planta, por barreras con un rango de resistencia al fuego de 3 horas como mínimo, incluyendo todas las penetraciones y aberturas.

Los rectificadores, los onduladores y otros equipos eléctricos de corriente continua no deben situarse en las salas de baterías. Se instalará detección automática de incendios que generará señal de alarma en el panel local y en la sala de control.

Se instalará un sistema de ventilación que permita garantizar que la concentración de hidrógeno en el área esté por debajo del 2% en volumen. La pérdida de la ventilación debe dar lugar a una alarma en la sala de control.

Los ventiladores de extracción serán de construcción especial antideflagrante que evite la formación de chispas, y el motor estará situado fuera del flujo de aire.

Se dispondrá, como sistema de extinción, de BIE y extintores, situados fuera de las salas y próximas al acceso.

#### 10.8 Edificio de turbina

El edificio de turbina debe separarse de las estructuras adyacentes que contengan ESC importantes para la seguridad por barreras con un rango de resistencia al fuego de 3 ho-

ras como mínimo. Dichas barreras se diseñarán para mantener su integridad estructural incluso en el caso de completo colapso de la estructura de turbina. Las aberturas y penetraciones en las barreras resistentes al fuego deben minimizarse en lo posible y en ningún caso estarán localizadas donde el sistema de aceite de turbina o el de refrigeración por hidrógeno del alternador supongan un riesgo directo de exposición al fuego para la barrera.

La integridad de la barrera se garantizará mediante medidas adicionales de protección, siguiendo el criterio de defensa en profundidad, si la severidad del riesgo lo hiciera necesario.

El tanque de aceite de lubricación, los tanques de aceite limpio y sucio, acondicionador y tanque de aceite de sellado de hidrógeno, formarán áreas de incendio individuales. Se preferirán cubetos con capacidad para retener el vertido de la totalidad del aceite y en su caso del agua de extinción así como sistemas de detección, con alarma en panel local y en la sala de control, y sistemas fijos de extinción, de agua o espuma.

En los cojinetes de la turbina se dispondrá de detección y alarma local de incendios y con alarma e indicación de la ubicación del incendio al personal de la sala de control, así como de un sistema fijo de extinción.

## 10.9 Áreas de los generadores diesel

Los generadores diesel deben separarse entre sí, y de las otras áreas de la planta, por barreras con un rango de resistencia al fuego de 3 horas, como mínimo.

Debe instalarse un sistema automático de extinción (agua o espuma) para combatir cualquier incendio en el generador o en el sistema de lubricación; el sistema se diseñará para que su actuación no impida a los generadores diesel desarrollar su función. Se instalará un sistema de detección y alarma local de incendios, y con alarma e indicación de la ubicación del incendio al personal de la sala de control.

Como medio de apoyo al sistema fijo de extinción se dispondrán BIE y extintores portátiles en las inmediaciones del acceso al recinto de cada generador y fuera del mismo. Se instalarán drenajes adecuados para la eliminación del agua contra incendios y medios para la eliminación de humo localmente.



Los depósitos de consumo diario de combustible, con una capacidad hasta 4.164 litros, están permitidos dentro de las áreas de los generadores diesel con una de las siguientes condiciones:

1. Que el depósito esté situado en un recinto cerrado con un rango de resistencia al fuego de 3 horas como mínimo, incluyendo puertas y penetraciones. Dicho recinto será capaz de retener el contenido total del tanque diario y deberá protegerse por un sistema de extinción automático.
2. Que el tanque diario situado en la sala del diesel tenga un cubeto con una capacidad del 110% de la del tanque o que se pueda drenar a un lugar seguro.

Debe comprobarse periódicamente el par de apriete de los elementos que impiden la fuga del aceite hacia el tubo de escape del generador diesel para evitar que, debido a la temperatura de los gases de salida, se produzca un incendio en el tubo de escape o en su aislamiento.

#### 10.10 Áreas de almacenamiento del combustible para los generadores diesel

Los tanques de almacenamiento con capacidad mayor de 4.164 litros no deben situarse dentro de edificios que contengan ESC importantes para la seguridad. Si los tanques no son enterrados deben situarse a más de 15 metros de cualquier edificio que contenga ESC importantes para la seguridad. Si se sitúan a menos de 15 m deben estar en un edificio separado con resistencia al fuego de 3 horas como mínimo. Los derrames de combustible deben ser confinados o directamente eliminados de los edificios que contengan ESC importantes para la seguridad.

Los tanques totalmente enterrados pueden instalarse al lado o debajo de los edificios (ver NFPA 30, «Flammable and Combustible Liquids Code», como guía adicional).

Los tanques no enterrados deben protegerse con un sistema automático contra incendios (de agua o de espuma AFFF).

#### 10.11 Bombas relacionadas con la seguridad

Las salas de bombas y recintos que contengan bombas de trenes importantes para la seguridad deben separarse entre ellas y de otras áreas de la planta por barreras cuya resistencia al fuego sea de 3 horas como mínimo. Estas salas se protegerán mediante sistemas automá-

ticos de detección y extinción, a menos que el análisis de riesgos de incendio pueda demostrar que un incendio no afectará a otra ESC importante para la seguridad y necesaria para la parada segura de la planta. La detección de incendio debe dar la alarma local y en la sala de control. Se instalarán bocas de incendio equipadas y extintores portátiles.

Se colocarán drenajes en los suelos para evitar la acumulación de agua que pueda dañar a ESC importantes para la seguridad.

Se adoptarán medidas para poder efectuar la extracción de humos a través del control manual del sistema de ventilación (ver apartado 8.13).

#### 10.12 Áreas de los transformadores

Los transformadores refrigerados por aceite nunca se situarán en el interior de los edificios, dispondrán de un sistema de recogida y confinamiento del aceite derramado y se localizarán a una distancia no inferior a 15 m de equipos de seguridad o de los edificios que los contengan. Si los transformadores se encuentran a una distancia inferior a 15 m de tales edificios, sus paredes no presentarán aberturas y tendrán una resistencia al fuego de 3 horas como mínimo.

#### 10.13 Área del combustible nuclear nuevo

Deben instalarse extintores portátiles dentro de esta área. También deben instalarse bocas de incendio equipadas localizadas en el exterior del recinto, próximos a su acceso, con alcance sobre el área de combustible nuevo. Se dispondrá de detección y alarma local de incendios, y con alarma e indicación de la ubicación del incendio al personal de la sala de control. Se limitará al mínimo los materiales combustibles en el área. Se colocarán drenajes en los suelos que impidan la acumulación de agua y tengan capacidad suficiente para evacuar el agua aportada por las mangueras. Además, la configuración del almacenamiento del combustible nuevo será tal que no se produzca criticidad por descarga del agua del sistema contra incendios.

#### 10.14 Área de la piscina de combustible gastado

Se instalará detección automática de incendios con alarma en panel local y en la sala de control, así como bocas de incendio equipadas y extintores portátiles en su proximidad. Se limitarán al mínimo los materiales combustibles en el área.

#### 10.15 Áreas de residuos radiactivos y de descontaminación

Las áreas de residuos radiactivos y descontaminación se separarán del resto mediante barreras resistentes al fuego de 3 horas.

Las áreas dispondrán de detección y alarma local de incendios y con alarma e indicación de la ubicación del incendio al personal de la sala de control. Se dispondrá de rociadores automáticos en aquellas zonas donde se localicen materiales combustibles o bien de bocas de incendio equipadas y extintores portátiles.

La ventilación de las zonas debe realizarse de forma controlada para limitar la emisión de productos radiactivos al exterior.

En caso de utilización de agua como medio de extinción, debe poderse drenar directamente a la red de recogida de residuos líquidos radiactivos de la zona.

#### 10.16 Tanques de agua relacionados con la seguridad

Los tanques de almacenamiento que suministran agua para la parada segura se protegerán contra los efectos de exposición a un incendio, debiendo situarse en áreas exteriores.

Los materiales combustibles no deben almacenarse cerca de dichos tanques.

#### 10.17 Áreas de almacenamiento de archivos

Las áreas de almacenamiento de archivos deben instalarse y protegerse de manera que un incendio en las mismas no afecte a ESC importantes para la seguridad.

#### 10.18 Torres de refrigeración

Las torres de refrigeración relacionadas con la seguridad, que se utilizan como sumidero final de calor o como fuente de agua de extinción de incendios, se construirán con materiales incombustibles y se protegerán de los efectos de la exposición a un incendio. En el caso de construirse con materiales combustibles, se dotará a la zona de los medios de PCI necesarios de acuerdo con lo indicado en el análisis de riesgos. No se almacenarán materiales combustibles en las cercanías de dichas torres. Se asegurará siempre el suministro de agua contra incendios aunque se drene el pozo de la torre de refrigeración para limpieza u otro tipo de mantenimiento.

Las torres de refrigeración no relacionadas con la seguridad se localizarán de tal forma que un posible incendio en las mismas no afecte a equipos, estructuras o componentes importantes para la seguridad. De no ser así se construirán con materiales incombustibles.

#### 10.19 Áreas diversas

Áreas diversas tales como, talleres, almacenes, salas de calderas auxiliares, tanques de combustible y tanques de almacenamiento de combustibles líquidos e inflamables, y otras áreas de servicios auxiliares, deben localizarse y protegerse de tal manera que un incendio en las mismas, o sus efectos, incluyendo el humo, no afecten a áreas que contengan sistemas, estructuras o componentes importantes para la seguridad.

### 11 Directrices para áreas de protección especial

#### 11.1 Almacenamiento de acetileno y oxígeno

No deben almacenarse botellas de gases, tales como acetileno u oxígeno, en áreas que contengan o afecten a ESC importantes para la seguridad o a su sistema de protección de incendios. Debe establecerse un sistema de permisos especiales para el empleo de estos equipos en áreas de la planta relacionadas con la seguridad (ver apartado 5).

#### 11.2 Áreas de almacenamiento de resinas de cambio de iones

Las resinas no utilizadas no deben ser almacenadas en áreas que contengan o afecten a ESC importantes para la seguridad.

#### 11.3 Productos químicos peligrosos

Los productos químicos peligrosos no deben almacenarse en áreas que contengan o que puedan afectar a ESC importantes para la seguridad.

#### 11.4 Materiales que contienen radiactividad

Los materiales que absorben y contienen radiactividad, tales como las resinas gastadas, cambiadores de iones, los filtros de carbón y filtros HEPA, se almacenarán en dispositivos metálicos cerrados y se situarán en áreas con bajo riesgo de incendio y sin fuentes de ignición.

Se protegerán dichas áreas de los incendios que pudieran producirse en las adyacentes. Deben tenerse en cuenta los requisitos necesarios para eliminar el calor residual de los isótopos contenidos en los materiales radiactivos.

## 12 Referencias bibliográficas

1. 10 CFR Part 50, Appendix A, «General Design Criteria for Nuclear Power Plants».
2. 10 CFR Part 50, Appendix R, «Fire Protection Program for Nuclear Power Plants».
3. FR 33536, «Voluntary Fire Protection Requirements for Light Water Reactors; Adoption of NFPA 805 as a Risk-Informed, Performance-Based Alternative», Federal Register, June 16, 2004.
4. FR 60200, «Demonstrating the Feasibility and Reliability of Operator Manual Actions in Response to Fire, Draft Report for Comment», Number 197, June 16, 2004.
5. NUREG-0800, «Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants (LWR Edition)», Section 9.5.1, «Fire Protection System».
6. NUREG-1805, «Fire Dynamics Tools (FDTs) Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program», December 2004.
7. NUREG-1824, «Verification and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications», Draft for Comment, January 2006.
8. NUREG-1852, «Demonstrating the Feasibility and Reliability of Operator Manual Actions in Response to Fire», Draft Report for Comment, September 2006.
9. NUREG/CR-6776, «Cable Insulation Resistance Measurements Made During Cable Fire Tests», June 2002.
10. NUREG/CR-6850, «EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities», September 2005.
11. Regulatory Guide 1.6, «Independence Between Redundant Standby (Onsite) Power Sources and Between Their Distribution Systems».

12. Regulatory Guide 1.32, «Criteria for Power Systems for Nuclear Power Plants».
13. Regulatory Guide 1.39, «Housekeeping Requirements for Water-Cooled Nuclear Power Plants».
14. Regulatory Guide 1.52, «Design, Inspection, and Testing Criteria for Air Filtration and Adsorption Units of Post-Accident Engineered-Safety-Feature Atmosphere Cleanup System Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants».
15. Regulatory Guide 1.75, «Physical Independence of Electric Systems».
16. Regulatory Guide 1.88, «Collection, Storage and Maintenance of Nuclear Power Quality Assurance Records».
17. Regulatory Guide 1.91, «Evaluations of Explosions Postulated To Occur on Transportation Routes Near Nuclear Power Plants».
18. Regulatory Guide 1.101, «Emergency Planning and Preparedness for Nuclear Power Reactors».
19. Regulatory Guide 1.174, «An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis».
20. Regulatory Guide 1.188, «Standard Format and Content for Applications To Renew Nuclear Power Plant Operating Licenses».
21. Regulatory Guide 1.189, rev.1, «Fire Protection for Nuclear Power Plants», March 2007.
22. NFPA. National Fire Protection Association.
23. NEI 00-01, «Guidance for Post-Fire Safe-Shutdown Circuit Analysis», Revision 2, May 2009.
24. NEI 02-03, «Guidance for Performing a Regulatory Review of Proposed Changes to the Approved Fire Protection Program», Revision 0, June 2003.
25. NEI 04-02, «Guidance for Implementing a Risk-Informed, Performance-Based Fire Protection Program Under 10 CFR 50.48(c)», Revision 1, September 2005.

26. GL 81-12, «Fire Protection Rule (45 FR 76602, November 19, 1980)», February 20, 1981, and Clarification Letter, March 1982.15.
27. GL 86-10, «Implantation of Fire Protection Requirements», April 24, 1986, and supplement 1, «Fire Endurance Test Acceptance Criteria for Fire Barrier Systems Used to Separate Redundant Safe-Shutdown Trains within the Same Fire Area», March 25, 1994.
28. GL 06-03, «Potentially Nonconforming Hemyc and MT Fire Barrier Configurations», April 10, 2006.
29. RIS 2005-30, «Clarification of Post-Fire Safe-Shutdown Circuit Regulatory Requirements», December 20, 2005.
30. RIS 2006-10, «Regulatory Expectations with Appendix R Section III.G.2 Operator Manual Actions», June 30, 2006.
31. ASME NQA-1, «Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Facilities».
32. ASME B31.1, American Society of Mechanical Engineers, ASME Standard B31.1, «Power Piping».
33. IN 83-69, «Improperly Installed Fire Dampers at Nuclear Power Plants», October 21, 1983.
34. IN 88-04, «Inadequate Qualification and Documentation of Fire Barrier Penetration Seals», February 5, 1988.
35. IN 92-28, «Inadequate Fire Suppression System Testing», April 8, 1992.
36. IN 95-36, «Potential Problems with Post-Fire Emergency Lighting», August 29, 1995.
37. IN 97-48, «Inadequate or Inappropriate Interim Fire Protection Compensatory Measures», July 9, 1997.
38. IN 99-17, «Problems Associated with Post-Fire Safe-Shutdown Circuit Analyses», June 3, 1999.17.
39. IN 02-24, «Potential Problems with Heat Collectors on Fire Protection Sprinklers», July 19, 2002.

40. IN 05-03, «Inadequate Design and Installation of Seismic-Gap Fire Barriers», February 10, 2005.
41. IN 05-04, «Single-Failure and Fire Vulnerability of Redundant Electrical Safety Buses», February 14, 2005.
42. IN 05-14, «Fire Protection Findings on Loss of Seal Cooling to Westinghouse Reactor Coolant Pumps», June 1, 2005.
43. Normas UNE
44. ASTM E-84, «Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials».
45. ASTM E-119, «Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials».
46. ASTM E-814, «Standard Test Method for Fire Tests of Through-Penetration Fire Stops».
47. IEEE 383, «IEEE Standard for Type Test of Class IE Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations».
48. IEEE 634, «IEEE Standard Cable Penetration Fire Stop Qualification Test».
49. «Reglamento de almacenamiento de productos químicos» y sus instrucciones técnicas aprobado por RD 379/2001.
50. UNE 23570, «Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Requisitos generales».
51. UNE 23573, «Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor HFC 23».
52. UNE 23572, «Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor HFC 227ea».
53. UNE 23575, «Sistemas de extinción de incendios mediante agentes gaseosos. Propiedades físicas y diseño de sistemas. Agente extintor IG-01».
54. MIE-APQ-001, «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles».



## Acrónimos

ANSI: *American National Standards Institute*

APCSB: *Auxiliary and Power Conversion Systems Branch*

ARI: Análisis de Riesgos de Incendio

ASTM: American Society for Testing and Materials

AWWA: American Water Works Association

BIE: Boca de Incendio Equipada

BTP: *Branch Technical Position*

BWR: Reactores de Agua en Ebullición (*Boiling Water Reactors*)

CFR: *Code Federal Register*

CMEB: *Chemical Engineering Branch*

CSN: Consejo de Seguridad Nuclear

EPRI: Electric Power Research Institute

ESC: Estructuras, Sistemas y Componentes

EFS: Estudio Final de Seguridad

ETF: Especificaciones Técnicas de Funcionamiento

FAI: Ficha de Actuación en Incendio

FDN: Frecuencia de Daño al Núcleo

GDC: *General Design Criterium* de la NRC

GL: Cartas Genéricas de la NRC (*Generis Letters*)

GS: Guía de Seguridad

HEPA: *High Efficiency Particle Arresting*

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

IN: Notas Informativas de la NRC (*Information Notice*)

IS: Instrucción del CSN

LOCA: Accidente de Pérdida de Refrigerante (*Loss of Coolant Accident*)

LOOP: Pérdida de suministro eléctrico exterior (*Loss of Offsite Power*)

NRC: U.S. Nuclear Regulatory Commission

NEI: Nuclear Energy Institute

NFPA: National Fire Protection Association

PCI: Protección contra Incendios

POA: Procedimiento de Operación Anormal

POE: Procedimientos de Operación de Emergencia

PWR: Reactores de Agua a Presión (*Pressurized Water Reactor*)

RCS: Sistema de Refrigeración del Reactor (*Reactor Coolant System*)

RF: Resistencia al Fuego

RG: Guías reguladoras (*Regulatory Guides*)

RHR: *Residual Heat Removal System*

RV: Requisito de Vigilancia

SBO: Pérdida total de suministro eléctrico de corriente alterna (*Station Black-Out*)

SRV: Válvulas de alivio y seguridad (*Safety Relief Valves*)

SSE: Terremoto de Parada Segura (*Safe Shutdown Earthquake*)

UL: *Underwriters Laboratories*

## Colección Guías de Seguridad

### 1. Reactores de potencia y centrales nucleares

1.1 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación en centrales nucleares.

CSN, 1986 (16 págs.) Referencia: GSG-01.01.

1.2 Modelo dosimétrico en emergencia nuclear.

CSN, 1990 (24 págs.) Referencia: GSG-01.02.

1.3 Plan de Emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1987 (Rev. 1, 2007), (32 págs.) Referencia: GSG-01.03.

1.4 Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares.

CSN, 1988 (16 págs.) Referencia: GSG-01.04.

1.5 Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

CSN, 1990 (Rev. 1, 2004), (48 págs.) Referencia: GSG-01.05.

1.6 Sucesos notificables en centrales nucleares en explotación.

CSN, 1990 (24 págs.) Referencia: GSG-01.06.

1.7 Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1997 (Rev. 2, 2003), (64 págs.) Referencia: GSG-01.07.

1.9 Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1996 (Rev. 1, 2006), (20 págs.) Referencia: GSG-01.09.

1.10 Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares.

CSN, 1996 (Rev. 1, 2008), (24 págs.) Referencia: GSG-01.10.

1.11 Modificaciones de diseño en centrales nucleares.

CSN, 2002 (48 págs.) Referencia: GSG-01.11.

1.12 Aplicación práctica de la optimización de la protección radiológica en la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1999 (32 págs.) Referencia: GSG-01.12.

1.13 Contenido de los reglamentos de funcionamiento de las centrales nucleares.

CSN, 2000 (20 págs.) Referencia: GSG-01.13.

1.14 Criterios para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2001 (Rev. 1, 2007), (32 págs.) Referencia: GSG-01.14.

1.15 Actualización y mantenimiento de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2004 (38 págs.) Referencia: GSG-01.15.

1.16 Pruebas periódicas de los sistemas de ventilación y aire acondicionado en centrales nucleares.

CSN, 2007 (24 págs.) Referencia: GSG-01.16.

1.17 Aplicación de técnicas informadas por el riesgo a la inspección en servicio (ISI) de tuberías.

CSN, 2007 (36 págs.) Referencia: GSG-01.17.

1.18 Medida de la eficacia del mantenimiento en centrales nucleares.

CSN, 2008 (76 págs.) Referencia: GSG-01.18.

1.19 Requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares.

CSN, 2011 (96 págs.) Referencia: GSG-01.19.

## 2. Reactores de investigación y conjuntos subcríticos

## 3. Instalaciones del ciclo del combustible

## 4. Vigilancia radiológica ambiental

4.1 Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares. CSN, 1993 (24 págs.) Referencia: GSG-04.01.

4.2 Plan de Restauración del Emplazamiento. CSN, 2007 (30 págs.) Referencia: GSG-04.02.

## 5. Instalaciones y aparatos radiactivos

5.1 Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de radionucleidos no encapsulados (2ª y 3ª categoría). CSN, 1986 (Rev. 1, 2005), (32 págs.) Referencia: GSG-05.01.

5.2 Documentación técnica para solicitar autorización de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría). CSN, 1986 (Rev. 1, 2005), (28 págs.) Referencia: GSG-05.02.

5.3 Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas. CSN, 1987 (12 págs.) Referencia: GSG-05.03.

5.5 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de radioterapia. CSN, 1988 (28 págs.) Referencia: GSG-05.05.

5.6 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas. CSN, 1988 (20 págs.) Referencia: GSG-05.06.

5.7 Documentación técnica necesaria para solicitar autorización de puesta en marcha de las instalaciones de rayos X para radiodiagnóstico. CSN, 1988 (16 págs.) Referencia: GSG-05.07.  
Anulada<sup>(1)</sup>.

5.8 Bases para elaborar la información relativa a la explotación de instalaciones radiactivas. CSN, 1988 (12 págs.) Referencia: GSG-05.08.

5.9 Documentación para solicitar la autorización e inscripción de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X. CSN, 1998 (20 págs.) Referencia: GSG-05.09.

5.10 Documentación técnica para solicitar autorización de instalaciones de rayos X con fines industriales. CSN, 1988 (Rev. 1, 2006), (24 págs.) Referencia: GSG-05.10.

5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico. CSN, 1990 (28 págs.) Referencia: GSG-05.11.

5.12 Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas. CSN, 1998 (64 págs.) Referencia: GSG-05.12.

<sup>(1)</sup> Esta guía ha quedado sin validez al entrar en vigor, el 4 de mayo de 1992, el Real Decreto sobre instalación y autorización de los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

5.14 Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial. CSN, 1999 (64 págs.) Referencia: GSG-05.14.

5.15 Documentación técnica para solicitar aprobación de tipo de aparato radiactivo. CSN, 2001 (28 págs.) Referencia: GSG-05.15.

5.16 Documentación técnica para solicitar autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas constituidas por equipos para el control de procesos industriales. CSN, 2001 (32 págs.) Referencia: GSG-05.16.

## 6. Transporte de materiales radiactivos

6.1 Garantía de calidad en el transporte de sustancias radiactivas. CSN, 2002 (32 págs.) Referencia: GSG-06.01.

6.2 Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos. CSN, 2003 (54 págs.) Referencia: GSG-06.02.

6.3 Instrucciones escritas de emergencia aplicables al transporte de materiales radiactivos por carretera. CSN, 2004 (28 págs.) Referencia: GSG-06.03.

6.4 Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte. CSN, 2011 (36 págs.) Referencia: GSG-06.05.

6.5 Guía de ayuda para la aplicación de los requisitos reglamentarios sobre transporte de material radiactivo. CSN, 2011 (220 págs.) Referencia: GSG-06.05.

## 7. Protección radiológica

7.1 Requisitos técnico-administrativos para los servicios de dosimetría personal. CSN, 1985 (Rev.1, 2006), (54 págs.) Referencia: GSG-07.01.

7.2 Cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes para responsabilizarse del correspondiente servicio o unidad técnica. Anulada<sup>(2)</sup>.

7.3 Bases para el establecimiento de los servicios o unidades técnicas de protección radiológica. CSN, 1987 (Rev. 1, 1998), (36 págs.) Referencia: GSG-07.03.

7.4 Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes. Anulada<sup>(3)</sup>.

7.5 Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico. CSN, 1989 (Rev. 1, 2005), (50 págs.) Referencia: GSG-07.05.

7.6 Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear. CSN, 1992 (16 págs.) Referencia: GSG-07.06.

7.7 Control radiológico del agua de bebida. CSN, 1990 (Rev. 1, 1994), (16 págs.) Referencia: GSG-07.07.

<sup>(2)</sup> Esta guía ha sido anulada sustituyéndose por la instrucción del CSN IS-03 (BOE 12-12-2002).

<sup>(3)</sup> Anulada por haber aprobado el Ministerio de Sanidad y Consumo un protocolo para la vigilancia médica de los trabajadores procesionalmente expuestos.

7.9 Manual de cálculo de dosis en el exterior de las instalaciones nucleares.

CSN, 2006 (36 págs.) Referencia: GSG-07.09.

7.10 Plan de Emergencia Interior en instalaciones radiactivas.

CSN, 2009 (24 págs.) Referencia: GSG-07.10.

## 8. Protección física

8.1 Protección física de los materiales nucleares en instalaciones nucleares y en instalaciones radiactivas.

CSN, 2000 (32 págs.). Referencia GSG-08.01.

## 9. Gestión de residuos

9.1 Control del proceso de solidificación de residuos radiactivos de media y baja actividad.

CSN, 1991 (16 págs.) Referencia: GSG-09.01.

9.2 Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas.

CSN, 2001 (28 págs.) Referencia GSG-09.02.

9.3 Contenido y criterios para la elaboración de los planes de gestión de residuos radiactivos de las instalaciones nucleares.

CSN, 2008 (44 págs.) Referencia GSG-09.03.

## 10. Varios

10.1 Guía básica de garantía de calidad para instalaciones nucleares.

CSN, 1985 (Rev. 2, 1999), (16 págs.) Referencia: GSG-10.01.

10.2 Sistema de documentación sometida a programas de garantía de calidad en instalaciones nucleares.

CSN, 1986 (Rev. 1, 2002), (20 págs.) Referencia: GSG-10.02.

10.3 Auditorías de garantía de calidad.

CSN, 1986 (Rev. 1, 2002), (24 págs.) Referencia: GSG-10.03.

10.4 Garantía de calidad para la puesta en servicio de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (8 págs.) Referencia: GSG-10.04.

10.5 Garantía de calidad de procesos, pruebas e inspecciones de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev. 1, 1999), (24 págs.) Referencia: GSG-10.05.

10.6 Garantía de calidad en el diseño de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev. 1, 2002), (16 págs.) Referencia: GSG-10.06.

10.7 Garantía de calidad en instalaciones nucleares en explotación.

CSN, 1988 (Rev. 1, 2000), (20 págs.) Referencia: GSG-10.07.

10.8 Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.

CSN, 1988 (Rev. 1, 2001), (24 págs.) Referencia: GSG-10.08.

10.9 Garantía de calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares.

CSN, 1998 (20 págs.) Referencia: GSG-10.09.

10.10 Cualificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.

CSN, 2000 (20 págs.) Referencia: GSG: 10.10.

10.11 Garantía de calidad en instalaciones radiactivas de primera categoría.

CSN, 2001 (16 págs.) Referencia: GSG-10.11.

10.12 Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras.

CSN, 2003 (36 págs.) Referencia: GSG-10.12.

10.13 Garantía de calidad para el desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares.

CSN, 2004 (26 págs.) Referencia: GSG-10.13.

## 11. Radiación Natural

11.1 Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medida de radón en aire.

CSN, 2010 (32 págs.) Referencia: GSG-11.01.

Las guías de seguridad contienen los métodos recomendados por el CSN, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y protección radiológica, y su finalidad es orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la reglamentación nuclear española. Estas guías no son de obligado cumplimiento, pudiendo el usuario seguir métodos y soluciones diferentes a los contenidos en las mismas, siempre que estén debidamente justificados.

Los comentarios y sugerencias que puedan mejorar el contenido de estas guías se considerarán en las revisiones sucesivas.

La correspondencia debe dirigirse a la Oficina de Normas Técnicas y los pedidos al Servicio de Publicaciones. Consejo de Seguridad Nuclear, C/ Pedro Justo Dorado Dellmans, 11, 28040-Madrid.





## Guía de Seguridad 1.19

### Requisitos del programa de protección contra incendios en centrales nucleares

Colección Guías de  
Seguridad del CSN

GS.1.19-2011