

## PROCESO DE DETERMINACIÓN DE LA SIGNIFICACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

<b>Colaboradores</b>	César Gervás Tobaruela Diego Escrig Forano Julián Peco Espinosa
----------------------	---

<b>Propietario/a</b>	Julio Aguirre González	11.10.06
<b>Calidad Interna</b>	Emilio Romero Ros	11.10.06
<b>Subdirector/a o Jefe/a de Oficina</b>	Antonio Munuera Bassols	11.10.06
<b>El/La Director/a Técnico/a</b>	Isabel Mellado Jiménez	16.10.06

### 1 OBJETO

El objeto de este procedimiento es proporcionar la metodología a seguir por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en la estimación de la significación para el riesgo que tienen los hallazgos de las inspecciones en relación con la protección contra incendios, dentro del Plan Base de Inspección del Sistema Integrado de Supervisión de CC.NN. en operación (SISC).

### 2 ALCANCE

Este procedimiento es de aplicación a todas las inspecciones integradas en el SISC, incluidas las de los inspectores residentes, en las que se determine la existencia de algún hallazgo que afecte a la protección contra incendios.

Asimismo, aplica a todo el personal del CSN que participe como inspector en las inspecciones del programa base del sistema de supervisión de las centrales (SISC).

### 3 DEFINICIONES

Con carácter general, las que se definen en el procedimiento PG.IV.07 “Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC)”.

Complementariamente también aplican las siguientes definiciones:

**Área de fuego.-** 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. En algunos casos, la separación entre áreas se realiza por medio de una distancia tal que a través de la misma no se considera posible la transmisión del incendio postulado.

**Barrera de fuego.-** Componentes de construcción (paredes, cerramientos, forjados), así como sellados, puertas, compuertas, protecciones pasivas, etc. que son cualificados por laboratorios aprobados, como resistentes al fuego en un rango determinado, y son empleados para evitar la propagación del fuego.

**BIE (boca de incendio equipada) o puesto de manguera.-** Conjunto de válvula, manguera y lanza, conectado de forma permanente a un abastecimiento de agua, destinado a la protección contra incendios.

**Brigada de protección contra incendios (PCI).-** Grupo constituido por personas entrenadas para tomar las medidas necesarias en caso de incendio.

**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.

**Circuitos asociados.-** De acuerdo con la G.L. 81-12, los circuitos asociados los constituyen aquellos cables (relacionados o no con la seguridad, clase 1E y no clase 1E) que tienen una separación física menor que la requerida por el Apéndice R, sección III.G.2 (6,1 metros) y tienen:

- una fuente de alimentación común con el equipo de parada segura (redundante o alternativo), no protegida eléctricamente mediante interruptores coordinados, fusibles, u otros dispositivos, o
- una conexión con circuitos de equipos cuya operación espuria puede afectar a la capacidad de parada (p.e. válvulas de aislamiento del sistema de extracción de calor / refrigerante del reactor, válvulas del sistema de despresurización automática, instrumentación, etc), o
- un cerramiento común (p.e. conducciones eléctricas, paneles, caja de conexión, etc) con cables de parada, redundante o alternativa, y que no estén eléctricamente protegidos mediante interruptores, fusibles, u otros dispositivos, pudiéndose propagar el fuego al interior del cerramiento común.

**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, relacionados con la seguridad, que en forma totalmente autónoma e independiente, puede realizar y mantener todas las funciones específicas de seguridad.

**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.

**Líneas o lazos de detección.-** Conjunto de detectores interrelacionados entre sí, mediante un conductor eléctrico, que dan señal única de alarma en el cuadro 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.

**Parada segura.-** Se denomina así a una parada del reactor en la que está garantizado el mantenimiento de la reactividad por debajo del valor crítico definido en las Especificaciones de Funcionamiento de la Central, así como la extracción del calor residual del reactor, sin que se produzcan vertidos al exterior.

**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 de parada segura existentes en las mismas, utilizando sistemas que han sido reruteados, relocalizados, o modificados.

**Parada dedicada.-** Se denomina así al sistema o conjunto de equipos, específicamente instalado, para alcanzar la parada segura, mediante una vía o tren separado.

**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 un cierto material presenta 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 choque del chorro de agua con aletas deflectoras exteriores de la boquilla, y la apertura de la misma está asegurada por un elemento fusible que funde al alcanzar el entorno una temperatura determinada.

**Ruta de acceso y escape.-** Camino debidamente señalizado dentro de la central para permitir tanto la entrada como la salida a una zona determinada.

**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.

**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.-** Se denomina así a toda subdivisión, realizada dentro de un área de fuego, 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, valoración del riesgo de incendio y el grado de fuego esperado.

## ABREVIATURAS

ASD	Tren automático de vapor
CCDP	Probabilidad condicional de daño al núcleo
CCM	Centro de control de motores
CDF	Frecuencia de daño al núcleo
CM	Medidas compensatorias
DEP	Defensa en profundidad
DF	Factor de duración
ESC	Estructuras, sistemas y componentes
FDS	Nivel de daño producido por el fuego
FDT	Herramienta para dinámica de incendios
HEP	Probabilidad de error humano
HGL	Capa de gas caliente
HRR	Tasa de liberación de calor
LERF	Frecuencia de liberaciones grandes y tempranas
PNS	Probabilidad de no extinción
RF	Resistente al fuego
RSP	Panel de parada remota
SCP	Sala de control principal
SDP	Proceso de determinación de la significación
SSD	Parada segura

## 4 NORMATIVA

La que se describe en el procedimiento PT.IV.204.

## 5 RESPONSABILIDADES

Las que se describen en el procedimiento PG.IV.07.

## 6 DESCRIPCIÓN

### 6.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de determinación de la significación (SDP) para protección contra incendios conlleva una serie de análisis cualitativos y cuantitativos para estimar la significación para el riesgo de los hallazgos de inspección relacionados con la actuación del Titular en lo que respecta al cumplimiento de los objetivos de los elementos de defensa en profundidad (DEP) de protección contra incendios. Los elementos de DEP de protección contra incendios son:

- Prevención de incendios desde su inicio
- Detección rápida y extinción de los incendios que se produzcan

- Protección de estructuras, sistemas y componentes (ESC) importantes para la seguridad de modo que, si un incendio no se extingue de inmediato gracias a las actividades de lucha contra incendios, dicho incendio no impida la parada segura (SSD) de la central.

El SDP para protección contra incendios se basa en los métodos y criterios simplificados de un análisis probabilista de incendios típico. La filosofía general del SDP para protección contra incendios es minimizar el potencial de errores en la categorización de hallazgos, pero evitando el conservadurismo excesivo. La duración (o tiempo de exposición) de las condiciones degradadas se considera en todas las etapas del análisis. En la Fase 2 se contemplan las medidas compensatorias (CM) que pueden neutralizar (en parte o en su totalidad) la degradación observada.

### 6.2 CRITERIOS

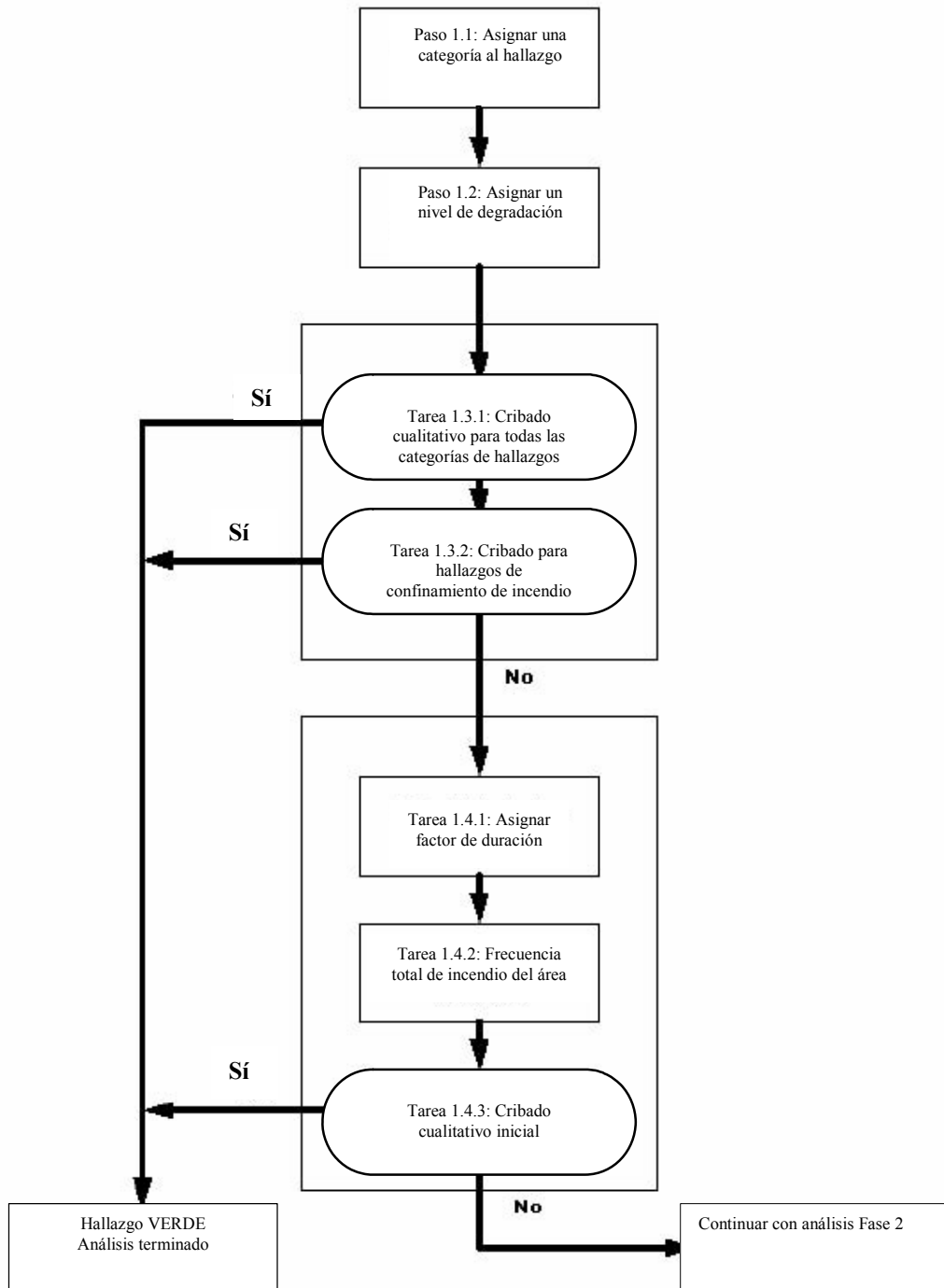
En la Fase 1 del SDP para protección contra incendios, se realiza un cribado preliminar por parte de los inspectores residentes o del CSN, de modo que se puedan identificar los hallazgos de protección contra incendios con una significación para el riesgo muy baja. Si se cumplen los criterios de cribado, al hallazgo se le asigna un nivel preliminar Verde de significación para el riesgo y no será necesario proceder a la Fase 2. Si no se cumplen los criterios de cribado de la Fase 1, el análisis continuará en la Fase 2.

La Fase 1 consta de cuatro pasos, tal y como se muestra en la figura F.1. Primero se caracteriza el hallazgo (Paso 1.1) según el elemento del programa de protección contra incendios (PCI) en el que se descubrió la degradación. Después se le asigna un nivel de degradación (Paso 1.2) basado en el impacto potencial que la condición degradada pueda tener en el funcionamiento del elemento de protección contra incendios degradado. Se realiza un cribado cualitativo inicial (Paso 1.3) según las respuestas a dos preguntas generales y, si procede, se realizan preguntas adicionales si la categoría de hallazgo es “Confinamiento de incendio”. Por último, se realiza un cribado cuantitativo inicial (Paso 1.4), que tendrá en cuenta la frecuencia de incendio en la sala y el factor de duración del hallazgo.

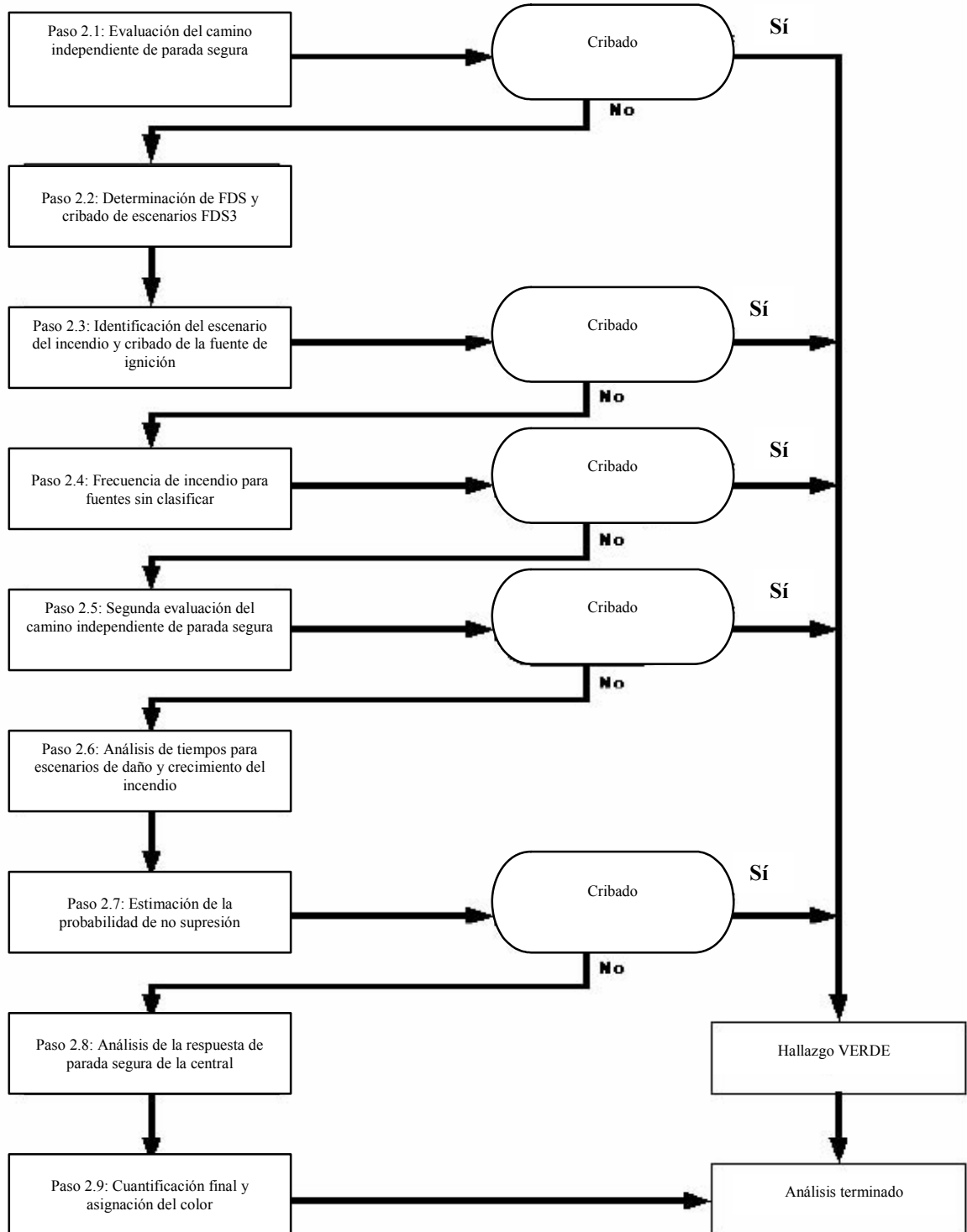
En la Fase 2 se realiza una evaluación cuantitativa del aumento de la frecuencia de daño al núcleo (CDF) debida a un hallazgo. En esta fase se realiza un análisis de nueve pasos, según se muestra en la figura F.2. Cada paso representa la introducción de nuevos detalles y/o el refinamiento de los resultados de los análisis previos.

El análisis de la Fase 2 incluye cinco cribados distintos. Cada vez que se desarrollan resultados de análisis nuevos o depurados, se realiza un cribado para determinar si se ha desarrollado una base suficiente para justificar la asignación de un nivel Verde de significación preliminar. Si en cualquier momento se cumplen los criterios del cribado cuantitativo, el análisis se considera completo y no se realizan los pasos siguientes.

**Figura F.1 - Diagrama de flujo de la Fase 1**



**Figura F.2 - Diagrama de flujo de la Fase 2**





### 6.3 HIPÓTESIS Y LIMITACIONES

Este documento describe una herramienta simplificada que proporciona una valoración, ligeramente conservadora, del orden de magnitud de la significación para el riesgo de los hallazgos de inspección relacionados con el programa de protección contra incendios. El SDP de protección contra incendios es una herramienta que los inspectores del CSN pueden usar fácilmente para obtener una valoración de la significación para el riesgo de un hallazgo.

El planteamiento del SDP para protección contra incendios tiene varias hipótesis y limitaciones intrínsecas. En la *Guía adicional / Base técnica* del anexo F (IMC 0308, Apéndice F, Anexo 3) se incluye una discusión más detallada de estas hipótesis y limitaciones:

El SDP para protección contra incendios evalúa los cambios en la CDF (frecuencia de daño al núcleo) y no en la LERF (frecuencia liberaciones grandes y tempranas) como medida de significación para el riesgo.

El enfoque para la cuantificación y los métodos de análisis utilizados en este SDP para protección contra incendios se basan principalmente en los métodos de análisis de los APS de incendios existentes. Como tales, los métodos también se ven limitados por el estado del arte actual de la metodología de los APS de incendios.

El SDP para protección contra incendios se centra en los riesgos causados por las condiciones degradadas del programa de PCI durante operación a potencia de una central nuclear. Esta herramienta no trata la significación potencial para el riesgo de los hallazgos de una inspección en otros modos de operación (es decir, baja potencia o parada).

Con el objeto de simplificar los métodos de APS para incendios existentes, y en el contexto de la Fase 2 del SDP para protección contra incendios, se ha llegado a ciertos acuerdos sobre la complejidad de los análisis. Con este proceso se pretende obtener estimaciones del orden de magnitud de la significación para el riesgo. Sin embargo, se reconoce que los métodos de análisis probabilista de incendios en general mantienen una incertidumbre considerable. Con el SDP para protección contra incendios se procura minimizar el número de errores en la categorización de hallazgos.

El SDP para protección contra incendios excluye los hallazgos asociados con la actuación de la brigada contra incendios o la sección de bomberos del emplazamiento.

El método de cribado cuantitativo de la Fase 2 del SDP para protección contra incendios incluye unos criterios para incorporar los modos de fallo de circuitos inducidos por el fuego y los efectos ya conocidos en el análisis del SDP. Sin embargo, el SDP está pensado para apoyar la evaluación de problemas conocidos sólo en el contexto de un área de fuego individual. La búsqueda y evaluación sistemática en toda la central quedan fuera del alcance del SDP de protección contra incendios.

Actualmente el documento no incluye un tratamiento específico de incendios en la sala de control principal. El proceso de la Fase 2 puede utilizarse para estos incendios, pero se recomienda realizar consultas adicionales para la realización de dicho análisis.

Actualmente el documento no incluye un tratamiento específico de incendios que lleven al abandono de la sala de control principal, ya sea por incendio en dicha sala o por incendio en

otras áreas de fuego. El proceso de la Fase 2 puede tratar estos escenarios, pero se recomienda realizar consultas adicionales para la realización de dicho análisis.

#### 6.4 FASE 1 DEL SDP PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: CLASIFICACIÓN CUALITATIVA

Se iniciará la clasificación cualitativa de la Fase 1 cuando se cumplan los siguientes puntos:

- El hallazgo de inspección muestra claramente una deficiencia en la actuación del Titular.
- En la explicación de la deficiencia en la actuación del Titular se debe tratar la no conformidad con cualquier requisito aplicable de las bases de licencia. El análisis del SDP no debería seguir adelante si la condición de la característica de protección contra incendios se aprobó específicamente en el Estudio Final de Seguridad (EFS) durante el proceso de licencia de PCI.
- El hallazgo se considera “mayor que menor”, según los criterios del procedimiento PA.IV.204.

Las hojas de trabajo para registrar la revisión de la Fase 1 del SDP para protección contra incendios se incluyen en el Anexo 1.

#### **Paso 1.1 - Asignación de la categoría del hallazgo**

Se asigna una categoría al hallazgo según el elemento del programa de PCI de la central que resulte afectado por el mismo. A continuación se ilustran algunos ejemplos de hallazgos específicos aplicables a cada categoría de hallazgos:

<b>Tabla 1.1.1 - Ejemplos de categorías de los hallazgos</b>	
<b>Categoría del hallazgo</b>	<b>Elementos del programa de PCI cubiertos en cada categoría</b>
Parada fría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hallazgos relacionados con la capacidad para lograr y mantener la parada fría</li> </ul>
Prevención de incendios y controles administrativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de control de materiales combustibles de la central</li> <li>• Otros controles administrativos, como los programas de permisos de trabajo</li> <li>• Vigilancia de incendios en trabajos en caliente</li> <li>• Vigilancia de incendios periódica o continua</li> <li>• Programas de formación y entrenamiento</li> <li>• Documentación de cumplimiento (registros, MD, etc)</li> </ul>

<b>Tabla 1.1.1 - Ejemplos de categorías de los hallazgos</b>	
<b>Categoría del hallazgo</b>	<b>Elementos del programa de PCI cubiertos en cada categoría</b>
Sistemas fijos de protección contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas fijos de detección de incendios</li> <li>• Sistemas fijos de extinción de incendios (automáticos o manuales)</li> <li>• Patrulla de vigilancia de incendios como medida compensatoria durante la indisponibilidad o degradación de un sistema fijo de protección contra incendios</li> </ul>
Confinamiento de incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de la barrera resistente al fuego (RF) que separan un área de fuego de la otra</li> <li>• Sellado de penetraciones</li> <li>• Cortinas de agua</li> <li>• Compuertas resistentes al fuego y humos</li> <li>• Puertas resistentes al fuego (RF)</li> </ul>
Protección pasiva localizada de cables o componentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características físicas de la protección pasiva instalada para protección térmica/contra incendios de cables, conducciones de cables o componentes individuales</li> <li>• Barreras RF en conducciones de cables o componentes (p.ej. cubrimientos de cables)</li> <li>• Escudos a la radiación térmica de conducciones de cables o componentes</li> <li>• Separación espacial (p.ej. según la sección III.G.2 del apéndice R)</li> </ul>
SSD tras incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas o funciones identificados en el análisis de parada segura tras el incendio</li> <li>• Sistemas o funciones necesarias para la parada segura tras el incendio</li> <li>• Lista de componentes de SSD tras incendio (p.ej. si está completa)</li> <li>• Análisis de SSD tras incendio (p.ej. si está completo)</li> <li>• Procedimientos de respuesta de la central tras el incendio</li> <li>• Parada alternativa (p.ej. acciones manuales)</li> <li>• Parada remota y abandono de sala de control</li> <li>• Efectos y modos de fallo de circuitos (p.ej. casos de operación espuria)</li> </ul>

El objetivo del SDP es, en cualquier caso, estimar el incremento de la probabilidad acumulada de daño al núcleo debida a la existencia del hallazgo, por lo que el proceso no debería influir en el resultado. En el caso de que existan dudas en cuanto a qué categoría asignar al hallazgo, se debería realizar la evaluación con cada una de las categorías candidatas y seleccionar el resultado más conservador si fuesen diferentes.

### Paso 1.2 - Asignación de un nivel de degradación

Se asigna un nivel de degradación que refleje la severidad de la deficiencia observada. Los hallazgos son, en general, clasificados dentro de un nivel de degradación “Bajo”, “Moderado” o “Alto” del elemento del programa de PCI afectado. En el Anexo 2 puede encontrarse una guía de nivel de degradación específica para varios elementos del programa de PCI.

- Una degradación BAJA refleja un elemento del programa de PCI cuyo rendimiento y fiabilidad se verán levemente afectados por el hallazgo de inspección. Es decir, se espera que el sistema, la característica o la disposición afectada por el hallazgo muestre prácticamente el mismo nivel de eficacia y fiabilidad que hubiera tenido sin la degradación.
- Una degradación MODERADA implica que existe un elemento del programa de PCI que muestra una degradación significativa que afectará al rendimiento y/o a la fiabilidad. Sin embargo, todavía se espera que el elemento afectado por el hallazgo proporcione algún beneficio importante de DEP, a pesar de la deficiencia observada (para algunos elementos de DEP, las degradaciones moderadas pueden a su vez subdividirse, p.ej., Moderada A y Moderada B)
- Una degradación ALTA implica que el rendimiento o la fiabilidad del elemento del programa de PCI está gravemente degradado, de modo que se espera poco o ningún beneficio para la protección contra incendios. Una degradación alta implica que no se dará crédito a este elemento al cuantificar la significación para el riesgo

### Paso 1.3 - Cribado cualitativo inicial

#### Tarea 1.3.1: Cribado cualitativo para todas las categorías de hallazgos

Para los hallazgos de todas las categorías, se clasifica el hallazgo de acuerdo con las siguientes preguntas:

¿Se le asignó un nivel de degradación BAJO al hallazgo?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No – continuar con la siguiente pregunta.

¿Afecta el hallazgo sólo a la capacidad de alcanzar y mantener las condiciones de parada fría?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con el Paso 1.4, a no ser que la categoría del hallazgo sea “Confinamiento de incendio”, en cuyo caso pasar a la Tarea 1.3.2.

#### Tarea 1.3.2: Cribado adicional para hallazgos de confinamiento de incendio

Si la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1 es “Confinamiento de incendio” y el nivel de degradación asignado en el Paso 1.2 es “Moderado”, realizar un cribado cualitativo adicional de acuerdo con las siguientes preguntas. En caso contrario, continuar con el Paso 1.4.

Los criterios de cribado se expresan en términos de características de PCI para las áreas de fuego “origen” y “expuestas”. El área de fuego “origen” es aquella en la que se supone que ha comenzado el incendio. El área “expuesta” es el espacio contiguo que puede verse afectado si el incendio se propaga desde el área origen, a través de una barrera RF intermedia, hasta el área expuesta.

En su condición degradada, ¿ofrecerá la barrera una clasificación de resistencia al fuego de 2 horas o mayor?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta

¿Existe algún sistema gaseoso de extinción automática de incendios mediante inundación de la sala que no esté degradado en el área de fuego origen?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta.

¿Existe algún sistema de extinción automática de incendios con agua para toda el área de fuego origen que no esté degradado o que esté menos que moderadamente degradado?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta.

¿Puede determinarse que el área de fuego expuesta no contiene potenciales blancos de daño que no se encuentren en el área de fuego origen? (los blancos de daño pueden incluir componentes de parada segura tras el incendio u otros componentes de la central cuya pérdida pueda exigir ir a parada segura (p.ej. un disparo de planta))

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta.

¿Cuentan todos los blancos de daño (tal y como se definen en la pregunta 4) con barreras de protección pasiva resistente al fuego, con una degradación menor que moderada, y que ofrezcan una resistencia mínima al fuego de 20 minutos?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta.

¿Existe algún sistema de agua de extinción automática de incendios en el área de fuego de exposición que no esté degradado o que esté menos que moderadamente degradado y están todas las fuentes de ignición fijas o in situ incluidas en la zona de cobertura de este sistema?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta.

¿Proporciona la barrera degradada un mínimo de 20 minutos de resistencia al fuego, y están las fuentes de ignición fijas o in situ y los combustibles o materiales inflamables situados de forma que, incluso teniendo en cuenta la propagación del fuego a combustibles secundarios, la barrera o el elemento de la barrera degradado no se vea sujeto a la acción directa del fuego?

Si la respuesta es Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.

Si la respuesta es No - continuar con el Paso 1.4

### Paso 1.4 - Cribado cuantitativo inicial

En el Paso 1.4 se consideran dos factores cuantitativos: la frecuencia total de incendio para el área de fuego que se analiza y el factor de duración del hallazgo. Si el producto de estos dos factores es lo bastante pequeño, el hallazgo puede clasificarse como Verde sin más análisis.

#### Tarea 1.4.1: Asignación de un factor de duración al hallazgo

Se le asigna un factor de duración (DF) basado en el periodo de tiempo durante el que ha estado o estará presente la degradación observada (es decir, la duración de la degradación). El factor de duración se determina a partir de la tabla incluida a continuación. El factor de duración se emplea en los análisis de la Fase 1 y de la Fase 2.

Tabla 1.4.1 - Factores de duración	
Duración de la degradación	Factor de duración (DF)
< 3 días	0,01
3 - 30 días	0,1
> 30 días	1,0

#### Tarea 1.4.2: Estimación de la frecuencia de incendio en el área de fuego

La frecuencia de incendio para el área o las áreas de fuego afectadas por un hallazgo se estima usando la Tabla 1.4.2 y las directrices que se ofrecen a continuación. Para el cribado de la Fase 1, la frecuencia de incendio se estima según la frecuencia de incendio en toda el área, y no según la frecuencia de incendio de algún riesgo específico dentro del área, salvo en el caso que se describe más abajo. Se pretende que la frecuencia de incendio asignada en esta tarea englobe de forma conservadora todos los riesgos del área de fuego que se analiza.

Para ciertos tipos de hallazgos específicos, la estimación de la frecuencia de incendio en las fuentes de ignición está limitada. Estos casos son los siguientes:

- Hallazgos relacionados con trabajos en caliente (p.ej. una vigilancia de incendios degradada en lugares donde se realizan trabajos en caliente, o falta de medidas adecuadas para prevención/mitigación de incendios durante la realización trabajos en caliente)

Si el hallazgo está en contra del programa de controles administrativos y está asociado con el permiso para la realización de trabajos en caliente o con los elementos de vigilancia de incendios del programa, sólo se considerará el potencial de incendios de los trabajos en caliente. No es necesario considerar los incendios iniciados por las fuentes de ignición fijas o presentes, ya que la contribución al riesgo de dichos incendios no cambia la dada por un hallazgo contrario a los programas de control de trabajos en caliente. Cabe señalar que los incendios iniciados por trabajos en caliente pueden suponer la ignición o la propagación de un material combustible presente o transitorio (p.ej. cables, basura o materiales almacenados), pero la fuente de ignición del incendio es la actividad de trabajos en caliente en sí.

- Violaciones del programa de control de combustible

Si el hallazgo es contrario al programa de controles administrativos y está asociado con los elementos de control de material combustible de dicho programa, sólo será necesario considerar los incendios iniciados en o por los materiales combustibles transitorios. De nuevo, no es necesario tener en cuenta los incendios iniciados por las fuentes de ignición fijas o in situ, ya que la contribución al riesgo de tales incendios no cambia la dada por un hallazgo contrario a los programas de control de materiales combustibles. Cabe señalar que los incendios iniciados en un material transitorio pueden propagarse a los materiales combustibles presentes (p.ej. cables o un cuadro eléctrico adyacente), pero la fuente de ignición del incendio es el material combustible transitorio.

<b>Tabla 1.4.2 - Frecuencias de incendio genéricas en las áreas de fuego</b>	
<b>Identificador de sala / Hallazgos específicos limitados</b>	<b>Frecuencia genérica de incendio</b>
Edificio auxiliar (PWR)	4E-2
Sala de baterías	4E-3
Sala de cables - Sólo cables	2E-3
Sala de cables - Cables más otros equipos eléctricos	6E-3
Galería de cables o área de túnel - Sólo cables	2E-3
Galería de cables o área de túnel - Cables más otros equipos eléctricos	6E-3
Contención - PWR o BWR no inerte	1E-2
Edificio del generador diesel de emergencia	3E-2
Estructura de toma	2E-2
Sala de control principal	8E-3
Área de residuos radiactivos	1E-2
Edificio del reactor (BWR)	9E-2
Sala de conmutadores	2E-2
Parque de transformadores	2E-2
Edificio de turbinas - Pedestal principal (por unidad)	8E-2
Sólo para trabajos en caliente	2E-2
Sólo para el programa de control de combustible	5E-2

#### Tarea 1.4.3: Cribado

Para obtener un valor inicial de CDF ( $\Delta CDF_{1,4}$ ) para el cribado de Fase 1 se multiplica la frecuencia de incendio del área de fuego de la Tarea 1.4.2 por el factor de duración de la Tarea 1.4.1 *Como la probabilidad de no extinción y la CCDP (probabilidad condicional de*

daño al núcleo) no se han considerado todavía, no se incluyen en la fórmula, pero se supone un valor de 1.0.

$$\Delta CDF_{1,4} = F_{\text{Area}} \times DF$$

Si el hallazgo afecta múltiples áreas de fuego, el valor CDF para el cribado inicial de Fase 1 se basa en la suma de la frecuencia de incendio para todas las áreas de fuego afectadas, de la siguiente forma:

$$\Delta CDF_{1,4} = (\sum F_{\text{Area}}) \times DF$$

$\Delta CDF_{1,4}$  se compara con los valores de la Tabla 1.4.3. Como se ve en la tabla, la clasificación depende de la categoría del hallazgo y del nivel de degradación asignado.

<b>Tabla 1.4.3 - Criterios de cribado cuantitativo de Fase 1</b>		
<b>Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)</b>	<b><math>\Delta CDF_{1,4}</math> Criterios de cribado</b>	
	<b>Degradación moderada</b>	<b>Degradación alta</b>
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5	
Protección de cables o componentes localizada	1E-5	
Parada segura tras incendio	1E-6	

- Si  $\Delta CDF_{1,4}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla 1.4.3, el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis (no se requiere el análisis de la Fase 2)
- Si  $\Delta CDF_{1,4}$  es mayor o igual que el valor correspondiente de la Tabla 1.4.3, el hallazgo no se clasifica como Verde y el análisis continua con la Fase 2

#### 6.5 FASE 2 DEL SDP PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: CLASIFICACIÓN CUANTITATIVA

En el Anexo 1, a partir de la página 67/158, se incluyen las hojas de trabajo para registrar la revisión de la Fase 2 del SDP para protección contra incendios. Para preparar el análisis, se solicitará y revisará la siguiente documentación de licencia:

- El análisis de riesgos de incendios del Titular para las áreas de fuego que se van a evaluar.
- El análisis de parada segura tras incendio para las áreas de fuego que se van a evaluar.
- Las listas de los circuitos requeridos y asociados del Titular.
- Los procedimientos de operación tras incendio aplicables a las áreas de fuego que se van a evaluar.



- Documentación de cualquier desviación o exención aprobada por el CSN que sea relevante para las áreas de fuego que se van a evaluar.

### **Paso 2.1 - Evaluación del camino independiente de parada segura**

#### Tarea 2.1.1: Identificación del camino designado (libre de incendio) de parada segura tras incendio

Identificar el camino designado de parada segura tras incendio para la(s) área(s) de fuego que se estén analizando. Todas las áreas de fuego de la planta, debería tener dicho camino identificado como parte del programa de protección contra incendios. La parada segura identificada debe cumplir los siguientes criterios para su consideración dentro de esta etapa del análisis de Fase 2:

- El camino de parada segura debe identificarse como el camino designado de parada segura tras incendio en el programa de protección contra incendios de la central
- El camino de parada segura debe apoyarse en un análisis de parada segura tras incendio que sea coherente con los requisitos reguladores
- El uso del camino de parada segura debe estar documentado e incluido en los procedimientos de operación de la planta

#### Tarea 2.1.2: Evaluación del factor de indisponibilidad para el camino de parada segura tras incendio identificado

Asignar un factor de indisponibilidad al camino de parada segura identificado, en el estado comprobado al principio. Los factores de indisponibilidad total a aplicar para la estimación de la CCDP se muestran en la Tabla 2.1.1.

Hay que tener en cuenta las siguientes advertencias en relación a las acciones manuales para la estimación de la CCDP:

- No se da crédito a las acciones manuales afectadas por los efectos del fuego, como el humo o las altas temperaturas, o por la descarga de sistemas de extinción de incendios fijos de dióxido de carbono
- Sólo se da crédito a las acciones manuales identificadas de forma específica en los correspondientes procedimientos de la central
- Cualquier crédito otorgado a las acciones manuales se compara con el crédito del equipo con el que están asociadas, y se usa el valor más conservador
- Si existe alguna duda sobre la viabilidad / fiabilidad de la ejecución de las acciones manuales, el factor de indisponibilidad de la parada segura se toma igual a 1,0

<b>Tabla 2.1.1 - Valores de indisponibilidad total del camino de parada segura, para la estimación de la CCDP</b>	
<b>Tipo de capacidad de mitigación restante</b>	<b>Factor de indisponibilidad</b>
<u>1 tren automático de vapor (ASD)</u> : Un grupo de equipos asociados que incluye un componente impulsado por una turbina para proporcionar el 100% de una función de seguridad específica (p. ej. agua de alimentación auxiliar). Se supone que la probabilidad de que este tren esté indisponible debido a fallo, prueba o mantenimiento es 0,1, cuando se considera “capacidad de mitigación restante”.	0,1
<u>1 tren</u> : Un grupo de equipos asociados (p.ej. bombas, válvulas, conmutadores, etc.) que juntos pueden proporcionar el 100% de una función de seguridad específica. La probabilidad de que este equipo esté indisponible debido a fallo, prueba o mantenimiento es del 1E-2 aproximadamente, cuando se considera “capacidad de mitigación restante”.	0,01
<u>Crédito a la acción del operador</u> : Acciones principales realizadas por operadores durante escenarios de accidente (p.ej. eliminación de calor residual mediante feed and bleed, etc.). A estas acciones se les da crédito según tres categorías de probabilidad de error humano (HEP). Estas categorías son: acción del operador = 1,0, en la que no se le da ningún crédito; acción del operador = 0,1, en la que se le da una probabilidad de fallo entre 5E-2 y 0,5; acción del operador = 0,01, en la que se le da una probabilidad de fallo entre 5E-3 y 5E-2. El crédito se basa en el cumplimiento de los siguientes criterios: (1) hay suficiente tiempo disponible; (2) las condiciones ambientales permiten el acceso cuando se necesite; (3) existen procedimientos que describen las acciones de operador apropiadas; (4) se lleva a cabo formación sobre los procedimientos existentes en condiciones similares; y (5) cualquier equipo necesario para realizar estas acciones está disponible y listo para su uso.	1,0, 0,1 ó 0,01

### Tarea 2.1.3: Evaluación de la independencia del camino de parada segura identificado

Para dar crédito a cualquier camino de parada segura antes del desarrollo de escenarios de daño específicos, resulta necesario verificar que existe un alto nivel de independencia. Una vez que se ha identificado el camino designado de parada segura tras incendio, se verificarán las siguientes características de este camino de parada segura:

- El Titular ha identificado y analizado las estructuras, sistemas y componentes de parada segura necesarios para llevar a cabo con éxito la operación del camino de parada segura
- El Titular ha identificado y analizado las estructuras, sistemas y componentes que pueden causar una operación errónea del camino de parada segura (p.ej. los circuitos requeridos y asociados)
- El Titular ha evaluado las acciones manuales necesarias para llevar a cabo con éxito la operación del camino de parada segura y ha determinado que las acciones son factibles

- Todas las acciones manuales tienen lugar fuera del área de fuego que se está analizando
- El Titular ha realizado un análisis de circuitos aceptable
- Se han identificado todos los problemas conocidos sin resolver relacionados con el análisis de circuitos que pudieran afectar de forma negativa a la funcionalidad del camino de parada segura designado
- Ningún problema conocido de análisis de circuitos (p.ej. un problema de operación espuria conocido) relacionado con los cables expuestos tendrá potencial para poner en peligro la funcionalidad del camino de parada segura identificado
  - a. Los cables dentro del área de fuego que se analiza no se consideran expuestos si están protegidos mediante un cubrimiento RF de conducciones eléctricas no degradado con una clasificación de resistencia al fuego de al menos 3 horas
  - b. Los cables dentro del área de fuego que se analiza no se consideran expuestos si están protegidos mediante un cubrimiento RF de conducciones eléctricas con una clasificación de resistencia al fuego de al menos una hora, si el área cuenta con capacidad de detección y extinción automáticas, y si ninguno de estos elementos se ha degradado
  - c. Los cables de las áreas contiguas al área de fuego no se consideran expuestos si la barrera RF que separa el área contigua del área de fuego que se analiza no está degradada
  - d. Si la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1 ha sido “Confinamiento de incendio”, los cables situados en el área de fuego contigua se consideran expuestos, a no ser que estén protegidos mediante una barrera RF localizada y no degradada, con una clasificación de resistencia al fuego de al menos una hora
- Se ha identificado la estrategia de cumplimiento del Titular para la separación de circuitos de parada segura redundantes (es decir, en el contexto del Apéndice R, Sección III.G.2). Si la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1 es “Confinamiento de incendio”, se identifica cualquier componente o cable de circuito necesario o asociado que se encuentre en el área de fuego contigua, separado por el elemento RF degradado. Además, se identifica cualquier protección contra incendios adicional (es decir, aparte de la separación del elemento degradado) que se haya proporcionado para dichos cables o componentes
- Un segundo aspecto de la comprobación de independencia depende de la naturaleza de la protección contra incendios que se haya proporcionado para el camino de parada segura designado (es decir, en el contexto de 10CFR50, Apéndice R, Sección III.G.2). La Tabla 2.1.2 ofrece una matriz de criterios de independencia para las opciones principales de III.G.2.

<b>Tabla 2.1.2 - Criterios para la comprobación de la independencia del camino de parada segura</b>	
<b>Sección III.G.2, cumplimiento del camino de parada segura con algunas de las alternativas del Apéndice R</b>	<b>Paso 2.1: Criterios de independencia del camino (deben cumplirse todos los criterios para una alternativa dada)</b>
Separación física en un área de fuego	<ul style="list-style-type: none"> <li>El límite del área de fuego que separa el camino de parada segura no se ve afectado por el hallazgo analizado</li> </ul>
Separación mediante una barrera RF localizada con clasificación de 3 horas (p.ej. una cubrimiento de conducción eléctrica)	<ul style="list-style-type: none"> <li>El rango de cualificación de la barrera RF no se cuestiona, y</li> <li>La barrera RF que protege el tren redundante no se ve afectada por el hallazgo</li> </ul>
Separación mediante una barrera RF localizada con clasificación de 1 hora (p.ej. un cubrimiento de conducción eléctrica), más una cobertura de detección y extinción automáticas de incendios en el área de fuego	<ul style="list-style-type: none"> <li>La capacidad de la barrera RF no se cuestiona,</li> <li>La barrera RF que protege el tren redundante no se ve afectada por el hallazgo,</li> <li>El sistema de detección de incendios no se ve afectado por el hallazgo, y</li> <li>El sistema de extinción de incendios no se ve afectado por el hallazgo</li> </ul>
Separación espacial u otros medios de protección (p.ej. exenciones, desviaciones, fiabilidad de la parada remota)	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se le dará crédito al camino de parada segura hasta haber ajustado más los escenarios de incendio del SDP</li> </ul>

Si el camino designado de parada segura tras incendio cumple los criterios de independencia física establecidos, se considerará su indisponibilidad para todos los escenarios de incendio:  $CCDP_{2.1.3} = CCDP_{2.1.2} = (\text{Factor de indisponibilidad de parada segura})$ .

Si no se cumple alguno de los criterios de independencia, no se dará crédito al camino de parada segura (es decir,  $CCDP_{2.1.3} = 1,0$ ).

*NOTA: Los pasos del 2.5 al 2.7 incluyen la posibilidad de dar crédito al camino de parada segura en el contexto de escenarios de incendio específicos y de niveles de daño producidos por el fuego (FDS) específicos. Por lo tanto, las estimaciones de indisponibilidad para el camino de parada segura especificado no deberían descartarse, aunque no se apliquen en esta fase del análisis. Los resultados deberían guardarse para su posible uso en estos últimos pasos.*

#### Tarea 2.1.4: Cribado

Si al camino identificado de parada segura se le ha asignado un factor de indisponibilidad igual a 1,0 de  $CCDP_{2.1.3}$  o  $CCDP_{2.1.2}$ , continuar con el Paso 2.2. La Tarea 2.1.4 no proporcionará un beneficio añadido a la clasificación del Paso 1.4. De lo contrario, multiplicar el factor de duración (de la Tarea 1.4.1) por la suma de las frecuencias de incendio

del área de fuego (de la Tarea 1.4.2) y por el factor de indisponibilidad de la parada segura (CCDP<sub>2.1.2</sub>) para reobtener el valor de CDF ( $\Delta CDF_{2.1}$ ) del Paso 1 de la Fase 2:

$$\Delta CDF_{2.1} \approx DF \times (\Sigma F_{\text{Area}}) \times CCDP_{2.1.2}$$

$\Delta CDF_{2.1}$  se compara con los valores de la Tabla 2.1.3 o A1.2 (del anexo 1). El nivel de clasificación depende tanto de la categoría de hallazgo como de la clasificación de degradación asignada.

<b>Tabla 2.1.3 - Criterios de cribado cuantitativo del Paso 1 de la Fase 2</b>		
<b>Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)</b>	<b><math>\Delta CDF_{2.1}</math> Criterios de cribado</b>	
	<b>Degradación moderada</b>	<b>Degradación alta</b>
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5	
Cubrimiento RF de cables o componentes	1E-5	
Parada segura tras incendio	1E-6	

- Si  $\Delta CDF_{2.1}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla 2.1.3, el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- Si  $\Delta CDF_{2.1}$  es mayor o igual que el valor correspondiente de la Tabla 2.1.3, el hallazgo no se clasifica como Verde y el análisis continúa en el Paso 2.2

### **Paso 2.2 - Determinación de los daños producidos por el fuego**

Según la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1, se realiza un análisis para determinar los escenarios de daños producidos por el fuego (FDS) que corresponden.

El FDS es una etapa distinta del crecimiento y daños producidos por el incendio postulados en el desarrollo de los escenarios de incendio del SDP para protección contra incendios. Se definen cuatro niveles de daños producidos por fuego de la siguiente forma:

- FDS0: El fuego sólo daña la fuente de ignición y los combustibles iniciadores. En el SDP para incendios no se analiza el FDS0 como contribuyente al riesgo
- FDS1: El fuego produce daños en los componentes o cables no protegidos que se encuentran cerca de la fuente de ignición
- FDS2: El fuego se propaga a los componentes o cables sin protección dentro del área de fuego en la que se origina el incendio o a los componentes o cables protegidos por un sistema de barrera RF local degradado (p.ej. un cubrimiento de bandeja de cables degradado) o a componentes o cables protegidos por una barrera RF no degradada de una hora

- FDS3: El fuego se extiende a un área contigua al área de fuego donde se originó el incendio, en general, a causa de la propagación del fuego postulada a través de un elemento de barrera de fuego entre áreas (p.ej. pared, techo, suelo, compuerta, puerta, sello de penetración, etc.)

#### Tarea 2.2.1: Asignación del nivel de daño producido por el fuego (FDS) inicial

Se emplea la matriz de categorías de FDS / hallazgos de la Tabla 2.2.1 para identificar los FDS que deben mantenerse según la categoría asignada en el Paso 1.1.

<b>Tabla 2.2.1 - Matriz de categorías de FDS / hallazgos</b>			
<b>Tipo o categoría de hallazgo:</b>	<b>FDS1</b>	<b>FDS2</b>	<b>FDS3</b>
Prevención de incendios y controles administrativos	Mantener	Mantener	Mantener
Sistemas fijos de protección contra incendios	Mantener	Mantener	Mantener
Confinamiento de incendio	N/A	N/A	Mantener
Protección localizada de cables o componentes			
Con una degradación alta	Mantener <sup>(1)</sup>	Mantener	Mantener
Con una degradación moderada	N/A	Mantener	Mantener
Parada segura tras incendio	Mantener	Mantener	Mantener

*Nota 1: Si se trata de una barrera RF local muy degradada, los componentes / cables protegidos se consideran totalmente expuestos y pueden suponerse dañados en los escenarios FDS1, dependiendo de su proximidad a la fuente de ignición.*

#### Tarea 2.2.2: Cribado de los escenarios FDS3

Si la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1 es “Confinamiento de incendio”, se mantienen los escenarios de FDS3 y se continúa el análisis con el Paso 2.3. En todas las demás categorías de hallazgo hay que realizar un cribado de los escenarios de FDS3, basado en las siguientes preguntas. Si se descartan los escenarios de FDS3, la tarea de análisis posterior para dicho hallazgo no tendrá que tener en cuenta ningún escenario de fuego de FDS3.

Los criterios de cribado se expresan en términos de características de protección contra incendios para las áreas “origen del incendio” y “expuestas”. El área de fuego “origen” es el área en la que se supone que ha comenzado el incendio. El área “expuesta” es el espacio contiguo que puede verse afectado si el incendio se propaga desde el área origen al área expuesta a través de una barrera RF entre áreas.

¿La barrera RF no degradada que separa el área origen y el área expuesta tiene un rango de resistencia al fuego de 2 horas o superior?

Si la respuesta es Sí - los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta

¿Existe algún sistema gaseoso de extinción automática de incendios mediante inundación que no esté degradado en el área de fuego origen o en el área de fuego expuesta?

Si la respuesta es Sí - los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3.

Si la respuesta es No – continuar con la siguiente pregunta

¿Existe algún sistema de extinción automática de incendios por agua para toda el área de fuego “origen” o “expuesta” que no esté degradado o con degradación baja?

Si la respuesta es Sí - los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta

¿Puede determinarse que el área de fuego expuesta no contiene blancos potencialmente afectados redundantes de los ubicados en el área de fuego origen? Los blancos de daño pueden incluir componentes de parada segura tras incendio u otros componentes de la central cuya pérdida pueda exigir una parada segura (p.ej. un disparo de planta)

Si la respuesta es Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3.

Si la respuesta es No – continuar con la siguiente pregunta

Si el área de fuego expuesta contiene componentes de parada segura tras incendio o componentes cuyo fallo inducido por el fuego pueda exigir parada segura, ¿están todos estos componentes situados al menos a 6,1m de distancia de la barrera RF intermedia, y/o cuentan con protección pasiva contra incendios con un rango de resistencia al fuego mínimo de una hora?

Si la respuesta es Sí - los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el paso 2.3.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta

¿Existe un sistema automático de extinción de incendios por agua de cobertura parcial en el área origen y están todas las fuentes de ignición de fuego fijas o presentes incluidas en la zona de cobertura de este sistema?

Si la respuesta es Sí - los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3.

Si la respuesta es No - continuar con la siguiente pregunta

¿Proporciona la barrera degradada un mínimo de 20 minutos de resistencia al fuego, y están las fuentes de extinción de fuego presentes o fijas y los materiales combustibles o inflamables situados de forma que, hasta teniendo en cuenta la propagación del fuego a combustibles secundarios, la barrera degradada no se vea afectada por la acción directa del fuego?

Si la respuesta es Sí - los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3.

Si la respuesta es No - mantener los escenarios FDS3 y continuar el análisis con el Paso 2.3

### **Paso 2.3 - Identificación del escenario de incendio y cribado de la fuente de ignición**

En este paso se realiza un cribado para eliminar (descartar) las fuentes de ignición que no dan lugar a que el fuego se propague a combustibles secundarios y que no puedan causar daños a uno o más componentes / cables del área de fuego. Las fuentes de ignición que se descartan no se analizan más y se excluyen de la frecuencia de incendio del área de fuego. Para las fuentes de ignición no descartadas, se identifican los escenarios específicos de crecimiento y daños del incendio (combinaciones de conjuntos de fuentes de ignición y blancos de daño) que corresponden a cada FDS aplicable. En el Anexo 3 se incluyen las directrices para identificar los escenarios de crecimiento y daños del incendio.

### Tarea 2.3.1: Identificación y recuento de fuentes de ignición

Se identifican las fuentes de ignición para los escenarios de incendio dentro de las áreas de fuego que se estén evaluando. Las fuentes de ignición se agrupan por tipo o según la clasificación general predefinida en la Tabla A1.3 del Anexo 1. A cada fuente de ignición se le asigna uno, y sólo uno, de los grupos de fuente de ignición identificados. Cada tipo de fuentes de ignición cuenta con su correspondiente caracterización de escenario de incendio, tal y como se identifica en la Tabla A4.1 del Anexo 4. La catalogación de las fuentes de ignición incluye un recuento del número de fuentes de ignición presentes de cada tipo.

Si un hallazgo está relacionado con la degradación de partes específicas de un sistema de extinción de incendios de agua, puede resultar apropiado limitar la búsqueda de fuentes de ignición a aquellas fuentes cuya cobertura se ve afectada por la degradación específica.

Un escenario de fuente de ignición aplicable a todas las áreas de la planta es el de los incendios de combustibles transitorios (p.ej. basura, residuos, materiales de almacenamiento temporal, etc.)

*NOTA: En el caso específico de hallazgos categorizados como “Confinamiento de incendio” en el Paso 1.1, deben identificarse y contarse las fuentes de ignición ubicadas en AMBOS lados de la barrera degradada. Es decir, el alcance de la Tarea 2.3.1 y de los pasos siguientes se amplía para abarcar dos o más áreas de fuego; y, en concreto, aquellas áreas de fuego que se separen mediante los elementos de barrera RF degradados.*

Para la mayoría de las fuentes de ignición, la frecuencia de incendio se proporciona por componente. Sin embargo, para cables no cualificados, transitorios y trabajos en caliente, se realiza una clasificación de probabilidad baja, media o alta. Las directrices para asignar estas clasificaciones se encuentran en el Anexo 4.

- Cables no cualificados: Se pueden encontrar cables por casi todas partes de una central nuclear, y constituyen el centro principal de un análisis de riesgos de incendio. Para calcular la frecuencia de incendio, cada área se cuantifica según la cantidad de cables no cualificados que contiene.
- Transitorios: La asignación de un rango de probabilidad de incendio transitorio se centra en los siguientes factores:
  - Frecuencia de paso del personal general de la central que circula por un área
  - Ocupación normal durante las operaciones a potencia
  - Frecuencia de actividades de mantenimiento realizadas en el área
  - Prácticas de almacenamiento para materiales transitorios
  - Restricciones impuestas por los controles administrativos
- Trabajos en caliente: El mismo nivel de probabilidad asignado al área de fuego para incendios transitorios se usa también como nivel de probabilidad inicial para trabajos en caliente. Sin embargo, pueden tenerse en cuenta las condiciones específicas de la central si dicha información está disponible, y puede asignarse un nivel de probabilidad alternativo para trabajos en caliente, según resulte apropiado.



Si se puede dar crédito a cualquiera de las siguientes medidas compensatorias para reducir la frecuencia de incendios de combustibles transitorios o de trabajos en caliente para el área de fuego que se analiza, asignar un factor de ajuste de medidas compensatorias de 0,0 a los escenarios de fuente de ignición apropiados:

- Para la frecuencia de incendios de combustibles transitorios: Existe un sistema de control de combustible con frecuentes rondas de vigilancia (al menos una por turno), y una revisión de que los informes de vigilancia no muestran combustibles almacenados de forma inadecuada. No debe haber informes de vigilancia que indiquen la existencia de materiales mal almacenados durante el periodo de exposición del hallazgo
- Para la frecuencia de incendios de trabajos en caliente: El área no ha sido utilizada para trabajos en caliente, tal y como se verifica a través de la revisión de los permisos de trabajos en caliente emitidos en el periodo de exposición del hallazgo

Si ninguna de las medidas compensatorias mencionadas está activa en el área de fuego que se analiza, no será necesario realizar ningún ajuste en la frecuencia de incendio. Si se puede probar que nunca se ha realizado trabajos en caliente ni se han encontrado combustibles transitorios en el área de fuego, no es necesario seguir desarrollando los escenarios de fuego correspondientes para completar el análisis de Fase 2.

Se proporcionan notas y directrices de recuento para cada grupo de fuentes de ignición. (Ver el Anexo 4 para consultar las directrices de recuento e información sobre otros aspectos del tratamiento de fuentes de ignición).

### Tarea 2.3.2: Caracterización de las fuentes de ignición

A cada fuente de ignición única identificada en la Tarea 2.3.1 se le asignarán niveles de intensidad del incendio, características de severidad del incendio y una localización de la fuente. Las fuentes de ignición se clasifican según dos tipos generales: simples o no simples.

- A las fuentes de ignición simples se les asignan las características de intensidad del incendio según una base genérica usando unas directrices predefinidas (ver Tabla 2.3.1). La mayoría de las fuentes de ignición fijas son simples. Para solucionar la incertidumbre en la severidad de las fuentes del incendio, cada fuente de ignición se asocia a dos valores de tasa de liberación de calor (HRR):
  - El valor más bajo de HRR refleja la severidad anticipada o esperada del incendio (incendio de percentil 75), y se asociará al 90% de los incendios (un factor de severidad de 0,9)
  - El valor más alto de HRR refleja una severidad de incendio con un alto límite de confianza (incendio de percentil 98), y se asociará al 10% de los incendios (un factor de severidad de 0,1)
- Las fuentes de ignición no simples son únicas o necesitan de la aplicación de información específica del caso. Estas fuentes de ignición no simples incluyen las siguientes:
  - Incendios de cables autoinflamables
  - Fallos de arco eléctrico (cortocircuitos) que pueden causar un incendio

- Incendios de combustible transitorio, cuando las condiciones nominales encontradas exceden los valores nominales de intensidad del incendio
- Incendios de trabajos en caliente
- Incendios por vertido de combustible líquido, incluidos los incendios en el grupo turbogenerador principal
- Incendios de hidrógeno

En el Anexo 5 se incluyen directrices para el tratamiento de fuentes de ignición no simples.

Tabla 2.3.1 – Tabla de caracterización general de los escenarios de incendios por tipos, según la intensidad del incendio						
Tamaño de incendio	Grupos genéricos de incendio con características simplificadas predefinidas					
	Incendio eléctrico pequeño	Incendio eléctrico grande	Transformadores interiores llenos de aceite	Fuentes de incendio muy grandes	Motores y calentadores	Combustibles sólidos y transitorios
70 kW	Incendio de percentil 75				Incendio de percentil 75	Incendio de percentil 75
200 kW	Incendio de percentil 98	Incendio de percentil 75			Incendio de percentil 98	Incendio de percentil 98
650 kW		Incendio de percentil 98	Incendio de percentil 75	Incendio de percentil 75		
2 MW			Incendio de percentil 98			
10 MW				Incendio de percentil 98		

A cada fuente de ignición le corresponde una ubicación única:

- Para la mayor parte de las fuentes de ignición, la ubicación asignada es obvia y corresponde a la ubicación de la fuente de ignición individual
- Para ciertos tipos de fuentes de ignición, las fuentes de ignición individuales del mismo tipo pueden agruparse para el análisis. Se asigna una ubicación para representar al grupo. La agrupación de fuentes de ignición suele aplicarse al análisis de incendios de paneles eléctricos. (Ver la sección 5.2.3.2 del documentote la NRC IMC 0308, Anexo 3, Apéndice F)
- Para ciertas fuentes de ignición, pueden aplicarse múltiples ubicaciones. Se trata de fuentes no fijas, como los incendios transitorios de combustibles, los incendios de trabajos en caliente, los incendios por vertido de aceite, y los incendios de cables autoinflamables

Tarea 2.3.3: Identificación de los blancos de daño o ignición más cercanos y vulnerables

Para cada escenario único de fuente de ignición se identificarán los blancos de ignición y/o daños, que serán:

- Materiales de combustión intermedios situados directamente sobre la fuente de ignición, que pueden quemarse directamente por las llamas y/o el penacho
- Materiales de combustión secundarios en línea directa con la fuente de ignición, que pueden quemarse mediante calentamiento directo por radiación
- Blancos de daño térmico (componentes o cables) situados directamente sobre la fuente de ignición, que pueden resultar dañados por los efectos de la zona de llama o el penacho
- Blancos de daño térmico (componentes o cables) en la línea directa con la fuente de ignición, que pueden resultar dañados por el calentamiento directo por radiación, y
- El blanco de daño térmico más frágil del área general de fuego (para consideraciones de exposición a la capa de gas caliente)

En la hoja de trabajo de la Tabla A1.4 del Anexo 1 se registrará cada blanco de ignición y/o daño, junto con la distancia a la que se encuentra de la fuente de ignición correspondiente.

La ignición y/o los daños de cualquier blanco causados por cualquier tipo de exposición al fuego bastan para no cribar una fuente de ignición. Por lo tanto, no es necesario examinar de forma exhaustiva todos los blancos o modos de exposición potenciales una vez que se ha identificado un blanco de daño o ignición y un modo de exposición.

En el Anexo 6 se incluyen directrices adicionales para la identificación de blancos, y sus criterios de ignición y daño.

Tarea 2.3.4: Cribado de fuentes de ignición

Evaluar el potencial de propagación / daños del incendio de cada fuente de ignición, mediante el uso de los gráficos de la zona de influencia (penacho y efectos radiantes) y de una correlación para predicción de temperatura de la capa de gas caliente.

Las fuentes de ignición se descartarán si cumplen los siguientes criterios:

La fuente de ignición no puede provocar la ignición de combustibles intermedios, y

La fuente de ignición no puede causar daños que correspondan a cualquiera de los escenarios de estado de daños de interés

Si una fuente de ignición no se descarta por cualquiera de sus condiciones de intensidad de incendio, se conservarán las características de intensidad superior e inferior para su consideración en los pasos siguientes del análisis.

En algunos casos, puede que se descarte la fuente de ignición por sus características de intensidad inferiores, pero no por sus características superiores de intensidad de incendio. En este caso, la fuente de ignición se mantiene, pero sólo con la intensidad superior.

El análisis puede eliminar ubicaciones potenciales de fuentes de incendio, en vez de eliminar la fuente de incendio en su totalidad. Por ejemplo, los incendios de combustibles transitorios

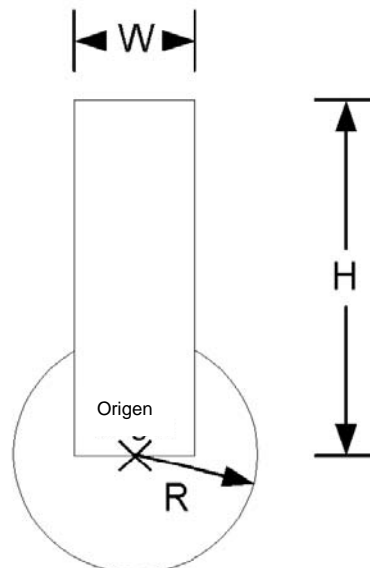
pueden mantenerse sólo en ubicaciones específicas como, por ejemplo, justo debajo o al lado de un blanco de ignición o daño. Se descartarán los incendios transitorios si no existen ubicaciones en los que el incendio pueda causar daños o propagarse. Si se identifica al menos una ubicación en la que los transitorios puedan causar daños o propagarse, se mantendrán el escenario de incendio transitorio.

De forma similar, se pueden eliminar algunos paneles eléctricos considerados no peligrosos, y mantener otros para continuar su análisis, según la proximidad a combustibles secundarios y/o blancos de daño. En esta situación, se realiza el recuento de paneles eléctricos a partir del recuento de paneles mantenidos.

#### Gráfico de la zona de influencia

El gráfico de zona de influencia se basa en la consideración de los efectos del penacho del incendio y del calor de radiación. El penacho del incendio se representa mediante un cilindro que se extiende sobre la fuente de fuego. El diámetro del cilindro ( $W$ ) se basa en el diámetro de la fuente de fuego en sí. La altura del cilindro se calcula según el umbral de temperatura de ignición para los blancos situados por encima de la fuente del incendio.

Las tablas que se incluyen a continuación (Tablas 2.3.2 a 2.3.4) proporcionan distancias críticas predefinidas de cables termoplásticos y termoestables, para alturas de penacho ( $H$ ) y distancias radiales ( $R$ ) de cada uno de los cinco niveles de intensidad discreta de incendio que corresponden a los tipos de fuentes de ignición simples. Si la distancia desde la fuente de incendio a los cables es mayor que el valor de la distancia de la tabla, los cables se encontrarán fuera de la zona de influencia para esa fuente. Los valores predefinidos se basan en una fuente puntual, pero la distancia crítica de la altura del penacho ( $H$ ) debería aplicarse en el límite del diámetro ( $W$ ) de la fuente de ignición en sí.



El origen se sitúa en la ubicación de incendio asignada. En general, se trata de la parte superior de la fuente de ignición en sí (por ejemplo, en la parte superior del paquete de combustible). Existen las siguientes excepciones:

- Para cabinas eléctricas, el origen estará 30,5 cm por debajo de la parte superior de la cabina
- Para incendios por vertido de aceite o combustible líquido, el origen se encontrará en el suelo, en el centro del vertido
- Para incendios transitorios, el origen se encontrará 61 cm por encima del suelo, en el centro de la ubicación postulada
- Para un incendio de hidrógeno o de otro gas, el origen se encontrará en el punto de liberación

**Para incendios en una zona abierta lejos de paredes y esquinas:**

<b>Tabla 2.3.2 - Valores calculados (en metros) para su uso en el gráfico de bolas y columnas de la zona de influencia, para incendios en áreas abiertas lejos de paredes</b>				
<b>HRR de incendio</b>	<b>Cables termoplásticos</b>		<b>Cables termoestables</b>	
	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>H</b>	<b>R</b>
70 kW	1,5	0,5	1,0	0,4
200 kW	2,2	0,9	1,6	0,6
650 kW	3,5	1,6	2,6	1,1
2 MW	5,5	2,9	4,0	2,0
10 MW	10,5	6,5	7,7	4,5

Los cálculos se basan en los siguientes criterios de daño:

- Cables termoplásticos: 204,5°C [subida de 162,7°C sobre ambiente] y 1,35 Kcal/m<sup>2</sup>s
- Cables termoestables: 330°C [subida de 288°C sobre ambiente] y 2,71 Kcal/m<sup>2</sup>s

Los parámetros del gráfico de zona de influencia también dependen de la ubicación del incendio y, en concreto, deben ajustarse para los incendios que se encuentren cerca de una pared o esquina. Para el análisis de Fase 2, se considera que un incendio está “cerca” de una pared si el límite exterior se encuentra a un máximo de 61cm de una pared, o que está “cerca” de una esquina si se encuentra a un máximo de 61cm de cada una de las paredes que la forman.

**Para un incendio situado cerca de una pared:**

<b>Tabla 2.3.3 - Valores calculados (en metros) para su uso en el gráfico de bolas y columnas de la zona de influencia, para incendios cerca de una pared</b>				
<b>HRR de incendio</b>	<b>Cables termoplásticos</b>		<b>Cables termoestables</b>	
	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>H</b>	<b>R</b>
70 kW	1,9	0,7	1,4	0,5
200 kW	2,9	1,3	2,1	0,9
650 kW	4,6	2,3	3,4	1,6

2 MW	7,3	4,1	5,3	2,9
10 MW	13,9	9,2	10,2	6,5

Para un incendio situado cerca de una esquina:

<b>Tabla 2.3.4 - Valores calculados (en metros) para su uso en el gráfico de bolas y columnas de la zona de influencia, para incendios cerca de una esquina</b>				
<b>HRR de incendio</b>	<b>Cables termoplásticos</b>		<b>Cables termoestables</b>	
	<b>H</b>	<b>R</b>	<b>H</b>	<b>R</b>
70 kW	2,5	1,1	1,8	0,7
200 kW	3,8	1,8	2,8	1,3
650 kW	6,2	3,3	4,5	2,3
2 MW	9,6	5,8	7,1	4,1
10 MW	18,4	12,95	13,4	9,1

*NOTA: Si las características del incendio no coinciden con las establecidas para los tipos de fuentes de ignición "simples" (p.ej. incendios de aceite, incendio de combustible transitorio, etc.), puede resultar necesario volver a calcular los diagramas de la zona del incendio para un valor de intensidad de incendio específico. En tales casos, se recomienda contar con el apoyo adicional del análisis probabilista de incendios del CSN.*

El cribado de las fuentes de ignición se basa en el control de los elementos susceptibles de daño o ignición dentro de la zona de influencia de una fuente de incendio específica. Si no existen este tipo de elementos dentro de la zona de influencia, la fuente de ignición se descarta.

Como alternativa, la correlación de temperatura del penacho se describe detalladamente en el capítulo 9 de NUREG-1805. La hoja de cálculo **Plume\_Temperature\_Calculations.xls** puede emplearse para calcular la temperatura del eje de un penacho de incendio. De forma similar, en el capítulo 5 de NUREG-1805 se describe en detalle la correlación para estimar los efectos del calor de radiación. En el proceso de SDP de Fase 2 sólo se aplica la condición viento (**Heat\_Flux\_Calculations\_Wind\_Free.xls**).

#### Correlación de análisis de temperatura de la capa de gas caliente

La correlación que se aplicará en el análisis de la respuesta de la temperatura de la capa de gas caliente se documenta en el capítulo 2 del NUREG-1805. Según el modo de ventilación, se aplicará una de las siguientes hojas de cálculo del NUREG-1805:

- Incendio con ventilación natural: **Temperature\_NV.xls** (pulsar pestaña "Thermally Thick")
- Incendio con ventilación forzada: **Temperature\_FV.xls** (pulsar pestaña "Thermally Thick")

En la mayoría de los casos se aplicará la correlación de "espesor térmico". Dentro de la hoja de cálculo electrónica se incluyen directrices adicionales.

Con la hoja de cálculo electrónica, la temperatura estimada de la capa de gas caliente aumentará con el tiempo. El cribado debe tener en cuenta la temperatura a los 30 minutos. En este tiempo, las condiciones se acercarán al régimen permanente.

Las entradas necesarias para usar las correlaciones mencionadas se describen en detalle en el apartado 2.11 de NUREG-1805 y se resumen a continuación:

- Ancho del recinto (metros)
- Largo del recinto (metros)
- Alto del recinto (metros)
- Seleccionar el tipo de material de revestimiento de la tabla
- Espesor del material de revestimiento interno (cm)
- Tasa de liberación de calor del incendio, HRR (kW)

Si se usa la hoja de cálculo de ventilación natural, también deben obtenerse los siguientes valores:

- Ancho del venteo (metros)
- Alto del venteo (metros)
- Distancia desde la parte superior del venteo hasta el suelo (metros)

*NOTA: En la correlación de gas caliente no debe aplicarse un tamaño de ventilación cero o muy pequeño, ya que la correlación no considera los efectos de falta de oxígeno y, como resultado, se obtendrían unas temperaturas erróneas excesivamente altas de la capa de gas caliente. El tamaño de una abertura de puerta estándar (0,9m×2m) se aplicará como valor por defecto para el caso de ventilación natural, y se podrá aplicar una abertura mayor si es apropiado.*

Si se usa la hoja de cálculo de ventilación forzada, se ha de introducir el valor:

- Velocidad de ventilación forzada (cfm)

*NOTA: Para el caso de ventilación forzada, se aplicará un caudal mínimo de ventilación de una renovación de aire de sala por hora.*

### Tarea 2.3.5: Cribado

En este paso del cribado se considera si se han identificado o no, uno o más escenarios potenciales de riesgo de incendio. Si no se han identificado, el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis.

Los criterios de cribado para este paso son:

- Si todas las fuentes de ignición se descartan en la Tarea 2.3.4, no se desarrollarán escenarios con riesgo de incendio potencial. En este caso, el análisis de Fase 2 se ha terminado y al hallazgo se le asignará un nivel de determinación de significación Verde. No se realizarán los siguientes pasos y tareas de análisis

- Si una o más de las fuentes de ignición se mantienen, aunque sólo sea con el valor de severidad superior, el análisis continúa con el Paso 2.4

### **Paso 2.4 - Frecuencia de incendio para fuentes de ignición sin cribar**

En este Paso 2.4, se define la frecuencia de incendio para cada escenario de fuente de ignición no cribada ( $F_{\text{fuente}}$ ) según las frecuencias de incendio desarrolladas por unidad de recuento para cada fuente de ignición, multiplicadas por el número de unidades (de Tarea 2.3.1). Después, la frecuencia de incendio para cada fuente de ignición sin cribar se refina para reflejar los ajustes a los hallazgos dentro de ciertos programas de prevención de incendios y otros programas de control administrativo, y para tener en cuenta las medidas compensatorias, en caso necesario.

#### Tarea 2.4.1: Estimación de la frecuencia nominal de incendio

En el Anexo 4 se incluyen las frecuencias desarrolladas por componente para cada tipo de fuentes de ignición. Mediante los resultados de recuento obtenidos en la Tarea 2.3.4, se registrará para cada fuente de ignición, con sus valores de HRR especificados, el número de fuentes mantenidas y la frecuencia de incendio por unidad de recuento para cada tipo de fuente de ignición sin cribar, obteniendo así la frecuencia de incendio por fuente de ignición.

Se registrará el factor de severidad asociado con cada fuente de ignición mantenida, según los resultados de la clasificación de la Tarea 2.3.4. Los factores de severidad se aplicarán de la siguiente manera:

- Si una fuente de ignición (o grupo de fuentes de ignición) se mantiene para sus dos niveles de severidad de incendio / HRR (esperado y de alta confianza), entonces incluir en la hoja de trabajo la fuente de ignición por separado para cada nivel de HRR, y aplicar un factor de severidad de 0,9 para el nivel de severidad / HRR esperado y un factor de severidad de 0,1 para el nivel de severidad / HRR de alta confianza.
- Si una fuente de ignición (o grupo de fuentes de ignición) se mantiene sólo en su nivel de severidad de incendio / HRR de alta confianza, aplicar un factor de 0,1.

#### Tarea 2.4.2: Cuantificación de hallazgos basada en el aumento de la frecuencia de incendio

El aumento de la frecuencia de incendio es sólo aplicable a ciertos tipos de fuentes de ignición: trabajos en caliente y transitorios.

- Si la categoría de hallazgo asignada es cualquiera excepto “Prevención de incendios y controles administrativos”, no se aplicará ningún ajuste en las frecuencias nominales de incendio. El análisis continúa con la Tarea 2.4.3
- Dentro de la categoría general de hallazgos de “Prevención de incendios y controles administrativos”, sólo los hallazgos de inspección asociados a cualquiera de los siguientes elementos DEP de protección contra incendios causará un aumento de la frecuencia de incendio:
  - Programas de control de combustible



- Para un área de fuego clasificada con una probabilidad nominal baja o moderada de incendios transitorios, se aumentará un nivel de probabilidad (es decir, un área de probabilidad baja se convierte en un área moderada, y un área moderada se convierte en un área alta), y la frecuencia de incendio se ajustará de acuerdo al valor revisado de probabilidad de frecuencia de incendios
- Para un área ya clasificada como de probabilidad alta de incendios transitorios, la probabilidad de frecuencia de incendio transitorio se multiplica por un factor de 3
- Trabajos en caliente permitidos y/o previsiones de vigilancia de trabajos en caliente dentro del programa de protección contra incendios
- La probabilidad de incendio de trabajos en caliente en el área de fuego se considera alta, y la frecuencia de incendio de trabajos en caliente para probabilidad alta se multiplica por un factor de 3
- Si un hallazgo dentro de la categoría general de “Prevención de incendios y controles administrativos” no está en contra de ninguno de los elementos de DEP de protección contra incendios arriba mencionados, no es necesario aplicar ningún ajuste a la frecuencia de incendio. El análisis continúa con la Tarea 2.4.3

Registrar los cambios de las frecuencias y los factores de ajuste en la Tabla A1.5 de la hoja de trabajo del Anexo 1.

### Tarea 2.4.3: Cribado

Sumar las frecuencias de incendio revisadas para todos los escenarios identificados de fuentes de ignición para generar una estimación actualizada de la frecuencia de incendio para el área de fuego que se analiza.

Multiplicar la estimación actualizada de la frecuencia de incendio para el área de fuego que se revisa por el factor de duración (de la Tarea 1.4.1) y  $CCDP_{2.1.2}$  o  $CCDP_{2.1.3}$  para generar el cambio en el valor de la CDF ( $\Delta CDF_{2.4}$ ). Se registrará el valor  $\Delta CDF_{2.4}$  en la hoja de trabajo del Anexo 1, al final de la tabla A.1.5.

Se comparará el cambio del valor actualizado de CDF ( $\Delta CDF_{2.4}$ ) con los valores de la Tabla 2.4.1 o A1.6 para determinar si el hallazgo puede clasificarse como Verde sin llevar a cabo más análisis. El nivel de clasificación depende tanto de la categoría del hallazgo como del nivel de degradación asignado.

**Tabla 2.4.1 – Fase 2: Criterios de cribado cuantitativo del Paso 4**

Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)	Valor de cribado de $\Delta\text{CDF}_{2,4}$	
	Degradación moderada	Degradación alta
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5 <sup>1</sup>	
Protección localizada de cables o componentes	1E-5 <sup>1</sup>	
SSD tras incendio	1E-6	

<sup>1</sup> Esta entrada aplica a los hallazgos “Moderados A” y “Moderados B” que afectan a una barrera RF.

- Si el valor de  $\Delta\text{CDF}_{2,4}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla 2.4.1, el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- Si el valor de  $\Delta\text{CDF}_{2,4}$  excede el valor correspondiente de la Tabla 2.4.1, el análisis continúa con el Paso 2.5

### **Paso 2.5 - Definición de los escenarios de incendio específicos y segunda evaluación del camino independiente de parada segura**

En el Paso 2.5, se definen los escenarios de daño y de crecimiento del incendio específicos, y también los correspondientes escenarios de estados de daño producidos por un incendio de la planta. Una vez que se han definido los estados de daño de la central, el camino designado de parada segura tras incendio originalmente identificado en el Paso 2.1 se vuelve a evaluar para estudiar su potencial aplicabilidad en escenarios específicos.

#### Tarea 2.5.1: Identificación de los escenarios específicos de crecimiento y daños del incendio (fuentes fijas de ignición)

Identificar uno o más escenarios de daño y de crecimiento del incendio por cada escenario de fuente de ignición sin cribar. Los escenarios de daños y de crecimiento del incendio también reflejarán cada nivel de daño producido por el fuego (FDS) aplicable, tal y como se identificó en el Paso 2.2. Por cada blanco de daño identificado se asignará un criterio de fallo y un umbral. Los conjuntos de blancos se escogen para que se adapten a los escenarios específicos de fuentes de ignición y a cada FDS de interés:

- Identificación para los escenarios de FDS1 de cualquier componente o cable sin protección que se encuentre cerca de la fuente de ignición (p.ej. directamente por encima o junto a la fuente). Los escenarios de FDS1 incluirán daños a:
  - Cualquier componente o cable que estén sujetos a calentamiento por el penacho del incendio o por calor de radiación directo
  - Componentes y cables cerca de la fuente de ignición que estén protegidos por una barrera RF muy degradada que reciba calor del penacho o por radiación directa

- Identificación para los escenarios FDS2 de cualquier componente o cable del área de fuego que pueda resultar dañado en un incendio iniciado por una fuente de ignición dada. Los escenarios de incendio FDS2 incluirán daños a:
  - Todos los cables y componentes que resultarían dañados en el escenario de incendio FDS1 por la misma fuente de ignición (componentes y cables sin protección cerca de la fuente de ignición)
  - Componentes y cables cerca de la fuente de ignición que estén protegidos por una barrera RF moderadamente degradada
  - Componentes y cables que no estén cerca de la fuente de ignición y que estén protegidos mediante una barrera RF muy degradada
  - Componentes y cables protegidos por una barrera RF con un nivel de resistencia al fuego de menos de una hora
- Identificación para los escenarios FDS3 de blancos dentro del área origen del incendio y en cualquier área de fuego adyacente, que puedan verse afectados por la propagación del incendio a un área de fuego contigua. Los escenarios FDS3 incluirán daños a:
  - Cables y componentes que resultarían dañados en los escenarios de incendio FDS1 y FDS2 correspondientes a la misma fuente de ignición
  - Componentes y cables situados en el área de fuego contigua

En el Anexo 6 se incluye una guía de apoyo específica para esta tarea.

### Tarea 2.5.2: Identificación de escenarios específicos de crecimiento y daños del incendio (incendio de cables autoinflamables, transitorios, trabajos en caliente)

La frecuencia de incendios por cables autoinflamables, transitorios o trabajos en caliente que sucedan en una ubicación específica es baja, incluso aunque dichos incendios sean posibles. En la mayoría de las áreas de fuego, el riesgo de incendios lo dominarán los incendios relacionados con otras fuentes fijas de ignición, simplemente porque estos incendios son los más frecuentes. Por tanto, a menudo puede calcularse una estimación justificable del cambio de riesgo de incendio sin analizar de forma explícita los escenarios de incendios por cables autoinflamables, transitorios y trabajos en caliente.

Este subconjunto de escenarios de incendio sólo debería analizarse cuando exista un conjunto específico de elementos susceptibles de daño en cables de parada segura tras incendio que no se vea amenazado por ninguna fuente fija de ignición. Esto podría ocurrir en las siguientes condiciones:

- El área de fuego que se va a analizar no contiene fuentes fijas de ignición (p.ej. una galería de cables o sala de cables que sólo contiene cables)
- Todas las fuentes fijas de ignición que podría haber amenazado los cables susceptibles de incendio se descartaron en el Paso 2.3

- Las fuentes fijas de ignición no están lo bastante cerca de los cables susceptibles de incendio como para causar ignición / daños

Se incluirá un análisis específico de los incendios de cables autoinflamables, transitorios o trabajos en caliente si y sólo si se cumplen una o más de las condiciones anteriores. Si no se cumple ninguna de ellas, no se analizará este subconjunto de escenarios de incendio.

Pueden aplicarse factores de ponderación a las fuentes de incendios de cables autoinflamables, transitorios y trabajos en caliente, para reflejar la probabilidad de que se produzca un incendio en ubicaciones específicas, en vez de en todas las ubicaciones posibles del área de fuego. Ver el Anexo 5 para más detalles.

### Tarea 2.5.3: Identificación de los escenarios específicos de estados de daño de la planta

Los daños causados por el fuego en componentes y cables que correspondan a un escenario específico de daños y crecimiento de incendio, se traducirán en un escenario específico de estado de daños de la central. El escenario de estados de daños de planta define los impactos funcionales del fallo de componentes y cables en los sistemas de la central (p.ej. válvula específica del sistema x falla al cierre o a la apertura; o una bomba falla al arranque).

Se aplicarán las siguientes reglas generales para definir los escenarios de estado de daños de planta:

- Se supondrá que los sistemas o funciones están perdidos, a no ser que pueda verificarse (p.ej. mediante la información proporcionada por el Titular) que el sistema sobrevivirá al escenario de incendio postulado
- En la mayoría de los casos, se supondrá que la pérdida de un componente o cable de sistema hará que dicho sistema se encuentre indisponible. En algunos casos, puede resultar apropiado determinar si una función de sistema está degradada parcialmente o si implica modos de fallo único
- Se identificará cualquier acción manual del operador incluida en los procedimientos de parada segura tras incendio del Titular. El crédito de las acciones manuales se evaluará en el Paso 2.8
- Se determinará si deberían considerarse algunos modos de fallo de circuito específicos del incendio (p.ej. operación espuria)

Ejemplo 1: Se asumirá que la pérdida de los cables de alimentación de un componente principal del sistema, como una bomba motorizada, implica que dicho sistema resulta no funcional e irrecuperable.

Ejemplo 2: La pérdida de la alimentación a algunos componentes del sistema, como una válvula motorizada, pueden hacer que el sistema permanezca operativo nominalmente, pero puede resultar que las operaciones de control normales dejen de estar operativas (p.ej. puede que los operadores fueran capaces de parar el sistema, pero no podrían controlar ni cambiar su configuración de operación con los controles normales). En este caso, la operación manual del componente puede seguir siendo posible. Los análisis de Fase 2 del SDP sólo tendrán en cuenta estas acciones manuales si están incluidas en los procedimientos de respuesta ante incendios de la central.

Ejemplo 3: El fallo de un cable de control puede llevar a la actuación espuria de un sistema, si dicho sistema se ve afectado por un problema conocido de análisis de circuitos.

Ejemplo 4: La pérdida de un instrumento o de una indicación puede hacer que un sistema esté nominalmente operativo, pero puede complicar las acciones del operador relacionadas con dicho sistema.

Ejemplo 5: La pérdida de un cable de control específico puede hacer que se pierda una función o que se produzca un modo de fallo espurio del sistema afectado. Esto puede llevar a la identificación de dos escenarios distintos de niveles de daño de la central, que surgen a partir de un escenario de daño y de crecimiento del incendio.

Los sistemas y funciones que no se suponen perdidos a causa del incendio se considerarán en la evaluación de los intentos de parada segura tras incendio de la central, dentro del Paso 2.8, independientemente de su designación como sistemas de parada segura en el Apéndice R.

Ejemplo 6: El Titular no ha incluido la alimentación exterior en las listas de equipos de parada segura tras incendio del Apéndice R. Sin embargo, el Titular ha localizado los componentes y cables asociados con la alimentación exterior, y ha proporcionado información que verifica que dicha alimentación no se verá afectada en caso de incendio en el área de fuego que se analiza. En este caso, el escenario de niveles de daños a la central puede suponer la supervivencia de la alimentación exterior.

Se utilizará la buena práctica para establecer una confianza razonable en que un sistema o función concretos sobrevivan a ciertos incendios en el área de fuego.

Ejemplo 7a: Puede resultar razonable asumir la supervivencia de la alimentación exterior en caso de incendio en la estructura de toma de agua de servicio, a no ser que la disposición física de la central haga posible que los cables o equipos que soportan los sistemas de alimentación externa se ruten o alojen en dicha ubicación.

Ejemplo 7b: Puede resultar razonable suponer que se perdería la alimentación externa si se produce un incendio en la subestación o un incendio que tenga que ver con los transformadores principales o auxiliares de la unidad.

### Tarea 2.5.4: Evaluación de la independencia del camino de parada segura para un escenario de incendio específico

Se volverá a evaluar, sobre la base específica de cada escenario, el potencial para dar crédito al camino designado de parada segura tras incendio (originalmente definido en el Paso 2.1). La independencia de este camino de parada segura se vuelve a evaluar dentro del contexto de los escenarios de fuente de ignición y de los correspondientes escenarios de estado de daños a la central, tal y como se define en la Tarea 2.5.3.

*NOTA: Si el camino designado de parada segura cumple los criterios de independencia del Paso 2.1, ya se habrá tenido en cuenta para todos los escenarios de incendio y, por tanto, no se obtendrá ningún beneficio adicional con la clasificación en este paso. En este caso, las Tareas 2.5.4 y 2.5.5 no se realizan y la probabilidad de fallo del camino de parada se lleva a los Pasos 2.6 y 2.7 como CCDP de clasificación para todos los escenarios individuales.*

El camino de éxito de parada segura puede tenerse en cuenta dentro de un escenario específico si se cumplen todos los criterios siguientes, dada una combinación específica de un

escenario de fuente de ignición, un escenario de daños y crecimiento del incendio, y un escenario de estado de daños de la central:

- Para dar crédito al camino de éxito de parada segura, éste debe estar identificado y analizado en el análisis de parada segura tras incendio del Titular, debe apoyarse en los procedimientos que cubren las respuestas de la central ante incendios en el área de fuego designada, y no debe estar potencialmente afectado por un problema conocido de análisis de circuitos.
- Los cables o componentes necesarios para asegurar la operación correcta del camino de éxito de parada segura no deben quedar dañados en el escenario postulado de crecimiento y daños del incendio asociado con un escenario dado de incendio.
- La funcionalidad del camino de parada segura no debe verse comprometida por el estado de daños de la central postulado y asociado al escenario de incendio dado.
- Todas las acciones de operador necesarias para apoyar una operación correcta del camino de éxito de parada segura deben ser factibles para el escenario de incendio postulado
  - Las acciones del operador dentro del área de fuego afectada no se considerarán factibles
  - Las acciones del operador en áreas contiguas al área de fuego no se considerarán factibles en el contexto específico del escenario de incendio FDS3, relacionado con dicha área de fuego contigua

Revisar cada escenario de incendio concreto que se esté analizando según los criterios anteriores. Si el camino de éxito de parada segura cumple todos estos criterios, se tendrá en cuenta para escenarios específicos en los pasos siguientes, usando el mismo factor de indisponibilidad del sistema que se determinó en la Tarea 2.1.2 (CCDP<sub>2.1.2</sub>). Si el camino de éxito de parada segura no cumple todos los criterios anteriores en un escenario específico, CCDP será igual a 1,0 para ese escenario.

Ejemplo 1: Si un escenario de incendio FDS1 causa daños a un único tren de seguridad de la central y el camino de parada segura designado depende de un tren redundante intacto, puede considerarse la supervivencia del camino de parada segura para ese escenario de FDS1 aunque los cables del tren redundante también se encuentren en el área de fuego afectada.

Ejemplo 2: Como extensión del ejemplo 1, se define un escenario de incendio FDS2 que implica daños a ambos trenes. En este caso, puede que el camino de éxito de parada segura sobreviva en un escenario FDS1, pero fallaría en un escenario FDS2 ó 3.

### Tarea 2.5.5: Cribado

Llevar a cabo un cribado cuantitativo para determinar si se puede dar crédito al camino de éxito de parada segura en todos los escenarios de incendio que surjan para cada fuente de ignición. Para lograr este cribado:

- Identificar para cada fuente de ignición el peor caso de nivel de daño de la central, en orden descendente de daños, considerando el escenario FDS3, después el FDS2, y después el FDS1, según corresponda a la fuente de ignición concreta

- Si el camino de parada segura designado se consideró independiente del peor escenario de FDS para una fuente de ignición concreta, entonces se dará crédito al camino de parada segura en todos los escenarios de incendio que tengan que ver con dicha fuente de ignición
- Si no se puede dar crédito al camino de parada segura para ninguna de las fuentes de ignición identificadas en el peor caso de estado de daños, el Paso 2.5.5 se considera completo y el análisis continua con el Paso 2.6 (es decir  $\Delta CDF_{2,5} = \Delta CDF_{2,4}$ )
- Si se puede dar crédito al camino de parada segura para al menos una fuente de ignición en el peor caso de estado de daños:
  - Para aquellas fuentes de ignición en las que se dé crédito al camino de parada segura designado, multiplicar las frecuencias de incendio revisadas (del Paso 2.4) por el  $CCDP_{2,1,2}$  (de la Tarea 2.1.2)
  - Para aquellas fuentes de ignición en las que no se dé crédito al camino de parada segura designado, multiplicar las frecuencias de incendio revisadas (del Paso 2.4) por el  $CCDP_{2,1,3}$  (de la Tarea 2.1.3)
  - Sumar los valores actualizados de todas las fuentes de ignición del área de fuego que se esté revisando
  - Multiplicar el nuevo valor sumado del área de fuego que se está revisando por el factor de duración (de la Tarea 1.4.1) para generar el cambio del valor de CDF ( $\Delta CDF_{2,5}$ ). Registrar el valor  $\Delta CDF_{2,5}$  en la hoja de trabajo del Anexo 1, al final de la Tabla A1.7
  - Realizar un cribado basado en los valores y criterios ofrecidos en la Tabla 2.5.1 o A1.8. El cribado depende tanto de la categoría del hallazgo como del nivel de degradación asignado.

**Tabla 2.5.1 – Fase 2: Criterios de cribado cuantitativo del Paso 5**

Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)	Valor de cribado de $\Delta CDF_{2,5}$	
	Degradación moderada	Degradación alta
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5 <sup>1</sup>	
Protección localizada de cables o componentes	1E-5 <sup>1</sup>	
SSD tras incendio	1E-6	

<sup>1</sup> Esta entrada corresponde a los hallazgos “Moderados A” y “Moderados B” que afectan a una barrera RF.

- Si el valor de  $\Delta CDF_{2,5}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla 2.5.1, el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- Si el valor de  $\Delta CDF_{2,5}$  excede el valor correspondiente de la Tabla 2.5.1, el análisis continúa con el Paso 2.6

### **Paso 2.6 - Análisis de tiempos para escenarios de daños y crecimiento del incendio**

En el Paso 2.6 se analiza el comportamiento del incendio para escenarios no cribados, de modo que se pueda estimar el tiempo necesario para alcanzar un FDS relevante en concreto. Todos los tiempos de daños se registrarán redondeando a la baja hasta el siguiente minuto entero.

En el Anexo 7 se incluyen directrices específicas de ayuda para el Paso 2.6.

#### Tarea 2.6.1: Análisis de tiempos de daños y crecimiento del incendio - Escenarios FDS1

Para FDS1 se consideran dos mecanismos de daños del incendio: los efectos del penacho (incluido el impacto directo de las llamas) y el calentamiento directo por radiación. En el análisis de los tiempos se incluye la consideración de la propagación del fuego a combustibles secundarios, si dicha propagación es necesaria para crear las condiciones de exposición perjudiciales.

- Primero, se estimarán las condiciones de exposición para el blanco dañado mediante el uso de las herramientas de dinámica de incendios de la NRC [NRC Fire Dynamics Tools]
  - Determinar las condiciones de exposición del blanco para la temperatura del penacho y/o para un flujo de calor de radiación que dependerá de la ubicación del blanco en relación al fuego
  - Con la estimación calculada de temperatura de exposición y/o flujo de calor, estimar el tiempo necesario para causar daños, usando para ellos las Tablas A7.1 a A7.4 incluidas en el Anexo 7
- Para algunos escenarios, es necesaria la propagación de un incendio a combustibles secundarios (normalmente cables) cercanos a la fuente del incendio para crear condiciones de exposición perjudiciales en la ubicación del blanco. En estos casos, el tiempo de daño incluirá el tiempo necesario para la propagación crítica del incendio. Las reglas para el desarrollo del escenario de incendio de bandeja de cables se incluyen en el Anexo 3

#### Tarea 2.6.2: Análisis de tiempos de daños y crecimiento del incendio - Escenarios FDS2

En los FDS2 se producen daños generalizados en los elementos situados dentro del área de fuego, incluidos los componentes protegidos por un sistema de barrera cortafuegos degradado. Los escenarios FDS2 suponen daños de nivel FDS1, más daños adicionales en una parte más amplia del área de fuego.

- El análisis de escenarios FDS2 cuenta con elementos similares a los del FDS1, es decir, las exposiciones al penacho y al calor directo de radiación, junto con propagación localizada del incendio.
  - Si se ha analizado una fuente de ignición específica para un escenario FDS1, se llevará el tiempo resultante de los resultados de daños en blancos cercanos a la fuente del incendio hasta el escenario FDS2
  - Si no se ha analizado una fuente de ignición específica para un escenario FDS1, se estimará el tiempo de daño para blancos cercanos a la fuente del incendio mediante las herramientas de modelado de incendio, tal y como se describe en la Tarea 2.6.1



- Evaluar los efectos de la capa de gas caliente en los escenarios FDS2
  - La temperatura de la capa de gas caliente se estima usando la correlación descrita en la Tarea 2.3.4
    - Comenzar con la HRR de la fuente de ignición
    - Si la temperatura de la capa de gas caliente a los 10 minutos es mayor o igual al umbral de daños, la fuente de ignición por sí sola bastará para causar daños
  - Si la capa de gas caliente excede el umbral de daños, se estimará el tiempo necesario para causar daños mediante las Tablas A7.1 o A7.2, incluidas en el Anexo 7
  - Si la propagación del incendio a los combustibles secundarios (normalmente cables) es crítica para crear una capa perjudicial de gas caliente, aumentar el tamaño del incendio en las herramientas para dinámica de incendios (FDT), en incrementos de 50 kW, hasta que la temperatura a los 10 minutos alcance el umbral de daño, y registrar la HRR necesaria
  - Determinar la distancia hasta la que debe propagarse el fuego para crear un incendio con la HRR necesaria
    - Se supone que las bandejas de cables se queman a  $400 \text{ kW/m}^2$
    - Calcular el pie cuadrado de bandeja de cable requerido para obtener el tamaño de incendio necesario
    - La fuente de ignición está ardiendo - las bandejas sólo tienen que compensar la diferencia
  - Determinar si existen suficientes bandejas para conseguir que el incendio alcance este nivel crítico
    - Si no, el escenario FDS2 no es creíble
    - Si existen, se estimará el tiempo necesario para propagar el fuego hasta el nivel crítico. En el Anexo 3 se ofrecen directrices adicionales.
- Evaluar el potencial de daños debidos directamente a la propagación del incendio más allá de la proximidad inmediata de la fuente de ignición en los escenarios FDS2
  - En estos casos, construir un patrón de propagación del incendio y determinar el tiempo necesario para que se extienda a las ubicaciones de blancos críticos
- Evaluar el fallo potencial de componentes protegidos por un sistema de barrera RF moderadamente degradado en los escenarios FDS2
  - En estos hallazgos, el tiempo de rendimiento de la barrera se reduce para reflejar la deficiencia indicada. Se incluyen directrices adicionales en el Anexo 7

- Determinar el tiempo necesario para causar daños basándose en lo siguiente: (1) el tiempo necesario para una condición potencialmente perjudicial (temperatura y/o flujo de calor) y (2) el tiempo de rendimiento de la barrera RF degradada

### Tarea 2.6.3: Análisis de tiempo de crecimiento y daños del incendio - Escenarios FDS3

Los FDS3 suponen la propagación del incendio a través de un elemento de barrera de fuego entre recintos (p.ej. un sello, puerta o compuerta de penetración). En este SDP de PCI, “entre recintos” se entenderá como el límite entre áreas de fuego. Si el elemento de barrera en sí es el hallazgo (es decir, la barrera está degradada - un hallazgo de confinamiento de incendio), el objetivo fundamental será evaluar la probabilidad de propagación del incendio entre dos (o más) áreas de fuego. Estos escenarios se construyen en torno a la clasificación de resistencia al fuego de la barrera. El alcance del análisis depende en parte de la naturaleza del hallazgo.

- Si el hallazgo no está asociado con un elemento de barrera degradado entre recintos, la atención se centrará en aquellos incendios dentro del área de fuego que se analice que puedan propagarse a un área de fuego contigua
- Si el hallazgo está asociado con una barrera de fuego degradada entre recintos, la atención se centrará en los incendios en los que se vean involucradas dos áreas de fuego separadas por el elemento de barrera degradado. La degradación del elemento se reflejará como un tiempo de rendimiento reducido. Deben considerarse tanto los incendios dentro del área de fuego que puedan propagarse al área contigua, como los incendios en el área de fuego contigua que puedan propagarse al área de análisis

### **Paso 2.7 - Análisis de la probabilidad de no extinción**

En el Paso 2.7 se cuantifica la probabilidad de no extinción para cada escenario estudiado de daños y crecimiento de incendio (PNSi). En el Anexo 8 se ofrecen directrices detalladas sobre este paso. Todos los tiempos de detección / extinción se registrarán redondeados a la baja hasta el siguiente minuto entero.

#### Tarea 2.7.1: Detección de incendios

El análisis de detección de incendios considera la posibilidad de detección por cualquiera de los siguientes mecanismos:

- Detección rápida mediante una vigilancia de incendios fija y continua ( $t_{\text{detección}} = t_{\text{ignición}} = 0$ , si se cumplen las reglas generales del Anexo 8)
- Detección mediante una vigilancia de incendio itinerante (la mitad de la duración de la ronda itinerante)
- Detección mediante sistemas fijos de detección de incendios
- Detección por parte del personal general de la central ( $t_{\text{detección}} = 5$  minutos si el área de fuego tiene personal permanente; si no,  $t_{\text{detección}} = 15$  minutos si no hay detección por otros medios)

Sólo se necesita uno de estos medios de detección para detectar el incendio. Se suele dar crédito al primer mecanismo de detección y/o el más probable.

Estimar el tiempo hasta la detección del incendio usando la guía incluida en el Anexo 8. Estos análisis requieren el uso de las correlaciones de modelado de incendios incluidas en el NUREG-1805. Este tiempo es importante, ya que da lugar a otras acciones humanas, tales como acciones de control manual y activación de la brigada manual contra incendios.

Detección mediante un sistema fijo: Si un área de fuego cuenta con un sistema fijo de detección de incendios, pero no con una vigilancia de incendios continua, se supondrá que el tiempo de respuesta del sistema fijo regirá el tiempo general de detección. El tiempo de respuesta de detección de incendios se estima mediante las herramientas para dinámica de incendios de la NRC incluidas en el NUREG-1905.

- Tiempo de activación del detector de humos: **Detector\_Activation\_Time.xls** (Pulsar la pestaña “Smoke”)
- Tiempo de activación del detector de calor: **Detector\_Activation\_Time.xls** (Pulsar la pestaña “FTHDetector”)

Estas correlaciones se describen en detalle en los capítulos 11 y 12 del NUREG-1805, respectivamente. Las entradas necesarias para el uso de las correlaciones también se describen en detalle en el NUREG, y se resumen a continuación.

- Para detectores de humos:
  - Tasa de liberación de calor del incendio (kW)
  - Altura del techo del compartimiento (ft)
  - Distancia radial desde el eje del penacho (ft)
- Para detectores de calor:
  - Tasa de liberación de calor del incendio (kW)
  - Distancia radial al detector (ft)
  - Espacio indicado entre detectores (ft)
  - Temperatura de activación de detectores (°F)
  - Distancia desde el origen al techo (ft) [*Esto es una desviación del NUREG-1805*]
  - Temperatura ambiente de la sala (°F)

La correlación proporcionará el tiempo de activación del detector en segundos. Convertir este valor a minutos, redondeando hasta el minuto entero más cercano. Las hojas de cálculo pueden indicar que el tiempo para la detección es infinito (es decir, que el sistema no actuará). En este caso, el tiempo hasta la detección se determinará mediante otros medios de detección de incendios disponibles, incluida la detección por parte del personal de la central.

### Tarea 2.7.2: Análisis del sistema fijo de extinción de incendios

Evaluar el rendimiento y el tiempo hasta la actuación de los sistemas fijos de extinción de incendios, y cualquier hallazgo que afecte a un sistema fijo de extinción de incendios.

*NOTA: Si el área de fuego que se analiza no está equipada con un sistema fijo de extinción de incendios o si dicho sistema está muy degradado, saltar la Tarea 2.7.2 y continuar el análisis con la Tarea 2.7.3.*

En esta tarea se considerarán los sistemas fijos de extinción de incendios actuados de forma automática y manual. Dos factores clave en la evaluación de la extinción por sistemas fijos son:

- Eficacia: Si el sistema actúa, ¿controlará un incendio relacionado con la fuente de ignición postulada?
- Tiempo: ¿Cuándo descargará el sistema el producto extintor?

Si el sistema de extinción se considera eficaz, entonces se supondrá que su actuación interrumpe el escenario del incendio y evita que se produzcan más daños, poniendo así fin al escenario.

Existen varios retardos que pueden aplicarse a los sistemas gaseosos, de inundación, rociadores de preacción o sistemas de agua de tubería seca. El tiempo hasta la descarga real es la suma del tiempo necesario para activar la señal de demanda, más cualquier retardo aplicable a la descarga. También puede producirse un retardo en sistemas de doble detección cruzada. Es decir, el sistema de extinción automático no comenzará la secuencia de actuación hasta después de que el segundo detector se active. Si se usa la doble detección, el análisis del tiempo de detección debería revisarse para asegurarse de que se cumplen los criterios de doble detección. El tiempo para generar la señal de activación depende del detector más lento (normalmente, el detector que se encuentra más lejos de la fuente de ignición). En el Anexo 8 se incluyen directrices adicionales.

### Tiempo de activación para sistemas de rociado

La correlación para estimar el tiempo de activación de los rociadores se describe en detalle en el capítulo 10 de NUREG-1805. Se usa la siguiente hoja de cálculo:

- **Detector\_Activation\_Time.xls** (pulsar la pestaña “Sprinkler”)

Las entradas para calcular el tiempo de activación de los rociadores se describen en la sección apartado 10.5 de NUREG-1805, y se resumen a continuación:

- Tasa de liberación de calor del incendio (kW)
- Temperatura de activación del rociador (°F)
- Distancia desde el origen al techo (ft) [*Esto es una desviación de NUREG-1805*]
- Distancia radial desde el eje del penacho al rociador (ft)
- Temperatura del aire ambiente (°F)
- Tipo de rociador

La correlación proporcionará el tiempo de activación del rociador en segundos. Convertir este valor a minutos y redondear hasta el minuto más cercano. La hoja de cálculo puede indicar que el tiempo para la detección es infinito (es decir, que el sistema no actuará). En este caso, no se da crédito al sistema fijo de extinción de incendios.

Si el hallazgo que se está evaluando supone la degradación moderada del sistema de rociado, se dará crédito al sistema de forma coherente con la condición encontrada. El hallazgo puede reflejarse como una reducción de la fiabilidad general o como un retardo en el tiempo de actuación. El tratamiento depende de la naturaleza del hallazgo, tal y como se indica a continuación:

- Si el hallazgo está relacionado con una distancia incorrecta entre las boquillas de descarga, el análisis del tiempo de actuación debe reflejar las condiciones de espaciado encontradas
- Una degradación moderada puede afectar a menos del 25% de las boquillas en un sistema de extinción con agua que no esté operativo. En este caso, se analizará el tiempo de descarga suponiendo que la boquilla más cercana a la fuente del incendio no funcionará. Se supondrá que la siguiente boquilla sí lo hará. Se empleará la ubicación de esta segunda boquilla para estimar el tiempo de respuesta
- Un hallazgo de degradación moderado puede implicar que el sistema de extinción de incendios no ofrece la cobertura adecuada para algún subconjunto específico de las fuentes de ignición presentes. En este caso, no se da crédito al sistema de extinción en el análisis de los escenarios de incendio FDS1 relacionados con aquellas fuentes de ignición específicas. Se da crédito al sistema en el análisis de los escenarios FDS2 y 3 correspondientes, y el rendimiento se analiza de forma coherente con las condiciones encontradas.

Si el sistema fijo de extinción de incendios se activa manualmente, el tiempo hasta la actuación se basará en el tiempo de respuesta estimado para la brigada contra incendios, añadiendo un periodo nominal de dos minutos para evaluar la situación del incendio y activar el sistema.

### Tarea 2.7.3: Personal de la central y brigada manual contra incendios

Evaluar el tiempo asociado con la extinción manual del incendio. El tiempo de respuesta de la lucha contra incendios manual se basa en la aplicación del histórico de anteriores incendios. Según este histórico, se han precalculado los valores de las curvas de probabilidad de no extinción para cierto número de casos. Seleccionar el caso más representativo del conjunto preanalizado según el tipo de fuego o su ubicación. Si ninguna de estas curvas de condiciones específicas ofrece una comparación razonable con las condiciones del escenario del incendio, se aplicará la curva para “todos los sucesos”. Las curvas medias de probabilidad de no extinción para cada uno de estos tipos / ubicaciones de incendio se incluyen en el Anexo 8.

Todos los sucesos

Incendios de trabajos en caliente (soldadura)

Incendios transitorios

Incendios eléctricos

Incendios de cables

Transformador / subestación

Sala de control principal

Turbogenerador

Fallos de arco eléctrico

Incendios de contención (contenciones no inertes)

Para cada escenario de incendio sin clasificar, restar el tiempo de detección de incendio determinado en la Tarea 2.7.1 del tiempo de daño del incendio determinado en el Paso 2.6.

- Si el tiempo de detección de incendio restado al tiempo de daño del incendio es cero o negativo, entonces  $PNS_{manual} = 1,0$
- Si el tiempo de detección de incendio restado al tiempo de daño del incendio es positivo, entrar en la columna izquierda de la tabla de  $PNS_{manual}$ , incluida a continuación, con este valor calculado y leer la categoría de tipo de fuego adecuada. Esta intersección proporciona el valor medio de no extinción para lucha manual contra incendios

La evaluación se repetirá para cada escenario de incendio sin clasificar.

Como alternativa, el valor de  $PNS_{manual}$  puede calcularse usando la siguiente formula:

$$PNS_{manual} = \exp [-\lambda \times t]$$

Donde “ $\lambda$ ” es la constante de velocidad media (1/m) para el tipo de incendio dado y “ $t$ ” es el tiempo de duración del incendio (tiempo de daño tras detección) en minutos. Los valores de “ $\lambda$ ” para cada una de las diez categorías de tipo / ubicación de incendio se ofrecen en la última fila de la tabla  $PNS_{manual}$ .

Tabla 2.7.1 - Valores de probabilidad de no extinción para lucha manual contra incendios según la duración del incendio (tiempo de daño tras detección) y la categoría del tipo de incendio										
T <sub>daño</sub> - T <sub>detección</sub> (min)	Valores de la curva de probabilidad de no extinción manual - PNS manual									
	Todos los sucesos	Trabajos en caliente - soldadura	Transitorios	Incendios eléctricos	Incendios de cables	Subestación	Sala de control principal	Turbogenerador	Fallos de arco eléctrico	Contención
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,93	0,93	0,87	0,89	0,84	0,97	0,78	0,98	0,95	0,94
2	0,87	0,86	0,76	0,79	0,70	0,95	0,62	0,96	0,90	0,89
3	0,81	0,80	0,66	0,70	0,59	0,92	0,48	0,94	0,86	0,84

**Tabla 2.7.1 - Valores de probabilidad de no extinción para lucha manual contra incendios según la duración del incendio (tiempo de daño tras detección) y la categoría del tipo de incendio**

T <sub>daño</sub> - T <sub>detección</sub> (min)	Valores de la curva de probabilidad de no extinción manual - PNS manual									
	Todos los sucesos	Trabajos en caliente - soldadura	Transitorios	Incendios eléctricos	Incendios de cables	Subestación	Sala de control principal	Turbogenerador	Fallos de arco eléctrico	Contención
4	0,76	0,74	0,58	0,63	0,49	0,90	0,38	0,92	0,81	0,80
5	0,71	0,69	0,51	0,56	0,41	0,88	0,30	0,90	0,77	0,75
6	0,66	0,64	0,44	0,50	0,35	0,85	0,23	0,88	0,74	0,71
7	0,62	0,59	0,38	0,44	0,29	0,83	0,18	0,86	0,70	0,67
8	0,58	0,55	0,34	0,39	0,24	0,81	0,14	0,84	0,66	0,63
9	0,54	0,51	0,29	0,35	0,20	0,79	0,11	0,83	0,63	0,60
10	0,50	0,47	0,26	0,31	0,17	0,77	0,09	0,81	0,60	0,57
12	0,44	0,41	0,19	0,25	0,12	0,73	0,05	0,78	0,54	0,51
14	0,38	0,35	0,15	0,20	0,08	0,69	0,03	0,74	0,49	0,45
16	0,33	0,30	0,11	0,15	0,06	0,66	0,02	0,71	0,44	0,40
18	0,29	0,26	0,09	0,12	0,042	0,62	0,013	0,68	0,40	0,36
20	0,25	0,22	0,07	0,10	0,029	0,59	0,008	0,65	0,36	0,32
25	0,18	0,15	0,03	0,05	0,012	0,52	0,002	0,59	0,28	0,24
30	0,13	0,11	0,017	0,03	0,005	0,46	0,001	0,53	0,21	0,18
35	0,09	0,07	0,008	0,017	0,002	0,40	*	0,48	0,17	0,14
40	0,06	0,05	0,004	0,009	0,001	0,35	*	0,43	0,13	0,10
45	0,05	0,03	0,002	0,005	*	0,31	*	0,39	0,10	0,08
50	0,03	0,02	0,001	0,003	*	0,27	*	0,35	0,08	0,06
55	0,02	0,02	*	0,002	*	0,24	*	0,31	0,06	0,04
60	0,02	0,01	*	0,001	*	0,21	*	0,28	0,05	0,03
* El valor es menor de 0,001. Clasificar usando $PNS_{\text{manual}}=0,001$ o utilizar la fórmula para calcular el valor real.										
Cons. vel. media (l/min)	0.069	0.075	0.137	0.117	0.177	0.026	0.242	0.021	0.051	0.057

En el Anexo 8 también se incluyen las curvas de no extinción de lucha manual contra incendios. Estas curvas proporcionan los mismos resultados que la tabla  $PNS_{\text{manual}}$ , pero pueden usarse de la siguiente manera:

- Si el tiempo de detección de incendio restado al tiempo de daño de incendio es cero o negativo, entonces  $PNS_{\text{manual}} = 1,0$
- Si el tiempo de detección de incendio restado al tiempo de daño de incendio es positivo, entonces:
  - Entrar en la curva de duración de incendio apropiada y leer en el eje x el valor de diferencia de tiempo calculado
  - Transferir hacia arriba el punto correspondiente de la curva de duración del incendio, y leer hacia la izquierda para estimar  $PNS_{\text{manual}}$

### Tarea 2.7.4 - Probabilidad de no extinción

Con la información recogida en el Paso 2.6 y los resultados de las tareas terminadas del Paso 2.7, estimar la probabilidad de que los esfuerzos de extinción de incendios fallen al extinguir el fuego antes de alcanzar el estado FDS: probabilidad de no extinción (PNS). PNS se evalúa para cada escenario específico.

El método aplicado para cuantificar la PNS depende de si se da crédito o no a una extinción fija de incendios:

- Para casos en los que no se da crédito a los sistemas fijos de extinción de incendios, la PNS se basa únicamente en la respuesta de la brigada manual contra incendios, comparada con el tiempo de daño anticipado
- Para áreas de fuego protegidas por extinción fija (manual o automática), se consideran dos caminos de extinción: éxito del sistema fijo de extinción y fallo en la actuación del sistema fijo de extinción, combinado con la respuesta de la brigada manual contra incendios

### Sistema fijo de extinción: $PNS_{\text{escenario fijo}}$

Si el área de fuego está protegida mediante extinción fija, estimar  $PNS_{\text{fija}}$  para cada escenario superviviente ( $PNS_{\text{escenario fijo}}$ ) en el que se considere que es eficaz el sistema de extinción. En el Anexo 8 se incluye una tabla de consulta, y se asigna un  $PNS_{\text{escenario fijo}}$  según la diferencia entre el tiempo previsto de daño de incendio (del Paso 2.6) y el tiempo previsto para la actuación del sistema de extinción (de la Tarea 2.7.2).

Calcular una estimación de  $PNS_{\text{escenario fijo}}$  para cada escenario de incendio sin cribar, basándose en los tiempos de daños y extinción de incendio específicos de cada escenario. Registrar la  $PNS_{\text{fija}}$  en la Tabla A1.10 de la hoja de trabajo incluida en el Anexo 1.

### Extinción de incendios manual: $PNS_{\text{escenario manual}}$

El valor de  $PNS_{\text{manual}}$  para un escenario dado ( $PNS_{\text{escenario manual}}$ ) depende de tres factores: el tiempo previsto para daños de incendio (Paso 2.6), el tiempo previsto para detección del incendio (Tarea 2.7.1), y la curva seleccionada de duración del incendio (Tarea 2.7.3). Registrar el  $PNS_{\text{manual}}$  en la Tabla A1.10 de la hoja de trabajo incluida en el Anexo 1.



## Factor de extinción compuesto: $PNS_{\text{escenario}}$

Si el área de fuego no está cubierta por un sistema fijo de extinción, o si está muy degradado, o si se ha determinado que no es eficaz para la fuente de ignición:

$$PNS_{\text{escenario}} = PNS_{\text{escenario manual}}$$

Si el área de fuego está cubierta por rociadores de tubería húmeda no degradados, se supone una fiabilidad general de 0,98 para el sistema fijo de extinción. En este caso, la PNS se cuantifica como sigue:

$$PNS_{\text{escenario}} = (0,98 \times PNS_{\text{escenario fijo}}) + (0,02 \times PNS_{\text{escenario manual}})$$

Si el área está cubierta por rociadores de tubería seca no degradados, por un sistema de inundación, o por un sistema de extinción gaseoso no degradado, se supone una fiabilidad general de 0,95 para el sistema fijo de extinción. En este caso, la PNS se calcula como sigue:

$$PNS_{\text{escenario}} = (0,95 \times PNS_{\text{escenario fijo}}) + (0,05 \times PNS_{\text{escenario manual}})$$

Existe un tipo específico de degradación para sistemas gaseosos de extinción de incendios que implica la incapacidad del sistema para mantener la concentración de diseño del producto extintor durante el tiempo suficiente para asegurar la extinción completa de un incendio profundamente arraigado. La concentración del agente extintor y el tiempo de mantenimiento requeridos se establecen en los criterios de diseño del sistema. Esta degradación suele denominarse “tiempo de impregnación inadecuado”. Esto puede ser importante para los sistemas de extinción de incendios con halón y dióxido de carbono, así como para otros sistemas gaseosos de extinción (p.ej. sustitutivos del halón).

Para el caso de degradación de tiempo de impregnación inadecuado, se requiere consideraciones especiales para calcular la  $PNS_{\text{escenario}}$ . Consultar el Anexo 8 como guía para calcular la  $PNS_{\text{escenario}}$  relacionada con los sistemas gaseosos de extinción de incendios que no son capaces de mantener la concentración de diseño del producto extintor durante el tiempo suficiente para asegurar la completa extinción de un fuego profundamente arraigado.

## Tarea 2.7.5 – Cribado

En la Tarea 2.7.5 se realiza un cribado que tiene en cuenta la probabilidad de no extinción para cada escenario de incendio, con los factores considerados en los anteriores cribados.

La contribución al riesgo o CDF estimada para cada escenario de incendio se basa en el producto de los siguientes factores:

$$\Delta CDF_{2,7} \approx DF \times \sum [F_{\text{fuente}} \times SF_{\text{fuente}} \times \Pi AF_{\text{fuente } 2,4} \times PNS_{\text{escenario}} \times CCDP_{\text{escenario}}]_{\text{todos escenarios}}$$

Si  $\Delta CDF_{2,7}$  es menor o igual a  $1E-6$ , el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis. Si  $\Delta CDF_{2,7}$  es mayor que  $1E-6$ , el análisis continúa en el Paso 2.8.

## **Paso 2.8 - Análisis de la respuesta de parada segura de la central**

En el Paso 2.8 se analiza la respuesta de parada segura de la central, incluyendo las acciones humanas de recuperación necesarias, y se cuantifica el factor CCDP para cada escenario de daños y de crecimiento del incendio de interés.

### Tarea 2.8.1: Selección de las hojas de trabajo de sucesos iniciadores de la central

Identificar las hojas de trabajo de sucesos iniciadores de la central dentro del SDP de operación a potencia que se emplearán para evaluar la CCDP del escenario de incendio. Puede seleccionarse una o más de estas hojas para representar el riesgo para la parada segura inducido por el fuego. Normalmente, sólo se usa una hoja de trabajo que corresponde al suceso iniciador cuyas características se parezcan más al impacto del incendio en la central. Sin embargo, si existe la posibilidad de actuación espuria que pueda cambiar la naturaleza del suceso, p.ej. un cambio de transitorio a LOCA, puede que sea necesario usar más de una hoja de trabajo. Las siguientes reglas generales se aplican a la selección de las hojas de trabajo apropiadas para sucesos iniciadores:

- Si no se puede asegurar que los cables asociados con la distribución de alimentación exterior no se verán afectados por el fuego, se establecerá la hipótesis de pérdida de alimentación exterior. Usar la hoja de trabajo de suceso iniciador LOOP (pérdida de alimentación exterior). Si los procedimientos de respuesta ante el incendio son tales que la central se encuentra en situación de blackout (pérdida total de suministro eléctrico) (es decir, sufre un blackout autoinducido), usar la hoja de trabajo de LOOP
- Si se sabe que no se perderá la alimentación exterior, y si no puede asegurarse que el sistema de conversión de potencia está disponible, usar la hoja de trabajo de suceso iniciador de transitorio con pérdida del sistema de conversión de potencia (TPCS)
- Si no se pierde ni la alimentación externa ni el sistema de conversión de potencia, usar la hoja de trabajo de suceso iniciador transitorio general sin pérdida de secundario (TRANS)
- Si es posible que se produzca un LOCA pequeño (p.ej. fallo del sello de la bomba de refrigerante del reactor), usar la hoja de trabajo de suceso iniciador de LOCA pequeño (SLOCA)
- Si es posible que una válvula de alivio/ seguridad se atasque en posición abierta, usar la hoja de trabajo de suceso iniciador de válvula de alivio atascada abierta (SORV)

### Tarea 2.8.2: Identificación de los sistemas y funciones a los que se puede dar crédito

Se identificarán aquellos sistemas y funciones a los que se pueda dar crédito para apoyar la respuesta de parada segura de la central para cada escenario de estado de daño de incendio y para cada suceso iniciador de interés.

Las siguientes consideraciones son importantes para determinar si se puede dar crédito a los sistemas y funciones en un análisis de escenario de incendio:

- Se debe estar seguro de que los sistemas y funciones a los que se da crédito estén realmente disponibles en el escenario de incendio postulado. En el contexto del SDP de protección contra incendios, resulta apropiado dar crédito a todos los sistemas y funciones disponibles, estén acreditados o no en el análisis de parada segura tras incendio, siempre que pueda determinarse, con una confianza razonable, que sobrevivirán al escenario de incendio
- La pérdida o supervivencia de sistemas/funciones depende de la ubicación real de los componentes y cables relacionados con dichos sistemas o funciones. La capacidad para dar crédito a sistemas y funciones depende en gran manera del conocimiento del Titular

de los trazados de cables y componentes dentro de la central. No se espera perder una cantidad significativa de tiempo en la verificación de los trazados de equipos o cables dentro de un área de fuego. Se usará la información de los trazados proporcionada por el Titular. En ausencia de dicha información para un área de fuego, se supondrá el fallo de los sistemas y funciones sin verificar

- Los problemas de circuitos pueden provocar actuación espuria de ESCs, conduciendo al fallo de las funciones requeridas

### Tarea 2.8.3: Identificación de las acciones manuales en el exterior de la sala de control

Identificar las acciones manuales incluidas en los procedimientos de parada segura (SSD), en respuesta a un escenario de incendio dado. Las acciones manuales de interés realizadas fuera de la sala de control incluyen las acciones manuales para evitar las actuaciones espurias, y las acciones manuales requeridas para el control manual de sistemas. Los procedimientos de parada segura pueden también incluir indicaciones para abandonar la sala de control y usar el panel de parada remota.

### Tarea 2.8.4: Evaluación de la probabilidad de fallo de las acciones manuales

Evaluar la probabilidad de fallo de las acciones manuales identificadas anteriormente mediante las siguientes directrices:

- Para acciones del operador ya incorporadas en las hojas de trabajo de sucesos internos, que se realicen dentro de la sala de control o fuera de la sala, pero que no se vean afectadas por el fuego teniendo en cuenta consideraciones tanto espaciales como temporales, se usarán las probabilidades de error humano (HEP) documentadas en los cuadernos, aunque se reconozca que puede haber factores de forma negativos adicionales en el rendimiento humano durante un incendio
- Para acciones manuales fuera de la sala de control no incluidas en las hojas de trabajo de sucesos internos, se usarán las tablas de las páginas siguientes. La Tabla 2.8.1 es para acciones manuales en una ubicación remota; la Tabla 2.8.2 es para acciones manuales en el panel de parada remota. El proceso general para la revisión de las acciones manuales será el siguiente:
  - Revisar cada Categoría y sus Características de Tareas y Escenarios con cada factor de forma de rendimiento adicional para determinar si aplica a la acción manual que se evalúa
  - Para todas las aplicables, registrar el valor de evaluación (es decir  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $2\beta$  o  $\gamma$ )
  - Sumar los factores de evaluación y aplicar las siguientes reglas de forma secuencial para poder determinar el valor asignado a la HEP para esa acción manual, con una excepción: si el tiempo es grande, se pasa al siguiente punto (-)
    - Si cualquier fila es  $\alpha$ , entonces usar un crédito de 0
    - Si la suma de filas evaluadas como  $\beta$  o  $2\beta$  es  $\geq 3\beta$ , se supone que es equivalente a  $\alpha$  y se usa un crédito de 0

- Si todas las categorías son  $\gamma$ , se usa un crédito de 2
- Si no, se usa un crédito de 1
- Si el tiempo disponible es grande, sumar los factores de evaluación restantes (aparte del tiempo) y aplicar las siguientes reglas secuencialmente, para determinar el valor asignado a la HEP para esa acción manual
  - Si cualquier fila es  $\alpha$  o la suma de las  $\beta$  es  $> 3\beta$ , usar un crédito de 0
  - Si la suma de las  $\beta$  es  $= 3\beta$ , usar un crédito de 1
  - Si la suma de las  $\beta$  es  $\leq 2\beta$ , usar un crédito de 2
- Repetir la revisión para cada acción manual definida dentro del escenario

**Tabla 2.8.1 - Tabla de evaluación de acciones manuales para acciones en una ubicación remota**

<b>Categoría</b>	<b>Características de tarea y escenario</b>	<b>Factores de forma de rendimiento</b>	<b>Comentarios</b>	<b>Evaluación</b>
Efecto físico directo del fuego (ergonomía)	Ubicación y área de fuego bien separados			$\gamma$
		El operador debe pasar a través de áreas afectadas por el entorno del incendio para llegar a la ubicación		$2\beta$
	No hay ninguna barrera ni ninguna fuga potencialmente significativa entre la ubicación y el área de fuego	Humo denso, alta temperatura, y/o impacto de CO <sub>2</sub> en la ubicación	No se da crédito a equipos autónomos de respiración	$\alpha$
Consideraciones funcionales (ergonomía)	Accesibilidad restringida, p.ej. se necesita una escalera o herramienta especial	Las herramientas están apropiadamente montadas		$\gamma$
		Deben traerse las herramientas		$\beta$
	Fallo de iluminación	Iluminación de emergencia disponible		$\gamma$
		Sólo linternas disponibles		$\beta$
		No hay ni luces de emergencia ni linternas disponibles		$\alpha$
Procedimientos	Procedimientos específicos para la actividad	Los procedimientos están visibles en la ubicación y todas las acciones requeridas se pueden tratar y conseguir en la ubicación		$\gamma$
		Deben obtenerse de la sala de control	Se ajusta a $\beta$ si el tiempo es limitado	$\gamma/\beta$

**Tabla 2.8.1 - Tabla de evaluación de acciones manuales para acciones en una ubicación remota**

Categoría	Características de tarea y escenario	Factores de forma de rendimiento	Comentarios	Evaluación
	No hay procedimientos específicos o los procedimientos no están claros			2 $\beta$
Formación / experiencia	Formación realista en escenario			$\gamma$
	Poca o nula formación práctica			$\beta$
Comunicaciones (ergonomía)	La realización de tareas requiere comunicación entre el operador y la sala de control (o un operador en otra ubicación)	La comunicación se ve perturbada por ruidos e interferencias		$\gamma$
		La comunicación es difícil debido al incendio o a la ubicación (ruido, iluminación, etc.)		$\beta$
Naturaleza de la tarea (complejidad)	Tarea simple con un cambio de estado de un ESC			$\gamma$
	Tarea que requiere varias subtareas, pero todas en la misma ubicación general	Los procedimientos están disponibles y son claros		$\gamma$
	Múltiples tareas en diferentes ubicaciones		En ausencia de un RSP, por ejemplo, se supone que varias tareas se realizan en diversas ubicaciones, lo que requiere un grado significativo de coordinación	2 $\beta$

**Tabla 2.8.1 - Tabla de evaluación de acciones manuales para acciones en una ubicación remota**

<b>Categoría</b>	<b>Características de tarea y escenario</b>	<b>Factores de forma de rendimiento</b>	<b>Comentarios</b>	<b>Evaluación</b>
	Tarea de control (p.ej. mantenimiento de agua de alimentación auxiliar)	Indicaciones disponibles localmente		$\beta$
		Indicaciones no disponibles localmente		$2\beta$
Tiempo disponible	Tiempo adecuado para llegar a la ubicación y realizar la actividad		Incluye el tiempo necesario para obtener el procedimiento, si aplicable	$\gamma$
	Tiempo limitado			$\beta$
	Tiempo inadecuado o poco adecuado			$\alpha$
	Tiempo grande			Nota 1

El crédito de la HEP se seleccionará según las siguientes reglas:

- Si alguna fila es  $\alpha$ , usar 0
- Si la suma de filas evaluadas como  $\beta$  ó  $2\beta$  es  $\geq 3\beta$ , suponer equivalente a  $\alpha$  y usar 0
- Si todas las categorías son  $\gamma$ , usar un crédito de 2
- Si no es así (es decir, si la suma de filas evaluadas como  $\beta$  ó  $2\beta$  es  $\beta$  ó  $2\beta$ ), usar un crédito de 1

Nota 1: Si la suma de las otras clasificaciones es  $\geq \alpha$  ó  $> 3\beta$ , usar 0; si la suma es  $3\beta$ , usar un crédito de 1; si la suma es  $\leq 2\beta$ , usar un crédito de 2

**Tabla 2.8.2 - Tabla de evaluación de acciones manuales en panel de parada remota**

Categoría	Características de tarea y escenario	Factores de forma de rendimiento	Comentarios	Evaluación
Efecto físico directo del fuego (ergonomía)	RSP y todas las áreas donde tienen lugar acciones manuales están bien separadas de la ubicación del fuego			$\gamma$
		El operador debe pasar a través de áreas afectadas por el entorno del incendio para llegar a RSP o a otras áreas donde se realizan acciones locales		$2\beta$
	No hay ninguna barrera ni ninguna fuga potencialmente significativa entre RSP u otras ubicaciones requeridas y el área de fuego	Humo denso, alta temperatura, y/o impacto de CO <sub>2</sub> en la ubicación	No se da crédito a equipos de respiración autónoma	$\alpha$
Consideraciones funcionales (ergonomía)	Fallo de iluminación en cualquier ubicación requerida	Iluminación de emergencia disponible		$\gamma$
		Sólo linternas disponibles		$\beta$
		No hay ni luces de emergencia ni linternas disponibles		$\alpha$
	Acciones locales requeridas para funciones esenciales	Todos los equipos accesibles		$\gamma$
		Accesibilidad limitada		$\beta$
		No accesibles		$\alpha$



**Tabla 2.8.2 - Tabla de evaluación de acciones manuales en panel de parada remota**

Categoría	Características de tarea y escenario	Factores de forma de rendimiento	Comentarios	Evaluación
Procedimientos	Procedimientos RSP	Procedimientos disponibles en el panel RSP y en todas las ubicaciones necesarias, y se tratan todas las acciones		$\gamma$
		Deben obtenerse de la sala de control o de la ubicación RSP	Ajsutar a $\beta$ si el tiempo es limitado	$\gamma/\beta$
Formación / experiencia	Formación realista en escenario			$\gamma$
	Poca o nula formación práctica			$\beta$
Naturaleza de la tarea (complejidad)	Tarea de control (p.ej. mantenimiento de agua de alimentación auxiliar)	Indicaciones disponibles localmente		$\beta$
		Indicaciones no disponibles localmente	Requiere información de los operadores situados por toda la central. Buenas comunicaciones	$\beta$
			Requiere información de los operadores situados por toda la central. Comunicaciones problemáticas	$2\beta$

**Tabla 2.8.2 - Tabla de evaluación de acciones manuales en panel de parada remota**

Categoría	Características de tarea y escenario	Factores de forma de rendimiento	Comentarios	Evaluación
Tiempo disponible	Tiempo adecuado para llegar a la ubicación y realizar la actividad		Incluye el tiempo necesario para obtener el procedimiento, si procede	$\gamma$
	Tiempo limitado			$\beta$
	Tiempo inadecuado o poco adecuado			$\alpha$
	Tiempo suficiente			Nota 1

El crédito de la HEP se seleccionará según las siguientes reglas:

- Si alguna fila es  $\alpha$ , usar 0
- Si la suma de filas evaluadas como  $\beta$  ó  $2\beta$  es  $\geq 3\beta$ , suponer equivalente a  $\alpha$  y usar 0
- Si todas las categorías son  $\gamma$ , usar 2
- Si no es así (es decir, si la suma de filas evaluadas como  $\beta$  ó  $2\beta$  es  $\beta$  ó  $2\beta$ ), usar 1

Nota 1: Si la suma de las otras clasificaciones es  $\geq \alpha$  o  $> 3\beta$ , usar 0; si la suma es  $3\beta$ , usar un crédito de 1; si la suma es  $\leq 2\beta$ , usar un crédito de 2

Usar el factor más restrictivo (p.ej., si las acciones locales esenciales para el éxito son inaccesibles, usar  $\alpha$ ).

Tarea 2.8.5: Evaluación de la CCDP

Evaluar la  $CCDP_i$  para cada escenario de incendio mediante el uso del cuaderno de inspección de informada en el riesgo para: (1) incorporar los fallos de los sistemas y funciones a los que no se dará crédito para el suceso iniciador identificado, y (2) incorporar las probabilidades de error humano de las acciones manuales.

Calcular la  $CCDP_i$  para cada escenario de estado de daños de incendio, usando para ello la hoja de trabajo del suceso iniciador aplicable:

- Establecer una frecuencia de suceso iniciador igual a 0
- Reducir el crédito para cada función del sistema de mitigación de acuerdo con los sistemas y funciones disponibles para apoyar la parada segura de la central

Ejemplo: La hoja de trabajo del suceso iniciador interno indica que se necesita uno de los dos trenes de una función de seguridad dada para dar crédito a la capacidad de mitigación. Con ambos trenes disponibles, se asigna un crédito de 3 al sistema de trenes múltiples. Si en el escenario de estado de daños de incendio sólo uno de los dos trenes está protegido por la función de seguridad, el crédito se reduce desde un crédito de 3 para trenes múltiples hasta un crédito de 2 para un solo tren, ya que se supone que el tren sin protección fallará en el escenario de incendio

- Incorporar el impacto de la contribución del error humano
  - Cuando es necesario realizar de forma manual una función normalmente automática, comparar el crédito de la acción manual tal y como se determina en la Tarea 2.8.4 con el crédito del sistema de mitigación ofrecido por la función de seguridad en la hoja de trabajo interna, y aplicar el crédito más conservador de los dos
  - Para acciones realizadas de acuerdo con los procedimientos de respuesta ante incendios, identificar las funciones con los que están asociados y comparar el crédito manual con el crédito del equipo, y usar el más conservador
  - Para las acciones manuales compensatorias en procedimientos, incluidas específicamente para evitar actuaciones espurias de equipos, puede ser necesario emplear otra hoja de trabajo de suceso iniciador, o realizar varias evaluaciones en la misma hoja de trabajo, según las consecuencias de la acción preventiva y de la actuación espuria:
    - Si la acción preventiva tiene éxito, puede que equipos situados sobre y por encima del equipo incapacitado por el fuego también haya quedado indisponible; esto debe tenerse en cuenta al cuantificar la hoja de trabajo
    - El fallo al ejecutar la acción (mediante la Tarea 2.8.4), puede dejar disponibles otros equipos al no ser desactivados por el procedimiento, pero también puede dar lugar a actuaciones espurias con una probabilidad especificada. La  $CCDP_i$  debe evaluarse en ambos casos: hay actuación espuria y no hay actuación espuria. La consecuencia de la actuación espuria puede hacer necesario el uso de una hoja adicional, o puede provocar el fallo de una de las funciones de la hoja original. Si

la actuación espuria no se produce se usará la hoja de trabajo original, teniendo en cuenta sólo los fallos causados por el escenario de incendio

- La  $CCDP_i$  total es la suma ponderada de las tres CCDP correspondientes a lo siguiente:

$$CCDP_i = [(1-HEP_i) \times CCDP \text{ (si la acción manual tiene éxito)}] + [HEP_i \times P_{SPi} \times CCDP \text{ (si la acción manual falla y se produce actuación espuria)}] + [HEP_i \times (1 - P_{SPi}) \times CCDP \text{ (si la acción manual falla y no se produce actuación espuria)}]$$

Donde:

$HEP_i$  es el valor verdadero de la probabilidad de error humano para el escenario i (no el valor del exponente derivado de las tablas HEP), y  $P_{SPi}$  es la probabilidad de una actuación espuria en el escenario i.

<b>Tabla 2.8.3 – <math>P_{SP}</math> Factores que dependen del tipo de cable y del modo de fallo</b>			
<b>Estado de conocimiento de cable</b>	<b>Termoestables</b>	<b>Termoplásticos</b>	<b>Blindados</b>
No existe información disponible sobre tipo de cable ni dispositivos limitadores de corriente (valor del peor caso de NEI 00-01, tabla 4-4)	0,6		
Tipo de cable conocido, no se tiene más información (NOI)	0,6	0,6	0,15
Sólo interacciones entre cables	0,02	0,20	
En conducto, tipo de cable conocido, NOI	0,30	0,6	
En conducto, sólo entre cables inter-cable)	0,01	0,20	
En conducto, dentro del cable (intra-cable)	0,075	0,3	

- Al evaluar las acciones en el exterior de la sala de control en respuesta a las condiciones de la central, se usará la misma lógica que se indica en los dos primeros puntos (-), bajo la frase “Incorporar el impacto de la contribución del error humano”, para generar los valores de CCDP
- Para las operaciones de parada remota, la probabilidad de error humano obtenida de la tabla apropiada se compara con el resultado de la evaluación de la hoja de trabajo del suceso iniciador correspondiente, dando crédito sólo a los ESC que se indican en el procedimiento. Se usará el valor más conservador. En el SDP de Fase 2 no debería realizarse un análisis detallado de las acciones humanas individuales

Casos especiales:

- Hallazgos que afectan al programa de parada segura tras incendio: Los hallazgos que afectan al programa de parada segura tras incendio deberían manifestarse mediante un aumento de la probabilidad de que los operadores no logren la parada segura en un incendio. Estos hallazgos pueden tener implicaciones en incendios de distintas ubicaciones. El SDP de Fase 2 sólo debería aplicarse cuando el hallazgo pueda identificarse con un área de fuego específica. Para hallazgos con consecuencias en toda la central, debería realizarse una evaluación SDP de Fase 3.
- Hallazgos relacionados con problemas de circuitos: De forma similar a los hallazgos de parada segura ya mencionados, los problemas de circuitos pueden tener implicaciones en varias áreas de fuego, ya que el cable asociado al circuito puede pasar por varias localizaciones. Para cualquier cosa que no sea caso en el que se localiza el efecto, debería realizarse un análisis SDP de Fase 3. Cuando existe un problema conocido asociado con un área en la que se esté evaluando un hallazgo no relacionado, la evaluación de CCDP debería tener en cuenta el impacto, que podría ser causado por un suceso iniciador o por el fallo de un sistema al realizar su función

**Paso 2.9 - Cuantificación y determinación preliminar de significación**

En el Paso 2.9 se realiza una cuantificación final de los escenarios de FDS de interés, y se asigna al hallazgo una determinación de la significación preliminar.

La contribución de riesgo o CDF estimada para cada escenario de incendio se basa en el producto de los siguientes factores:

$$\Delta CDF_{2,8} \approx DF \times \sum_{i=1}^n [ F_i \times SF_i \times PNS_i \times CCDP_i ]_{\text{todos los escenarios}}$$

Donde:

n = Número de escenarios de incendio evaluados para un hallazgo dado (cubre todos los FDS relevantes)

DF = Factor de duración del Paso 1.4

F<sub>i</sub> = Frecuencia de incendio para la fuente de ignición i de la Tarea 2.4.1

SF<sub>i</sub> = Factor de severidad para escenario i de la Tarea 2.4.1

AF<sub>i2.4</sub> = Factores de ajuste de frecuencia específicos de la fuente de ignición del Paso 2.4

PNS<sub>i</sub> = Probabilidad de no extinción para escenario i del Paso 2.7

CCDP<sub>i</sub> = Probabilidad condicional de daño al núcleo para escenario i del Paso 2.8

- Si el valor de  $\Delta CDF_{2,8}$  es menor o igual a 1E-6, el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- Si el valor de  $\Delta CDF_{2,8}$  es mayor que 1E-6, el hallazgo es potencialmente significativo para el riesgo

**Tabla 2.9.1 - Significación para el riesgo según  $\Delta$ CDF**

Rango de frecuencia / ry	SDP basado en $\Delta$ CDF
$\geq 10^{-4}$	Rojo
entre $10^{-4}$ y $10^{-5}$	Amarillo
entre $10^{-5}$ y $10^{-6}$	Blanco
$< 10^{-6}$	Verde

## 7 REFERENCIAS

- US-NRC IMC 0309 Appendix F Fire Protection Significance Determination Process. 28/02/2005
- PA.IV.204 Cribado de resultados de inspección
- PG.IV.07 Sistema Integrado de Supervisión de Centrales SISC.
- PT.IV.204 Protección Contra Incendios
- US-NRC IMC 0308 Attachment 3 Appendix F Technical Basis. Fire Protection Signification Determination Process (Supplemental Guidance for Implementing IMC0609 AppF). 28/02/05
- NUREG-1805 Fire Dynamics Tools (FDT). Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission. Fire Protection Inspection Program. December 2004

## 8 ANEXOS

Anexo 1 Hojas de trabajo

Anexo 2 Guía para la asignación de un nivel de degradación, para los distintos elementos del programa de protección contra incendios

Anexo 3 Guía para la identificación de los escenarios de daño y crecimiento del incendio

Anexo 4 Información para la representación de fuentes de ignición: frecuencia de incendio, instrucciones de recuento, características aplicables de severidad de incendio, curvas aplicables de extinción manual de incendios

Anexo 5 Caracterización de fuentes de ignición no simples

Anexo 6 Guía para la identificación de blancos y sus criterios de ignición y daños

Anexo 7 Guía para el análisis del crecimiento y tiempo de daño del incendio

Anexo 8 Guía para el análisis de la probabilidad de no extinción de incendios

**ANEXO 1.- HOJAS DE TRABAJO**

**Parte 1: Hojas de trabajo de la Fase 1 del SDP para protección contra incendios**

**Instalación:** \_\_\_\_\_

**Hallazgo:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**Paso 1.1**

Asignación de la categoría de hallazgo

- Parada fría
- Prevención de incendios y controles administrativos
- Sistemas fijos de protección contra incendios
- Confinamiento de incendio
- Protección localizada de cables o componentes
- Parada segura tras incendio

Bases para la selección / comentarios:

---

---

---

---

**Paso 1.2**

Asignación de un nivel de degradación

- Baja
- Moderada
- Moderada A (aplica sólo a confinamiento de incendio y a problemas de protección localizada de cables o componentes)
- Moderada B (aplica sólo a confinamiento de incendio y a problemas de protección localizada de cables o componentes)
- Alta

Bases para la selección / comentarios:

---

---

---

---

### **Paso 1.3**

#### Tarea 1.3.1: Cribado cualitativo para todas las categorías de hallazgos

Pregunta 1: ¿Se le asignó un nivel de degradación BAJO al hallazgo?

- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.
- No - continuar con la siguiente pregunta.

Pregunta 2: ¿Afecta el hallazgo sólo a la capacidad de alcanzar y mantener las condiciones de parada fría?

- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis.
- No - continuar con el Paso 1.4, a no ser que la categoría del hallazgo sea “Confinamiento de incendio”, en cuyo caso pasar a la Tarea 1.3.2.

#### Tarea 1.3.2: Cribado adicional para hallazgos de confinamiento de incendio

Si la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1 es “Confinamiento de incendio” y el nivel de degradación asignado en el Paso 1.2 es “Moderado”, realizar un cribado cualitativo adicional de acuerdo con las siguientes preguntas. En caso contrario, continuar con el Paso 1.4.

Pregunta 1: En su condición degradada ¿ofrecerá la barrera una clasificación de resistencia al fuego de 2 horas o mayor?

- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
- No - continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 2: ¿Existe algún sistema gaseoso de extinción automática de incendios mediante inundación de la sala que no esté degradado en el área de fuego origen?

- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
- No - continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 3: ¿Existe algún sistema de extinción automática de incendios con agua para toda el área de fuego origen que no esté degradado o que esté menos que moderadamente degradado?

- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
- No – continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 4: ¿Puede determinarse que el área de fuego expuesta no contiene potenciales blancos de daño que no se encuentren en el área de fuego origen? Los blancos de daño pueden incluir componentes de parada segura tras incendio u otros componentes de la central cuya pérdida pueda exigir una parada segura (p.ej. un disparo de planta)

- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
- No - continuar con la siguiente pregunta



- Pregunta 5: ¿Cuentan todos los blancos de daño (tal y como se definen en la pregunta 4) con barreras de protección pasiva resistentes al fuego, con una degradación menor que moderada, que ofrezca una resistencia mínima al fuego de 20 minutos?
- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
  - No - continuar con la siguiente pregunta
- Pregunta 6: ¿Existe algún sistema de extinción automática de incendios con agua en el área de fuego origen que no esté degradado o que esté menos que moderadamente degradado y están todas las fuentes de ignición fijas o in situ incluidas en la zona de cobertura de este sistema?
- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
  - No – continuar con la siguiente pregunta
- Pregunta 7: ¿Proporciona la barrera degradada un mínimo de 20 minutos de resistencia al fuego, y están las fuentes de ignición fijas o in situ y los combustibles o materiales inflamables situados de forma que, hasta teniendo en cuenta la propagación del fuego a combustibles secundarios, la barrera o el elemento de barrera degradados no se vea sujeto a la acción directa del fuego?
- Sí - clasificar como Verde, no se requieren más análisis
  - No - continuar con el Paso 1.4

**Paso 1.4 - Cribado cuantitativo inicial**

Tarea 1.4.1: Asignación de un factor de duración (DF)

- < 3 días (0,01)
- 3 - 30 días (0,10)
- > 30 días (1,00)

Tarea 1.4.2: Estimación de la frecuencia de incendio en el área de fuego (de la tabla de frecuencias de incendio genéricas en las áreas de fuego)

ÁREA	F <sub>ÁREA</sub>
<b>(ΣF<sub>ÁREA</sub>) =</b>	

Tarea 1.4.3: Cribado

$$\Delta CDF_{1.4} \approx (\Sigma F_{AREA}) \times DF = \underline{\hspace{10em}}$$

<b>Tabla A1.1 - Criterios de cribado cuantitativo de Fase 1</b>		
<b>Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)</b>	<b><math>\Delta CDF_{1.4}</math> Criterios de cribado</b>	
	<b>Degradación moderada</b>	<b>Degradación alta</b>
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5	
Protección de cables o componentes localizada	1E-5	
Parada segura tras incendio	1E-6	

- $\Delta CDF_{1.4}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla A1.1: el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis (no se requiere el análisis de Fase 2)
- $\Delta CDF_{1.4}$  es mayor o igual que el valor correspondiente de la Tabla A1.1: el hallazgo no se clasifica como Verde y el análisis continua con la Fase 2

## Parte 2: Hoja de trabajo de la Fase 2 del SDP para protección contra incendios

**Instalación:** \_\_\_\_\_

Resultado de la Fase 1 del SDP para protección contra incendios:

$$\Delta CDF_{1,4} \approx (\Sigma F_{\text{ÁREA}}) \times DF = \underline{\hspace{10em}}$$

Solicitar y revisar los siguientes documentos de licencia:

- El análisis de riesgos de incendio de las áreas de fuego que se van a evaluar
- El análisis de parada segura tras incendio para las áreas de fuego que se van a evaluar
- Las listas de circuitos requeridos y asociados del Titular
- Los procedimientos de operación tras incendio aplicables a las áreas de fuego que se van a evaluar
- La documentación de cualquier desviación o exención aprobada por el CSN que sea relevante para las áreas de fuego que se van a evaluar

### **Paso 2.1 - Evaluación del camino independiente de parada segura**

#### Tarea 2.1.1: Identificación del camino designado (libre de incendios) de parada segura tras incendio

El camino identificado de parada segura debe cumplir los siguientes criterios para su consideración dentro de esta etapa del análisis de Fase 2:

- El camino de parada segura debe identificarse como el camino designado de parada segura tras incendio en el programa de protección contra incendios de la central
- El camino de parada segura debe apoyarse en un análisis de parada segura tras incendio que sea coherente con los requisitos reguladores
- El uso del camino de parada segura debe estar documentado e incluido en los procedimientos de operación planta

Camino de parada segura: \_\_\_\_\_

#### Tarea 2.1.2: Evaluación del factor de indisponibilidad para el camino de parada segura tras incendio identificado:

$CCDP_{2.1.2}$  = (Factor de indisponibilidad de parada segura) = \_\_\_\_\_ (acreditado como 1,0, 0,1 ó 0,01)

Base para selección / comentarios:

---

Si  $CCDP_{2.1.2} = 1,0$ , continuar con el Paso 2.2.

Tarea 2.1.3: Evaluación de la independencia del camino de parada segura identificado

Criterios satisfechos:  $CCDP_{2.1.3} = CCDP_{2.1.2} =$  (Factor de indisponibilidad de parada segura)

Criterios no satisfechos:  $CCDP_{2.1.3} = 1,0$ . Continuar con el Paso 2.2

Bases para criterios no satisfechos / comentarios:

Tarea 2.1.4: Cribado

$$\Delta CDF_{2.1} \approx DF \times (\Sigma F_{AREA}) \times CCDP_{2.1.2} = \underline{\hspace{10em}}$$

**Tabla A1.2 - Criterios de cribado cuantitativo del Paso 1 de la Fase 2**

Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)	$\Delta CDF_{2.1}$ Criterios de cribado	
	Degradación moderada	Degradación alta
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5	
Protección localizada de cables o componentes	1E-5	
Parada segura tras incendio	1E-6	

- $\Delta CDF_{2.1}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla A1.2: el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- $\Delta CDF_{2.1}$  es mayor o igual que el valor correspondiente de la Tabla A1.2: el hallazgo no se clasifica como Verde. El análisis continúa con el Paso 2.2

## **Paso 2.2 - Determinación de los daños producidos por el fuego**

### Tarea 2.2.1: Asignación del nivel de daño producido por el fuego (FDS) inicial

(Comprobar todo lo que aplique de la Tabla 2.2.1 de PV.IV.302)

- FDS1
- FDS2
- FDS3

Bases para la selección / evaluación de FDS3 / comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Tarea 2.2.2: Evaluación de los escenarios FDS3

Si la categoría de hallazgo asignada en el Paso 1.1 es “Confinamiento de incendio”, se mantienen los escenarios de FDS3 y se continúa el análisis con el Paso 2.3. En todas las demás categorías de hallazgo hay que realizar un cribado de los escenarios de FDS3, basado en las siguientes preguntas:

Pregunta 1: ¿La barrera RF que separa el área origen y el área expuesta tiene una clasificación de resistencia al fuego no degradada de 2 horas o superior?

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3
- No – Continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 2: ¿Existe algún sistema gaseoso de extinción automática de incendios mediante inundación que no esté degradado en el área de fuego origen o en el área de fuego expuesta?

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3
- No - Continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 3: ¿Existe algún sistema de extinción automática de incendios por agua para toda el área de fuego “origen” o “expuesta” que no esté degradado o con degradación baja?

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3
- No - Continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 4: ¿Puede determinarse que el área de fuego expuesta no contiene blancos potencialmente afectados redundantes de los ubicados en el área de fuego origen? Los blancos de daño pueden incluir componentes de parada segura tras incendio u otros componentes de la central cuya pérdida pueda exigir una parada segura (p.ej. un disparo de planta)

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3

- No - Continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 5: Si el área de fuego expuesta contiene componentes de parada segura tras incendio o componentes cuyo fallo inducido por el fuego pueda exigir parada segura, ¿están todos estos componentes situados al menos a 20 pies de distancia de la barrera RF intermedia, y/o cuentan con protección pasiva contra incendios con un rango de resistencia al fuego mínimo de una hora?

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3
- No - Continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 6: ¿Existe un sistema automático de extinción de incendios con agua de cobertura parcial en el área origen y están todas las fuentes de ignición de fuego fijas o presentes incluidas en la zona de cobertura de este sistema?

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3
- No - Continuar con la siguiente pregunta

Pregunta 7: ¿Proporciona la barrera degradada un mínimo de 20 minutos de resistencia al fuego, y están las fuentes de extinción de fuego presentes o fijas y los materiales combustibles o inflamables situados de forma que, hasta teniendo en cuenta la propagación del fuego a combustibles secundarios, la barrera degradada no se vea afectada por la acción directa del fuego?

- Sí - Los escenarios FDS3 se descartan, continuar con el Paso 2.3
- No - Mantener los escenarios FDS3 y continuar el análisis con el Paso 2.3

### **Paso 2.3 - Identificación de escenario de incendio y cribado de la fuente de ignición**

#### Tarea 2.3.1 - Identificación y recuento de fuentes de ignición

(Usar las hojas de trabajo de las páginas siguientes)

**Tabla A1.3 - Hoja de trabajo para la evaluación de frecuencia de incendio**

<b>Central nuclear:</b>					
<b>Descripción del área relevante de la planta:</b>					
<b>Identificador / designación del área de la planta:</b>					
Grupo de fuente de ignición	Nº de fuentes	Incendio base individual	Frecuencia asociada	Comentarios	HRR asociadas
Cables - No cualificados (Bajo/Medio/Alto) (Anexo 4)		1,6E-05/4,8E-4/ 1,4E-03			70 kW iniciales Ver Anexos 3 y 5
<b>Cabinas eléctricas:</b>					
Cabinas de interruptores (Barras de 6,3)	Térmicas		5,5E-05		70 kW, 200 kW
	Alta energía		4,7E-06		Ver Anexo 5
Cabinas eléctricas generales (CCM's, Centros de fuerza, inversores, cabinas de distribución, cargadores de baterías, etc)			6,0E-05		70 kW, 200 kW
Cabinas de control generales			6,0E-05		200 kW, 650 kW
SCP y cabinas de servicio a SCP			4,8E-03		200 kW, 650 kW
<b>Motores eléctricos:</b>					
Motores eléctricos (<100 HP)			6,5E-04		70 kW, 200 kW
Motores eléctricos (≥100 HP)			6,5E-04		200 kW, 650 kW
<b>Generadores - general:</b>					
Generadores diesel			5,6E-03		70 kW, 200 kW
Turbogeneradores de gas			3,2E-04		70 kW, 200 kW

Grupo de fuente de ignición	Nº de fuentes	Incendio base individual	Frecuencia asociada	Comentarios	HRR asociadas
Grupos motor-generator del sistema de protección del reactor		6,7E-04			70 kW, 200 kW
<b>Fuentes de hidrógeno:</b>					
Recombinador del hidrógeno (BWR)		5,5E-03			Ver Anexo 5
Tanques de almacenamiento de hidrógeno (Sí/No)		6,5E-04			Ver Anexo 5
Tuberías de hidrógeno-Cargadas (Sí/No)		9,7E-04			Ver Anexo 5
<b>Trabajos en caliente</b> (Bajo/Medio/Alto) (ver Anexo 4)		2,3E-05/6,9E-5/ 6,9E-04			Ver Anexo 5
<b>Grupo turbogenerador principal:</b>					
Incendio de excitatriz del turbogenerador (Sí/No)		1,4E-03			70 kW, 200 kW
Incendio de aceite del turbogenerador (Sí/No)		1,7E-03			Ver Anexo 5
Incendio de hidrógeno del turbogenerador (Sí/No)		1,4E-03			Ver Anexo 5
<b>Componentes misceláneos:</b>					
Compresores de aire (<100 HP)	Fuego de motor		1,5E-04		70 kW, 200 kW
	Fuego de aceite		1,0E-04		Ver Anexo 5



Grupo de fuente de ignición		Nº de fuentes	Incendio base individual	Frecuencia asociada	Comentarios	HRR asociadas
Compresores de aire (≥ 100 HP)	Fuego de motor		1,5E-04			200 kW, 650 kW
	Fuego de aceite		1,0E-04			Ver Anexo 5
Banco de baterías			1,9E-04			70 kW, 200 kW
Unidades de calentamiento de caldera			9,7E-04			Ver Anexo 5
Secadores eléctricos			5,4E-04			70 kW, 200 kW
Subsistemas de ventilación			6,0E-05			70 kW, 200 kW
<b>Bombas</b>						
Bomba de refrigerante del reactor (PWR)	Fuego de motor		6,2E-04			200 W, 600 kW
	Fuego de aceite		3,1E-04			Ver Anexo 5
Bomba de alimentación del reactor (BWR)	Fuego de motor		8,4E-05			200 kW, 650 kW
	Fuego de aceite		8,4E-04			Ver apéndice 5
Bombas de agua de alimentación principal	Fuego de motor		2,7E-04			200 kW, 650 kW
	Fuego de aceite		2,7E-03			Ver Anexo 5
Otras bombas (<100 HP)	Fuego de motor		5,0E-05			70 kW, 200 kW
	Fuego de aceite		5,0E-05			Ver Anexo 5
Otras bombas (≥100 HP)	Fuego de motor		5,0E-05			200 kW, 650 kW
	Fuego de aceite		5,0E-05			Ver Anexo 5
<b>Transformadores:</b>						
Transformadores - Exterior / Parque			4,2E-03			650 kW, 10 MW
Transformadores - Interior secos			1,1E-04			70 kW, 200 kW

Grupo de fuente de ignición	Nº de fuentes	Incendio base individual	Frecuencia asociada	Comentarios	HRR asociadas
Transformadores - Interior llenos de aceite		1,1E-04			650 kW, 2 MW
<b>Transitorios</b> (Bajo/Medio/Alto) (ver Anexo 4)		5,5E-05/1,7E-4/ 1,7E-03			70 kW, 200 kW ó ver Anexo 5

Tarea 2.3.2: Caracterización de las fuentes de ignición y

Tarea 2.3.3: Identificación de los blancos de daños o ignición más cercanos y vulnerables

Tarea 2.3.4: Cribado de fuentes de ignición (usando NUREG-1805 o gráfico de zonas de influencia)

**Tabla A1.4**

# fuente	Fuente - Descripción / Ubicación	Número de fuentes	De tabla A1.3	Factor de severidad (SF <sub>i</sub> )	Identificación de blanco (elemento esencial) más cercano	Distancia al blanco (ft)		Distancia crítica (ft) (de Tablas 2.3.2 a 2.3.4)		Número de fuentes mantenidas (es decir, no descartadas)
			HRR esperada			H	R	H	R	
			HRR de alta confianza							

Dimensiones del área de fuego: Ancho (m) \_\_\_\_\_ HRR más alta para las fuentes no mantenidas: \_\_\_\_\_ kW  
 Largo (m) \_\_\_\_\_ ¿Provoca esta HRR una capa de gas caliente perjudicial?  
 Alto (m) \_\_\_\_\_ o Sí o No (si la respuesta es Sí, mantener el escenario)

(Adjuntar impresiones de cualquier hoja de cálculo del NUREG-1805 que se haya usado)

Tarea 2.3.5: Cribado

- Todas las fuentes de ignición identificadas se descartan en la Tarea 2.3.4. El análisis de Fase 2 ha terminado y al hallazgo se le asignará un nivel de determinación de la significación Verde. No se realizarán los siguientes pasos y tareas de análisis
- Se mantienen una o más de las fuentes de ignición, aunque sólo sea con el valor de severidad superior. El análisis continúa con el Paso 2.4

**Paso 2.4 - Frecuencia de incendio para fuentes de ignición sin cribar**

Tarea 2.4.1: Estimación de la frecuencia de incendio nominal

Tarea 2.4.2: Cuantificación de hallazgos basada en el aumento de la frecuencia de incendio y

(Usar las hojas de trabajo de la página siguiente)

**Tabla A1.5 - Paso 2.4: Frecuencia de incendio para fuentes de incendio sin cribar**

#Fuente	Fuente de incendio sin cribar con valor indicado de HRR	Número de fuentes mantenidas (Tabla A1.4)	Frecuencia de incendio base individual (Tabla A1.3)	Factor de severidad (SF <sub>i</sub> ) (Tabla A1.4)	Factor de ajuste para aumento de frecuencia de incendio o medidas compensatorias* (AF <sub>i2.4</sub> )	Aumento de la frecuencia base**	Frecuencia de incendio revisada para fuente sin cribar
<b>Total (Σ F<sub>fuentes i</sub> X SF<sub>i</sub> X IIAF<sub>i2.4</sub>):</b>							

\* El factor de ajuste para aumento de frecuencia de incendio sólo se aplica a hallazgos de “prevención de incendios y controles administrativos” (ver análisis de Tarea 2.4.2). El crédito a medidas compensatorias sólo se aplica a transitorios o trabajos en caliente (ver análisis de Tarea 2.3.1)

\*\* El aumento de frecuencia base sólo se aplica a hallazgos de “prevención de incendios y controles administrativos” dentro de los programas de control de combustible (ver el análisis de Tarea 2.4.2).

Hipótesis / Comentarios / Observaciones: \_\_\_\_\_

$$\Delta CDF_{2.4} \approx (\sum F_{fuentes i} \times SF_i \times IIAF_{i2.4}) \times DF \times CCDP_{2.1.2} \text{ ó } CCDP_{2.1.3}$$

$$\approx \underline{\hspace{10em}}$$

### Tarea 2.4.3: Cribado

Comparar el cambio del valor actualizado de CDF, dado el nuevo cálculo de la frecuencia de incendio que refleja sólo las fuentes de incendio sin cribar, con los valores de la siguiente tabla.

<b>Tabla A1.6 – Fase 2: Criterios de cribado cuantitativo del Paso 4</b>		
<b>Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)</b>	<b><math>\Delta</math>CDF<sub>2.4</sub> Criterios de cribado</b>	
	<b>Degradación moderada</b>	<b>Degradación alta</b>
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5 <sup>1</sup>	
Protección localizada de cables o componentes	1E-5 <sup>1</sup>	
Parada segura tras incendio	1E-6	

<sup>1</sup> Esta entrada aplica a los hallazgos “Moderados A” y “Moderados B” que afectan a una barrera RF.

- $\Delta$ CDF<sub>2.4</sub> menor que el valor correspondiente de la Tabla A1.6 - el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- $\Delta$ CDF<sub>2.4</sub> mayor o igual que el valor correspondiente de la tabla A1.6. El análisis continúa con el Paso 2.5

## **Paso 2.5 - Definición de los escenarios de incendio específicos y segunda evaluación del camino independiente de parada segura**

Tarea 2.5.1: Identificación de escenarios específicos de crecimiento y daños del incendio (fuentes fijas de ignición)

Tarea 2.5.2: Identificación de escenarios específicos de crecimiento y daños del incendio (incendio de cables autoinflamables, transitorios, trabajos en caliente)

Tarea 2.5.3: Identificación de los escenarios específicos de daño de planta y

Tarea 2.5.4: Evaluación de la independencia del camino de parada segura para un escenario de incendio específico

(Usar la hoja de trabajo de la página siguiente)

**Tabla A1.7**

#Fuente	Fuente de incendio sin cribar con valor específico de HRR	Estado de FDS (traído sin especificar de Tabla 2.2.1)	Escenarios de estado de daños de planta	Independencia del camino de parada segura específico del escenario (Sí/No)	FDS del peor caso	Frecuencia de incendio revisada para fuentes no cribadas (de Tabla A1.5)	Factor de ponderación (Anexo 5)	CCDP <sub>i</sub> (de Tarea 2.1.2 ó 2.1.3)	Frecuencia de incendio revisada x CCDP <sub>i</sub>
<b>Total (<math>\sum F_{\text{fuente } i} \times SF_i \times \Pi AF_{i2.4} \times CCDP_{i2.1.2 \text{ ó } 2.1.3}</math>):</b>									

\* Los factores de ponderación sólo se aplican a transitorios y a las fuentes de trabajos en caliente (ver Anexo 5)

Adjuntar impresiones de cualquier hoja de cálculo de NUREG-1805 que se haya usado.

Hipótesis / Comentarios / Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$$\Delta CDF_{2.5} \approx (\sum F_{\text{fuente } i} \times SF_i \times \Pi AF_{i2.4} \times CCDP_{i2.1.2 \text{ ó } 2.1.3}) \times DF$$

$$\approx \underline{\hspace{10em}}$$

Tarea 2.5.5: Cribado

Si no se puede dar crédito al camino de éxito de parada segura para ninguno de los escenarios de incendio identificados en su peor estado de daños, se da por terminado el Paso 2.5 y el análisis continúa con el Paso 2.6.

Si se puede dar crédito al camino de parada segura para al menos una fuente de ignición, se realizará el cribado a partir de los valores y criterios incluidos en la siguiente tabla:

<b>Tabla A1.8 – Fase 2: Criterios de cribado cuantitativo del Paso 5</b>		
<b>Categoría de hallazgo asignada (del Paso 1.1)</b>	<b><math>\Delta CDF_{2.5}</math> Criterios de cribado</b>	
	<b>Degradación moderada</b>	<b>Degradación alta</b>
Prevención de incendios y controles administrativos	N/A	1E-6
Sistemas fijos de protección contra incendios	1E-5	
Confinamiento de incendio	1E-5 <sup>1</sup>	
Protección localizada de cables o componentes	1E-5 <sup>1</sup>	
SSD tras incendio	1E-6	

<sup>1</sup> Esta entrada aplica a los hallazgos “Moderados A” y “Moderados B” que afectan a una barrera RF.

- El valor de  $\Delta CDF_{2.5}$  es menor que el valor correspondiente de la Tabla A1.8. El hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis
- El valor de  $\Delta CDF_{2.5}$  excede el valor correspondiente de la Tabla A1.8. El análisis continúa con el Paso 2.6



**Paso 2.6 –  
Análisis de tiempos para escenarios  
de crecimiento y daños del incendio**

y

**Paso 2.7 –  
Análisis de la probabilidad de no  
extinción**

Adjuntar impresiones de cualquier hoja de cálculo del NUREG-1805 que se haya usado.

**Tabla A1.9**

(Redondear los tiempos al minuto entero más cercano - los de daño, a la baja; los de detección / extinción y respuesta manual, al alza)

# Fuente	Escenarios de estado de daño de incendio sin cribar	Tiempo de daño (Anexo 7)	Tiempo de detección (Anexo 8)	( $T_{\text{daño}} - T_{\text{detección}}$ )	Tiempo de actuación de extinción fija (Anexo 8 y NUREG-1805)	( $T_{\text{daño}} - T_{\text{supresión}}$ )

Hipótesis / Comentarios / Observaciones:

---



---



---



---

Tarea 2.7.4: Probabilidad de no extinción
**Tabla A1.10**

# Fuente	Escenarios de estado de daño de incendio sin cribar	PNS <sub>fijo</sub> (Tabla A8.2)	PNS <sub>manual</sub> (Tabla 2.7.1)	PNS <sub>escenario i</sub> (Anexo 8)

Hipótesis / Comentarios / Observaciones:

---



---



---

Tarea 2.7.5: Cribado

La contribución al riesgo o CDF estimada para cada escenario de incendio se basa en el producto de los siguientes factores:

#Fuente	Escenarios de estado de daños de incendio sin cribar	Frecuencia de incendio revisada x CCDP <sub>i</sub> (F <sub>fuelle i</sub> X SF <sub>i</sub> X IIAF <sub>i2.6</sub> X CCDP <sub>i2.1.2 o 2.1.3</sub> ) (de Tabla A1.7)	PNS <sub>i</sub> (de Tabla A1.10)	Frecuencia de incendio revisada
<b>Total (Σ F<sub>fuelle i</sub> X SF<sub>i</sub> X IIAF<sub>i2.4</sub> X CCDP<sub>i2.1.2 ó 2.1.3</sub> X PNS<sub>escenario i</sub>):</b>				

$$\Delta CDF_{2.7} \approx DF \times \Sigma [F_{\text{fuente } i} \times SF_i \times \Pi AF_{i 2.4} \times CCDP_{i2.12 \text{ ó } 2.1.3} \times PNS_{\text{escenario } i}]$$

$$\Delta CDF_{2.7} \approx \frac{\quad}{\quad}$$

Si  $\Delta CDF_{2.7}$  es menor o igual que  $1E-6$ , el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis. Si  $\Delta CDF_{2.7}$  es mayor que  $1E-6$ , el análisis continua con el Paso 2.8.

### **Paso 2.8 - Análisis de la respuesta de parada segura de la central**

Utilizar las hojas de trabajo apropiadas de sucesos iniciadores de la central del cuaderno de inspección informada en el riesgo, para poner en práctica las directrices del Paso 2.8 del Anexo F, y tener en cuenta la respuesta de parada segura de la central y las acciones humanas de recuperación necesarias para cuantificar el factor  $CCDP_i$  para cada escenario relevante de crecimiento y daños de incendio.

Adjuntar cualquier hoja de trabajo de sucesos internos y las determinaciones de la tabla de evaluación de acciones manuales empleadas para cuantificar cada  $CCDP_i$ .

(Usar la hoja de trabajo de la página siguiente)

**Tabla A1.12 - Paso 2.8: Análisis de la respuesta de parada segura de la central**

#Fuente	Escenarios de estado de daño de incendio sin cribar	HEP <sub>i</sub> (de Tabla 2.8.1 ó 2.8.2)	P <sub>SPi</sub> (de Tabla 2.8.3)	CCDP (cuando la acción manual tiene éxito)	CCDP (cuando la acción manual falla y se produce actuación espuria)	CCDP (cuando la acción manual falla y no se produce actuación espuria)	CCDP <sub>i</sub>

$$CCDP_i = [(1-HEP_i) \times CCDP(\text{si la acción manual tiene éxito})] + [HEP_i \times P_{SPi} \times CCDP(\text{si la acción manual falla y se produce actuación espuria})] + [HEP_i \times (1 - P_{SPi}) \times CCDP(\text{si la acción manual falla y no se produce actuación espuria})]$$

Donde: HEP<sub>i</sub> es el valor verdadero de la probabilidad de error humano para el escenario i (no el valor exponencial derivado de las tablas de HEP), y

P<sub>SPi</sub> es la probabilidad de actuación espuria para el escenario i.

**Paso 2.9 - Cuantificación y determinación preliminar de la significación**

Realizar una cuantificación final de los escenarios de FDS relevantes y asignar una determinación preliminar de la significación de los hallazgos.

<b>Tabla A1.12 - Paso 2.8: Análisis de la respuesta de parada segura de la central</b>					
<b>#Fuente</b>	<b>Escenarios de estado de daño de incendio sin cribar</b>	<b>Frecuencia de incendio revisada para fuente sin cribar (de Paso 2.4) (<math>F_{fuente\ i} \times SF_i \times IIAF_{i\ 2.4}</math>) (de Tabla A1.5)</b>	<b>Probabilidad de no extinción (PNS<sub>i</sub>) (Tabla A1.10)</b>	<b>CCDP<sub>i</sub> (Tabla A1.12)</b>	<b>Frecuencia de incendio revisada para fuente sin cribar</b>
<b>Total (<math>\sum F_{fuente\ i} \times SF_i \times IIAF_{i\ 2.4} \times PNS_i \times CCDP_i</math>):</b>					

Hipótesis / Comentarios / Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

La contribución al riesgo o  $CDF_i$  estimada para cada escenario de incendio se basa en el producto de los siguientes factores:

$$\Delta CDF_{2.8} \approx DF \times \sum_{i=1}^n [ F_i \times SF_i \times PNS_i \times CCDP_i ]_{\text{todos los escenarios}}$$

$$\Delta CDF_{2.8} \approx \underline{\hspace{15cm}}$$

Donde:

- n = Número de escenarios de incendio evaluados para un hallazgo dado (cubre todos los FDS relevantes)
- DF = Factor de duración del Paso 1.4
- $F_i$  = Frecuencia de incendio para la fuente de ignición i de la Tarea 2.4.1
- $SF_i$  = Factor de severidad para escenario i de la Tarea 2.4.1
- $AF_{i2.4}$  = Factores de ajuste de frecuencia específicos de la fuente de ignición del Paso 2.4
- $PNS_i$  = Probabilidad de no extinción para escenario i del Paso 2.7
- $CCDP_i$  = Probabilidad condicional de daño al núcleo para escenario i del Paso 2.8

Si el valor de  $\Delta CDF_{2.8}$  es menor o igual que  $1E-6$ , el hallazgo se clasifica como Verde y se termina el análisis. Si el valor de  $\Delta CDF_{2.8}$  es mayor que  $1E-6$ , el hallazgo es potencialmente significativo para el riesgo.

**ANEXO 2.- GUÍA PARA LA ASIGNACIÓN DE UN NIVEL DE DEGRADACIÓN,  
PARA LOS DISTINTOS ELEMENTOS DEL PROGRAMA DE PROTECCIÓN  
CONTRA INCENDIOS**

En este anexo se incluye una guía para la asignación de un nivel de degradación a distintos hallazgos. Se ofrecen directrices del nivel de degradación para cada una de las categorías de hallazgos definidas en el Paso 1.1.

**PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y CONTROLES ADMINISTRATIVOS**

Esta sección incluye directrices para la asignación de un nivel de degradación a hallazgos contra el programa de prevención de incendios y otros controles administrativos (p.ej. permisos para trabajos en caliente, programas de control de combustibles transitorios, servicio de vigilancia de incendios, etc.)

**Hallazgos contra los permisos de trabajos en caliente o disposiciones de vigilancia de incendios:**

Las degradaciones de vigilancia de incendios para trabajos en caliente pueden ser bajas y altas. A continuación se ofrece una descripción general de los niveles de degradación aplicados:

- Las degradaciones **bajas** se garantizan para violaciones de la inspección que no tengan efecto significativo en la probabilidad de que pueda ocurrir un incendio, o de que un incendio que sí ocurra no pueda ser extinguido rápidamente. A continuación se ofrecen algunos ejemplos de degradación baja:
  - Vigilancia de incendio no familiarizada específicamente con la instalación en la ubicación de los trabajos en caliente, los riesgos del trabajo y los procedimientos para dar la alarma en ese momento, tal y como se determina en una entrevista posterior a la realización de un servicio de vigilancia
  - Formación inadecuada en vigilancia de incendios: faltan los cursos básicos requeridos, los cursos de actualización y los simulacros de práctica
  - Casos en los que existe cerca un extintor portátil adecuado (en un radio de 30 pies - sin obstáculos), aunque los vigilantes no estén equipados adecuadamente con extintores o con otros equipos adecuados. Estos casos incluyen aquellos en los que existe cerca un extintor portátil, aunque:
    - ▶ No existe un extintor portátil en el servicio de vigilancia, aunque el permiso de trabajo en caliente exija uno
    - ▶ Hay un extintor descargado o cargado de forma incorrecta
    - ▶ Hay un extintor de tipo incorrecto para los riesgos de incendio de los que se trata o para las condiciones del emplazamiento (extintos de polvo químico seco para un área con grandes corrientes de viento)

- Violaciones del programa de permisos de trabajo, pero todas las medidas de prevención de incendios normalmente requeridas (p.ej. servicio de vigilancia de incendios bien equipado y entrenado) están aplicadas
- Violaciones asociadas con el mantenimiento de registros de trabajos en caliente
- La degradación **alta** implica que no está disponible la extinción temprana (mediante el servicio de vigilancia de incendios). A continuación se incluyen ejemplos de degradaciones altas:
  - Fallos en la aplicación de vigilancia continua de incendios en lugares desde donde se pueda controlar todas las áreas vulnerables a sufrir un incendio a causa de la operación de trabajos en caliente
  - Fallo en la aplicación de un servicio de vigilancia de incendios en el emplazamiento
  - Vigilancia de incendios no equipada adecuadamente con extintores o con otro equipo requerido. La falta de equipo adecuado incluye:
    - ▶ No existe un extintor portátil en el servicio de vigilancia, aunque el permiso de trabajo en caliente exija uno
    - ▶ Hay un extintor descargado o cargado de forma incorrecta
    - ▶ Hay un extintor de tipo incorrecto para los riesgos de incendio de los que se trata o para las condiciones del emplazamiento (de polvo para un área con grandes corrientes de viento)
  - El servicio de vigilancia de incendios no mantiene cualquiera de las siguientes condiciones<sup>1</sup> seguras durante las operaciones de trabajos en caliente:
    - ▶ No hay combustibles en la ubicación o los combustibles que no pueden trasladarse están blindados contra ignición
    - ▶ El equipo para trabajos en caliente que se empleará está en condiciones de operación satisfactorias y en buen estado
    - ▶ En los lugares en los que hay materiales combustibles en el suelo, como recortes de papel, virutas de madera o fibras textiles, el suelo deberá estar limpio en un radio de 35 ft (10,6m)
    - ▶ Suelos combustibles húmedos, cubiertos de arena húmeda o chapas resistentes al fuego en un radio de 35 ft (10,6m)
  - El servicio de vigilancia de incendios no mantiene dicha vigilancia durante al menos media hora después de terminar el trabajo en caliente en todos los puntos de observación necesarios

Nótese que los servicios de vigilancia de incendios que compensan la pérdida temporal de detección/extinción y/o barreras afectan principalmente al tiempo de detección/extinción

---

<sup>1</sup> Las condiciones seguras se obtuvieron de la lista de condiciones del apartado 3-3.2 de NFPA 51B, *Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work*, 1999.



temprana de incendios para fuentes de ignición que no sean de trabajos en caliente y se tratan en sus lugares correspondientes de este documento.

### **Hallazgos contra el programa de controles de combustible:**

Otro hallazgo que puede afectar a la frecuencia es la violación de los límites de control de combustibles transitorios, en concreto aquellos combustibles que podrían producir la ignición de un incendio a partir de las fuentes existentes de calor o energía eléctrica. Se consideran combustibles transitorios importantes desde el punto de vista de la frecuencia de incendio los líquidos con bajo punto de ignición (por debajo de 93,3°C) y combustibles de ignición espontánea (trapos aceitosos). Además de los combustibles, también se podrá considerar que afectan negativamente a la frecuencia de incendio de los compartimentos las pruebas de fumar tabaco o la existencia de calentadores o fuentes de calor sin autorizar.

Los niveles de degradación para hallazgos contra el programa de controles de combustible son alto o bajo (no se define nivel moderado). A continuación se incluyen algunos ejemplos de degradación baja y alta:

- **Degradación baja:**
  - Combustibles líquidos con bajo punto de ignición en cantidades superiores a las permitidas por el reglamento de la central, pero en contenedores aprobados
  - Combustibles sólidos en cantidades superiores a las permitidas por el reglamento de la central (plásticos, maderas, resinas de intercambio iónico, etc)
  - Botellas de gases combustibles (hidrógeno, acetileno, butano, etc) que se encuentren debidamente cerradas y protegidas
- **Degradación alta:**
  - Una cantidad medible de combustible líquido de bajo punto de ignición (93,3°C) por encima de la cantidad permitida por los controles de carga de combustible de la planta, sin vigilar, y sin contenedor aprobado
  - Botellas de gases combustibles (hidrógeno, acetileno, butano, etc) que presenten deterioros en sus conexiones y/o no estén protegidas adecuadamente para la ubicación en la que se encuentran
  - Almacenamiento sin vigilar de materiales de calentamiento espontáneo, como trapos aceitosos, que no están en un contenedor aprobado
  - Pruebas de fumar en un área en la que está prohibido fumar y contenga gases combustibles contenidos en tuberías, paneles, botellas u otros recipientes.
  - Un calentador o una fuente de calor no aprobados en el área

## DEGRADACIÓN DE LA DETECCIÓN Y EXTINCIÓN FIJA DE INCENDIOS

### DetECCIÓN DE INCENDIOS:

- Degradación **baja**:
  - Si un área tiene un sistema de detección degradado, pero existe un sistema de detección sin degradar redundante en la zona
  - Menos del 10% de los detectores de humo o de calor están degradados (no funcionan, están mal ubicados o faltan), y la detección funcional está disponible cerca de los combustibles de interés. (No aplicable para zonas con incendios potenciales por combustible sin confinar o líquido inflamable)
  - Menos del 25% de los detectores (humo o calor) están degradados (no funcionan, están mal ubicados o faltan) en áreas de ocupación continua
- Degradación **moderada**: Un nivel de degradación entre alta y baja
- Degradación **alta**: el sistema no funcionará
  - Alimentación desconectada
  - Detectores incompatibles con el sistema
  - Indicadores desactivados, inaudibles o no funcionales

### EXTINCIÓN BASADA EN AGUA:

- Degradación **baja**:
  - Menos del 10% de las boquillas no funcionan, y hay una boquilla funcional en un radio de 3,04m de los combustibles de interés, y el sistema cumple nominalmente con el código
- Degradación **moderada**:
  - Menos del 25% de las boquillas no funcionan
  - La boquilla funcional más cercana está entre 3,04 y 6,1 metros de los combustibles de interés.
- Degradación **alta**:
  - Sistema no funcional
  - 25% o más boquillas fuera de servicio
  - La boquilla más cercana está a más de 6,1 metros de los combustibles de interés

### Extinción gaseosa

Nota: Dependiendo del tipo de degradación, por ejemplo, un orificio que va hasta la sala de control, una degradación baja puede ser problemática. Esto quiere decir que el sistema puede ser eficaz extinguiendo el incendio, pero puede producir la evacuación de la sala de control o el uso de equipos autónomos de respiración por parte de los operadores de la sala de control.

- Degradación **baja**:
  - Orificio en la pared o el suelo menor que el área de un sello de penetración de 12,7cm (no a la sala de control o al área de parada remota)
  - Orificio en el techo de hasta 19,35 cm<sup>2</sup> (no a la sala de control o al área de parada remota)
  - Retardo en el tiempo de operación del sistema que excede al tiempo de diseño en 60 segundos o menos
  - Las boquillas de descarga están obstruidas
  - El tiempo de descarga excede al permitido en menos del 25%
  - Falta de datos de pruebas
  - Los datos de pruebas muestran una concentración para 15 minutos (donde se necesitan 20 minutos según las bases licencia)
  - La concentración alcanzable es 6% de gas extintor (donde se compromete un 7%), o 50% de CO<sub>2</sub> (donde se compromete un 60%) o por debajo de la concentración requerida de FE-13 o FM-200
- Degradación **moderada**:
  - Se alcanza la concentración de diseño, pero no se puede mantener el tiempo suficiente para asegurar la extinción del incendio
- Degradación **alta**: el sistema no funciona
  - Alimentación desconectada
  - Agente inadecuado para lograr la concentración exigida para incendios profundamente arraigados: menos del 5% de halón; menos del 40% de CO<sub>2</sub>

### **DEGRADACIÓN DE LA BARRERA RESISTENTE AL FUEGO (RF)** - Confinamiento de incendios y protección pasiva instalada localmente en cables o componentes

El enfoque para asignar un tipo de degradación para hallazgos de confinamiento de incendios y protección instalada localmente en cables o componentes (ver el Paso 1.1) es similar. El análisis para cuantificar estas dos categorías de hallazgos es también similar. Estas dos categorías cubren hallazgos de degradación para cualquier característica de las barreras RF pasivas.

Para las barreras RF se han definido cuatro niveles de degradación. En concreto, el nivel de degradación moderada se ha dividido en dos subniveles; estos subniveles son “Moderada A”

y “Moderada B”. Moderada B reflejará un nivel de degradación más grave que Moderada A, aunque ambas clasificaciones serán coherentes con la definición genérica de una degradación moderada, las dos implicarán un crédito substancial a pesar de la degradación observada. Esta distinción permite una discriminación adicional al evaluar las degradaciones de rendimiento contra una barrera RF o un elemento de la barrera.

<b>Tabla A2.1 - Niveles de degradación para aplicación a barreras RF y elementos de la barrera</b>	
<b>Baja</b>	Defecto menor observado que no afectará a la resistencia al fuego, no se aplica reducción de rendimiento
<b>Moderada A</b>	El rendimiento de la barrera RF se reduce aproximadamente al 65% de la clasificación nominal de resistencia al fuego
<b>Moderada B</b>	El rendimiento de la barrera RF se reduce aproximadamente al 35% de la clasificación nominal de resistencia al fuego
<b>Alta</b>	No existe barrera RF, o la integridad de la penetración / barrera RF está gravemente dañada - no se le da crédito a la barrera

Las directrices para asignar uno de los niveles de degradación anteriores dependen del tipo de barrera RF considerada. La tabla de las siguientes páginas ofrece ejemplos que ilustran cómo la degradación observada está relacionada con una clasificación de degradación para cada uno de los tipos de barrera RF. El inspector debe seleccionar el tipo de barrera RF más adecuada para la barrera que se está considerando y seguir con la evaluación

**Tabla A2.2 - Guía para clasificar un hallazgo de degradación observada en barrera RF, según el tipo de sistema de barrera que ha afectado la degradación**

Tipo de barrera	Características asociadas con cada nivel de degradación			
	Baja	Moderada A	Moderada B	Alta
Elastómeros: baja densidad / alta densidad (p.ej. espuma de silicona)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta menos del 10% de profundidad de sello requerida</li> <li>Las barreras/componentes no están en el programa de mantenimiento preventivo</li> <li>Materiales de sellado no incluidos en programa</li> <li>Más de 30,5 cm de material</li> <li>Mala calidad de estructura de células de espuma &lt;25% del área superficial</li> <li>Grietas pasantes menores de 0,31 cm en material de sellado de menos de 50% de la profundidad del sello</li> <li>Huecos o grietas pasantes en barrera de 0,31 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta 10 a 25% de profundidad de sello requerida</li> <li>Mala calidad de estructura de células de espuma de aproximadamente &gt;25% del área superficial</li> <li>No se ha probado ni evaluado la configuración desde los primeros 23 cm de profundidad al final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grietas de más de 1 cm en material de sellos que se extienden hacia la cara opuesta</li> <li>No se ha probado ni evaluado la configuración desde los primeros 15 cm de profundidad al final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha probado ni evaluado la configuración de los sellos y por debajo de los 15 cm de espuma</li> <li>&gt;50% de profundidad de barrera requerida eliminada o nunca instalada</li> <li>Grieta pasante o de diámetro equivalente mayor de 2,54 cm</li> </ul>

**Tabla A2.2 - Guía para clasificar un hallazgo de degradación observada en barrera RF, según el tipo de sistema de barrera que ha afectado la degradación**

Tipo de barrera	Características asociadas con cada nivel de degradación			
	Baja	Moderada A	Moderada B	Alta
Tablero de sacrificio y no sacrificio, manta (p.ej. lana mineral o fibra cerámica), termo-lag	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;10% de la profundidad del material de barrera eliminado o nunca instalado</li> <li>• Grieta pasante o diámetro equivalente de 1,27 cm o menos</li> <li>• Compresión de material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% a 25% de profundidad de diseño del material de barrera eliminado o nunca instalado sobre área de 38 cm<sup>2</sup></li> <li>• Grieta pasante o diámetro equivalente mayor que 1,27 cm hasta 2,54 cm</li> <li>• Soporte metálico de gran sección transversal o cables de gran sección transversal que entran en el revestimiento sin 5,08-15 cm de revestimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25% a 50% de profundidad de material de barrera de diseño sobre área de 38 cm<sup>2</sup>. Material eliminado o nunca instalado</li> <li>• Grieta pasante o diámetro equivalente de más de 2,54 cm hasta 5,08 cm</li> <li>• Soporte metálico de gran sección transversal o cables de gran sección transversal que entran en el revestimiento con menos de 5,08 cm de revestimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de barrera sin probar o evaluar</li> <li>• &gt;50% de profundidad de barrera requerida eliminada o nunca instalada</li> <li>• Grieta pasante o diámetro equivalente de más de 5,08 cm</li> </ul>
Sellos únicos / tipo bota	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desgarros graves, bandas sueltas, bandas abiertas, falta sello tipo bota exterior</li> <li>• Falta sello tipo bota en ambos lados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta soporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de 5,08 a 7,62 cm de sello</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin fibra cerámica</li> </ul>

Tabla A2.2 - Guía para clasificar un hallazgo de degradación observada en barrera RF, según el tipo de sistema de barrera que ha afectado la degradación

Tipo de barrera	Características asociadas con cada nivel de degradación			
	Baja	Moderada A	Moderada B	Alta
Hormigón y lechada de cemento o materiales de sello de penetración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grietas superficiales &lt;0,16 cm</li> <li>Grietas pasantes menores de 0,31 cm en barrera que no sean más del 50% del espesor requerido de barrera</li> <li>Huecos o grietas pasantes de barrera de 0,16 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta más del 30% de la profundidad requerida del hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grandes deformaciones de área superficial (más del 50% de superficie) que causarían mayor absorción de calor</li> <li>&lt;11,4 cm de espesor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grietas que interfieren con la integridad estructural</li> <li>&lt;5,08 cm de espesor</li> </ul>

Tabla A2.2 - Guía para clasificar un hallazgo de degradación observada en barrera RF, según el tipo de sistema de barrera que ha afectado la degradación

Tipo de barrera	Características asociadas con cada nivel de degradación			
	Baja	Moderada A	Moderada B	Alta
Puertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material incombustible de etiquetado de puerta no adecuado</li> <li>Varios orificios pequeños expuestos en puertas, los problemas de huecos de puertas no exceden el 25% de las especificaciones recomendadas por el fabricante o un hueco de hasta 1 cm</li> <li>Múltiples orificios en puerta a un lado de su superficie, con una abertura de menos de 1cm</li> <li>Holgura entre la hoja de la puerta y el suelo de más de 1,9 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pequeños orificios en puertas &lt;1 cm en ambos lados</li> <li>Dispositivos de puertas RF mal instalados (aparte del pestillo)</li> <li>Puerta RF doblada o retorcida con huecos menores de 2,54 cm</li> <li>Puerta RF con holguras de marco o suelo de hasta 2,54 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Múltiples agujeros en superficie de la puerta, con abertura mayor de 2,54 cm</li> <li>Pestillo de puerta no funcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La puerta se sostiene abierta o el pestillo está roto (no se puede cerrar)</li> </ul>



**Tabla A2.2 - Guía para clasificar un hallazgo de degradación observada en barrera RF, según el tipo de sistema de barrera que ha afectado la degradación**

Tipo de barrera	Características asociadas con cada nivel de degradación			
	Baja	Moderada A	Moderada B	Alta
Compuertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compuerta fuera del programa de inspección de mantenimiento</li> <li>Marcos de compuerta con hueco pasante de más de 1 cm</li> <li>La compuerta no se puede cerrar del todo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La compuerta se cerrará más del 95%, temperatura del fusible excesivamente alta o fusible mal instalado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La compuerta sólo cierra al 90%</li> <li>No hay compuerta en la barrera RF de conductos de acero</li> <li>La compuerta no está clasificada para cerrarse ante ventilación anticipada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La compuerta solo cierra el 90% o menos, o no se cierra</li> <li>Pestillo roto (cuando se requiere pestillo para cerrar)</li> <li>No hay compuerta instalada</li> </ul>
Conductos sin sellar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conductos menores de 2,54 cm con 0,91 m en cada lado de la barrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conductos &gt;10cm con más de 1,5 m en cada lado de la barrera, o &gt;5,08 cm con más de 0,91 m en cada lado de la barrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conductos &gt;10 cm con menos de 1,5 m en cada lado de la barrera, ó &gt;5,08 cm con menos de 0,91 m en cada lado de la barrera</li> </ul>	

### Cortina de agua

- Degradación **baja** - Menos del 10% de boquillas obstruidas o sucias, y no hay boquillas adyacentes.
- Degradación **moderada** - No aplica.
- Degradación **alta** - Más del 10% de boquillas obstruidas o sucias, o dos boquillas adyacentes sucias u obstruidas. Sistema no funcional.

### Blindajes de energía radiante

Nota: Si el blindaje de energía radiante es una barrera “cualificada” (Darmatt, Interram), usar el tipo de barrera apropiada que aparece en otra parte de esta tabla.

- Degradación **baja**:
  - La barrera obstruye completamente la línea de visión entre el blanco de interés y las fuentes potenciales de incendio que podrían afectar a elementos redundantes, y es incombustible
- Degradación **moderada**:
  - La barrera obstruye parcialmente la línea de visión entre el blanco de interés y las fuentes potenciales de incendio que podrían afectar a elementos redundantes, o
  - Es combustible, pero de material cualificado (Thermo-Lag)
- Degradación **alta**:
  - La barrera no obstruye la línea de visión entre el blanco de interés y las fuentes potenciales de incendio que podrían afectar a elementos redundantes, o
  - Es combustible y no está hecha de material cualificado

## HALLAZGOS DE PARADA SEGURA

Los hallazgos de parada segura están relacionados con degradaciones de aspectos operacionales de la parada segura tras incendio, como acciones manuales, análisis de circuitos asociados, análisis de circuitos requeridos, operación espuria, parada alternativa, procedimientos de respuesta ante incendio, análisis de parada segura tras incendio, etc.

La categoría de hallazgo de parada segura no pretende cubrir hallazgos contra la protección física del camino designado de parada segura, como barreras RF pasivas, detección de incendios o extinción del fuego. Los hallazgos contra las características de protección física los cubren otras categorías de hallazgos.

Para hallazgos relacionados con el programa de parada segura tras incendio del Titular, se han definido tres niveles de degradación con ejemplos:

<b>Tabla A2.3 - Guía para clasificar un hallazgo de degradación de parada segura observado</b>	
<b>Clasificación</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores de procedimiento tipográfico, en los que la intención queda clara o puede suponerse fácilmente por el contexto</li> <li>• Deficiencias menores de procedimiento que se compensan con la experiencia / familiaridad del operador</li> <li>• Deficiente iluminación de emergencia en las áreas donde se ha de realizar actuaciones manuales y en rutas de acceso y escape, no impidiendo realizar dichas acciones</li> <li>• Sistema de comunicaciones de emergencia incompleto</li> </ul>
<b>Moderada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discrepancias entre POEs y procedimientos de parada segura tras incendio</li> <li>• Equipos o herramientas no situados o localizados tal y como especifican los procedimientos</li> <li>• Formación de operadores incompleta en procedimientos de parada segura tras incendio</li> <li>• No parece posible realizar las acciones especificadas en el manual con el personal disponible</li> <li>• Deficiente iluminación de emergencia en las áreas donde se ha de realizar actuaciones manuales y en rutas de acceso y escape, dificultando la realización de dichas acciones</li> </ul>
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El análisis de parada segura tras incendio está incompleto</li> <li>• Las ubicaciones para las acciones requeridas en los procedimientos de parada segura son en áreas peligrosas ambientalmente (p.ej. temperaturas altas o bajas, alta humedad)</li> <li>• Las condiciones de la planta no pueden evaluarse o no pueden deducirse de inmediato a partir de la información disponible para los operadores, o tal y como se indica en los procedimientos de parada segura tras incendio o POE</li> <li>• El diseño de la planta o el diseño de componentes afecta de forma grave a la realización de las operaciones de parada segura por parte del operador</li> <li>• Falta de procedimiento de parada alternativo</li> <li>• Deficiente iluminación de emergencia en las áreas donde se ha de realizar actuaciones manuales y en rutas de acceso y escape, impidiendo realizar dichas acciones</li> <li>• Sistema de comunicaciones no válido</li> </ul>

### **ANEXO 3.-GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE CRECIMIENTO Y DAÑOS DEL INCENDIO**

#### **Tratamiento general de barreras resistentes al fuego (RF) localizadas y cubrimientos resistentes al fuego de conducciones de cables**

Las siguientes consideraciones se aplicarán en la evaluación de los posibles daños producidos en componentes o cables protegidos con un cubrimiento RF (p.ej. una barrera RF de conducciones de cables) o una imprimación retardante al fuego:

- Los componentes y cables se considerarán totalmente expuestos, a no ser que se protejan mediante una barrera RF con una clasificación específica de resistencia al fuego, establecida de acuerdo con los protocolos aceptados de pruebas estándar. No se dará crédito a sistemas de barrera sin clasificar.
- Se supondrá que los componentes y cables protegidos por una barrera RF no degradada con una clasificación mínima de resistencia al fuego de dos horas son invulnerables a los daños del incendio, a no ser que se identifique una fuente de incendio de alto riesgo (p.ej. un gran vertido de aceite o un transformador lleno de aceite) que pueda provocar una exposición directa de la barrera RF a las llamas.
- Los componentes y cables protegidos por un sistema de barrera RF con un rango de al menos 1 hora, instalada como parte de la estrategia de cumplimiento de los criterios de separación del Apéndice R III.G.2 por parte del Titular, sólo se considerarán como blancos de daño de incendio (es decir, susceptibles a fallos inducidos por el fuego) si se descubre algún aspecto degradado de la estrategia de protección contra incendios de III.G.2. La degradación debe estar relacionada con cualquier aspecto de la estrategia de cumplimiento del Titular, incluida la misma barrera RF, el sistema automático de extinción de incendios, el sistema automático de detección de incendios o la parada segura tras incendio.
- Los componentes y cables protegidos por un sistema de barrera RF con una resistencia al fuego de menos de una hora se consideran blancos de daños, pero al sistema de barrera RF se le dará crédito por ofrecer protección acorde con la resistencia al fuego demostrada.
- Los cables protegidos con una imprimación retardante al fuego se tratan como blancos expuestos a ignición y daños, a no ser que la imprimación tenga una resistencia al fuego demostrada. Si la imprimación es RF, se trata como una barrera RF coherente con los casos citados anteriormente.

- Los cables en conductos se consideran blancos de daños expuestos al fuego, pero no contribuyen a la propagación del incendio. Un conducto no es una barrera RF.

### **Consideración especial para exposición directa a llamas en una barrera RF de conducción de cables**

El análisis anterior describe cómo los cables y componentes protegidos mediante un cubrimiento de barrera RF local se tratan dentro de los escenarios de incendio generales. Aparte de las condiciones de un escenario general, se deberían tener en cuenta los posibles problemas de funcionamiento en condiciones graves de exposición al fuego. En concreto, si una fuente de incendio de alto riesgo puede provocar una condición de exposición directa a las llamas, una barrera RF de conducción de cables puede no proporcionar protección contra los daños producidos por el fuego.

La norma de cualificación de barrera RF que suele aplicarse (p.ej. ASTM E119 y documentos adicionales relacionados) se refiere a la exposición de un sistema de barrera RF en unas condiciones de temperatura relativamente duras. Sin embargo, la prueba estándar no incluye la exposición directa a las llamas, que puede crear una condición de exposición mucho más grave. Por lo tanto, el funcionamiento de un sistema de barrera RF no asegura si las condiciones de exposición al fuego suponen contacto directo con las llamas creadas por una fuente de incendio de alto riesgo.

Ejemplo 1: Los cables de parada segura redundantes cableados por debajo del grupo turbogenerador principal se protegen con barreras RF de una hora para conducciones de cables. En caso de un incendio grave que tiene que ver con un vertido de aceite del sistema de aceite de lubricación, los conductos de cables pueden verse expuestos a condiciones de contacto directo con las llamas.

Ejemplo 2: Los cables de parada segura redundantes están cableados directamente por encima de un transformador lleno de aceite. Los cables están protegidos mediante un cubrimiento RF de tres horas. En caso de un incendio catastrófico del transformador, las conducciones de cables pueden experimentar contacto directo con las llamas. Si existe una situación en la que se utilizan barreras RF en conducciones eléctricas en un área con fuentes de ignición de alto riesgo, de modo que el contacto directo de las llamas sobre las barreras sea posible, se debe garantizar un análisis de Fase 3. En estos casos, se recomienda pedir apoyo adicional de APS de incendios del CSN para el análisis de dichas configuraciones.

### **Reglas generales para el desarrollo de escenarios de incendio**

Se debe tener una fuente de ignición (algo que pueda iniciar un incendio) y un paquete de combustible que pueda arder. Si no existe alguno de los dos, no habrá un escenario creíble. A menudo tanto la fuente de ignición como el paquete de combustible inicial son elementos inherentes a un componente eléctrico. En otros casos (p.ej. transitorios, vertido de aceite), si hay un paquete de combustible disponible, se supondrá que puede introducirse una fuente de ignición que pueda comenzar el incendio. Las estadísticas de frecuencia de sucesos de incendio refleja de forma inherente la probabilidad de que dichos incendios se produzcan en

la experiencia real de la central; por lo tanto, la revisión no se centra de forma explícita en la identificación de una fuente específica para iniciar un incendio en concreto. En vez de ello, la revisión trata de identificar las fuentes de ignición a modo de paquete consolidado de ignición/combustible inicial. La probabilidad de que llegue a producirse una ignición se basa en los datos de sucesos, coherentes con las frecuencias de incendios estimadas ofrecidas por distintos paquetes de combustibles. Sin embargo, si no existe ninguna fuente de ignición en el área de fuego, no se podrán desarrollar escenarios de incendio, salvo los transitorios.

- Los cables clasificados según IEEE-383 como de baja propagación de llama no son una fuente de ignición, siempre que se compruebe que los dispositivos de protección (fusibles o interruptores automáticos) tienen el tamaño adecuado (no se postulará incendio de cables por autoignición).
- Para pequeños incendios de combustibles líquidos (menos de 3,78 litros), se postulan daños sólo si el blanco está en el penacho o sufre contacto directo de las llamas.
- Los incendios dentro de cabinas de metal sólido seguirán dentro de la cabina, a no ser que la cabina esté ventilada (es decir, tenga rejillas o aberturas de ventilación), las penetraciones de cables de la cabina no estén selladas (p.ej. en la parte superior del panel), o los combustibles estén en contacto directo con la cabina (excepción: fallos en arco)
- Los fallos eléctricos de alta energía (fallos en arco a 440 V CA y más) pueden propagar los daños fuera de las cabinas de metal sólido. En estos casos, se supondrá que el panel se rompe por el fallo inicial.
- Para cabinas ventiladas, el gráfico de zonas de influencia se aplica para determinar la zona de daño/ignición. En estos casos, el origen del incendio se sitúa a 1 pie por debajo de la parte superior de la cabina.
- Para un incendio de combustible líquido, el origen del incendio para el gráfico de zonas de influencia se situará en la superficie, y el ancho de la zona de influencia cubrirá toda la superficie del derrame.
- Para combustibles normales (papel madera, ropa anticontaminante, trapos, plástico), el origen del incendio se sitúa a 2 pies (0,61m) por encima del suelo en el centro de la ubicación postulada.
- Los papeles y trapos empapados de aceite expuestos se pueden considerar como fuentes de combustión espontánea.
- Se supone que la cantidad de combustibles transitorios para escenarios de incendio es el valor mayor entre estas dos opciones: la cantidad máxima para la que no se requiere permiso o las cantidades reales identificadas durante la inspección.
- El aceite en cajas de cojinetes cerradas no contribuye a un incendio.

- El aceite de lubricación en una configuración de “efecto de mecha” (aislamiento empapado en aceite, trapos aceitosos) arderá a temperaturas tan bajas como 500°F (260°C).

### Consideraciones específicas para el desarrollo de escenarios de propagación de incendios

En el Paso 2.3 se identificó el material combustible secundario más importante de una fuente de ignición dada. Suponiendo que la fuente de ignición permanece en la clasificación, es probable que este material arda durante el incendio. Pueden darse tres excepciones:

- Presencia en el área de fuego de un blanco de daño térmicamente frágil (p.ej. un panel de circuitos de estado sólido) dañado, pero no prendido fuego.
- Un caso en el que no exista ningún camino directo para la propagación del incendio, pero sí una fuente de intensidad suficiente para crear una capa perjudicial de gas caliente.
- Un caso en el que haya cables dañados por el fuego dentro de una conducción, pero que no contribuyen a la propagación del incendio, y en el que no se identifican más caminos de propagación.

Suponiendo que se da crédito a la ignición de al menos un material combustible secundario, es necesario postular la propagación del incendio, siempre que el incendio no se extinga. Se buscan caminos directos para la propagación. Es decir, no se supondrá a priori que el incendio vaya a envolver a todos los materiales combustibles del área de fuego, a no ser que puedan identificarse caminos y mecanismos creíbles para la propagación del incendio.

También se identificarán los escenarios de daños de incendio específicos (es decir, los conjuntos de blancos de daños de incendio) que corresponden a cada FDS de interés. La identificación de escenarios de daños de incendio requiere la identificación de blancos de daños específicos de componentes y cables que se supone fallarán como resultado de los correspondientes escenarios de crecimiento de incendio.

Los conjuntos de blancos de daños de incendio pueden ser únicos para cada escenario de fuente de ignición o puede ser comunes a dos o más escenarios de fuentes de ignición. En algunos casos, el mismo conjunto de blancos de daños de incendio puede aplicarse a todos los escenarios de fuente de ignición en el área de fuego. La capacidad para ajustar los conjuntos de blancos a escenarios específicos a menudo depende del nivel de información disponible sobre el trazado de los cables y componentes.

Ejemplo 1a: Se supone que la información de trazado de cables disponible es lo bastante detallada para distinguir la ubicación del blanco de cable específico dentro de un grupo concreto de bandejas de cables en el área de fuego. En este caso, el grupo de blancos de daño para las fuentes de ignición individuales puede adaptarse según la proximidad de los blancos de cables específicos.

Ejemplo 1b: La disponibilidad de información detallada sobre el trazado de cables puede usarse como base para definir múltiples conjuntos de blancos de daños para un escenario de fuente de ignición específico. En estos casos los conjuntos de blancos deben ser acumulativos: se añaden nuevos blancos conforme se propaga el daño del incendio dentro del área de fuego. El primer conjunto de blancos de daño puede incluir sólo el primer cable blanco. Un segundo conjunto puede incluir el mismo cable más un segundo cable, y así sucesivamente. (En la práctica, la cuantificación final del riesgo a menudo quedará dominada por uno de los conjuntos de blancos identificados. Es uno de los resultados posibles del Paso 2.8. En estos casos, deberá evaluarse cuándo un incendio ha pasado de FDS1 a FDS2.

Ejemplo 2: Se supone que la información sobre el trazado de cables es suficiente para identificar que uno o más cables relacionados con un sistema blanco potencial están situados dentro del área de fuego, pero su trazado específico dentro de dicha área se desconoce. En este caso, se puede suponer que el conjunto de blancos para todas las fuentes de ignición sin clasificar incluye estos cables. Se supondrá que el cable blanco está situado en la bandeja (o conducto) más cercano a cada fuente de ignición, y se excluye cualquier otra información que sugiera que esta hipótesis es demasiado conservadora (p.ej. se supone que un cable de potencia está cerca de una bandeja que sólo contiene cables de instrumentos).

*NOTA: No se espera recoger información adicional sobre trazado de cables o componentes, aparte de la proporcionada por el Titular. Se utilizará la información ofrecida por el Titular.*

*NOTA: Dado un incendio que se propaga, y con la aplicación de información específica sobre trazado de cables y componentes, puede que no sea posible identificar un conjunto de blancos de daño de incendio que pueda resultar importante para el riesgo en una fuente de ignición dada. Esto puede llevar a la clasificación de escenarios específicos de FDS relacionados con una fuente dada, o a la clasificación de una fuente de ignición en su totalidad.*

Ejemplo 3a: Si la información de trazado de cables demuestra que ninguno de los cables que se encuentran directamente por encima de una fuente de ignición son potencialmente importantes para el riesgo, la fuente de ignición puede ser incapaz de producir un escenario de incendio FDS1 importante para el riesgo. Aún así, debería considerarse el potencial para los escenarios FDS2 y FDS3 (de forma coherente con los resultados del Paso 2.3.)

Ejemplo 3b: Siguiendo con el ejemplo 3a, se determina que no existe camino directo para propagación del incendio más allá de los cables que se encuentran directamente por encima de la fuente de ignición, y (usando la herramienta de temperatura de la capa de gas caliente) que la combustión de dicha fuente en combinación con los cables que están sobre ella no basta para crear una exposición perjudicial a la capa de gas caliente. Por tanto, se concluye que no existen escenarios FDS2 creíbles para esta fuente de ignición.



Si no se pudiera definir ningún escenario de crecimiento y daños de incendio que sea creíble y potencialmente importante para el riesgo en una fuente de ignición específica, dicha fuente puede descartarse en futuros análisis (es decir, en el mismo contexto que otras fuentes de ignición que puedan haberse descartado en el Paso 2.3). Tras descartar una o más fuentes de ignición, la comprobación de la clasificación del Paso 2.4 (Tarea 2.4.4) debería repetirse si dichas fuentes contribuyeran de manera significativa a la frecuencia de incendio del área.

### **Reglas para el desarrollo del escenario de incendio en bandejas de cables**

- Los incendios en bandejas de cables horizontales se propagan a lo largo de la bandeja a una velocidad de diez pies por hora (3,05 m por hora).
- Puede considerarse la ignición de los cables termoplásticos y de los combustibles ordinarios (p.ej. papel, madera) expuestos a temperaturas de 400°F (205°C).
- Puede considerarse la ignición de los cables termoestables expuestos a temperaturas de 625°F (330°C).
- Suponiendo que la primera bandeja de cables en una pila de bandejas de cables horizontales está dentro de la zona de influencia de una fuente de ignición dada, la propagación del incendio dentro de la pila se supondrá de la siguiente forma:
  - Fuente de exposición para la primera bandeja: la bandeja arde en el momento de daño/la ignición usando la correlación de temperatura de penacho.
  - De la primera a la segunda bandeja: 4 minutos después de la ignición de la primera bandeja.
  - De la segunda a la tercera bandeja: 3 minutos después de la ignición de la segunda bandeja.
  - De la tercera a la cuarta bandeja: 2 minutos después de la ignición de la tercera bandeja.
  - De la cuarta a la quinta bandeja: 1 minuto después de la ignición de la cuarta bandeja.
  - Resto de bandejas en la pila: 1 minuto después de la ignición de la quinta bandeja.
- Propagación a bandejas adyacentes:
  - Si hay una segunda pila de bandejas de cables junto a la primera, se supone que la propagación a la primera bandeja (la más baja) de la segunda pila se produce cuando el fuego se propaga a la tercera bandeja de la pila original (es decir, 7 minutos después de la ignición de la primera bandeja de la primera pila).
  - La propagación subsiguiente del incendio en la segunda pila imitará el crecimiento continuo del incendio en la primera pila (p.ej. la segunda bandeja de la segunda pila arderá a los 2 minutos de la ignición de la primera bandeja de la segunda pila, y al mismo tiempo que la cuarta bandeja de la primera pila)

- La propagación del incendio se producirá a la misma velocidad en las pilas a ambos lados de la pila de bandejas original.

### **Consideraciones específicas para el desarrollo de escenarios de incendios que no se propagan**

En el caso de incendios que no se propagan, se determina que no existe base para definir un camino de propagación de incendio más allá de la misma fuente de ignición (es decir, no existen materiales combustibles expuestos dentro de la zona de influencia de las fuentes de ignición). En este caso, debería identificarse un conjunto de blancos de daño, si es posible. Estas fuentes se retendrían en el Paso 2.3 sólo si pudieran causar daños a al menos un blanco de daño de incendio identificado. Se identificará el alcance completo de blancos de daño de fuego que puedan resultar dañados.

- Escenarios de capa de gas caliente: Si los incendios de una fuente específica de ignición son lo bastante intensos para causar daños mediante la capa de gas caliente a los cables y/o componentes del área, todos los cables y/o componentes vulnerables formarán el conjunto de blancos de daño de incendio. Dichos conjuntos se considerarán dentro del contexto de los escenarios de incendio FDS2; por lo tanto, los componentes y cables protegidos mediante un sistema de barrera RF no degradado con una duración de resistencia al fuego de al menos una hora no se considerarán vulnerables. Todos los cables y componentes no protegidos se considerarán vulnerables. Los daños a cables o componentes protegidos mediante un sistema de barrera degradado se considerarán vulnerables, siguiendo la clasificación de degradación asignada (p.ej. basada en el tiempo de protección).
- Escenarios con daños a cables en conductos: Como se indica en el Paso 2.3, los cables en conductos se consideran blancos de daños potenciales, pero no contribuyen a la propagación del incendio, ni a su intensidad. Por lo tanto, si una fuente de ignición específica tiene potencial para dañar los cables dentro del conducto, estos cables se convierten en conjunto de blancos de daño. No se supone camino de propagación de incendio. El daño del incendio puede relacionarse con escenarios FDS1 y/o FDS2, dependiendo de si cualquiera de los conductos de blanco está envuelto con materiales degradados de barrera RF. Los gráficos de zona de influencia del Paso 2.3 pueden usarse para identificar los blancos potenciales de daños dentro del alcance del incendio no propagado.
- Escenarios con blancos de daño térmicamente frágiles: En el caso de incendios que no se propagan que pueda causar daños a blancos térmicamente frágiles, el tratamiento es paralelo al de los escenarios de capa de gas caliente.

*NOTA: En un incendio que no se propaga y en el que se aplica la información específica de trazado de cables y componentes, puede que no sea posible identificar un conjunto de blancos de daño potencialmente importante para el riesgo. Por ejemplo, puede que el blanco de daño más cercano resulte no tener importancia, y que los demás blancos que sí sean importantes no estén dentro de la zona de*

*influencia de la fuente de ignición. En estos casos, la fuente de ignición del incendio no propagado puede descartarse en análisis posteriores (es decir, en el mismo contexto en el que otras fuentes de ignición puedan haberse descartado en el Paso 2.3). La comprobación de clasificación del Paso 2.4 (Tarea 2.4.4) debería repetirse si la fuente de ignición recién descartada era un contribuyente significativo de la frecuencia de incendio del área.*

### **Consideraciones especiales para escenarios FDS3**

Ver el Anexo 7 “Guía para el análisis de los tiempos de crecimiento y daños del incendios” para obtener información sobre la definición de escenarios de incendio FDS3.

**ANEXO 4.- INFORMACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN: FRECUENCIA DE INCENDIO, INSTRUCCIONES DE RECUENTO, CARACTERÍSTICAS APLICABLES DE SEVERIDAD DE INCENDIO Y CURVAS APLICABLES DE EXTINCIÓN MANUAL DE INCENDIO**

**Tabla de caracterización de fuentes de ignición**

Ver las instrucciones de recuento adicionales al final de la tabla.

<b>A4.1 - Caracterización de escenarios de fuentes de ignición según frecuencia de incendios, características de severidad de incendio y curva de extinción manual de incendio aplicable</b>				
<b>Grupos de fuentes de ignición</b>	<b>Nº de fuentes</b>	<b>Frecuencia de incendio por unidad de recuento (/ry)</b>	<b>Usar estas características de severidad de incendio</b>	<b>Usar esta curva de extinción manual de incendio</b>
<b>Cables – No cualificados</b>				
Carga baja	por área de fuego	1,6E-05	Incendio por autoignición de cable	Incendios de cables
Carga media		4,8E-04		
Carga alta		1,4E-03		
<b>Cabinas eléctricas:</b>				
Cabinas de interruptores	por sección vertical distinta	5,5E-05	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
Cabinas eléctricas generales		4,7E-06	Fallos de energía	Fallos de energía
		6,0E-05	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
Cabinas de control generales	6,0E-05	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos	
SCP y cabinas de servicio a SCP	por cada sala de control	4,8E-03	Incendio eléctrico grande	Sala de control principal
<b>Motores eléctricos:</b>				
Motores eléctricos - (<100HP)	por motor	6,5E-04	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
Motores eléctricos - (≥100HP)		6,5E-04	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos
<b>Generadores - general:</b>				
Generadores diesel	por generador	5,6E-03	Motores y calentadores	Todos los sucesos
Generadores de turbina de gas		3,2E-04		
Conjuntos MG del sistema de protección del reactor		6,7E-04		
<b>Fuentes de hidrógeno:</b>				
Recombinador de H <sub>2</sub> (BWR)	por recombinador	5,5E-03	Incendio de gas	Todos los sucesos
Tanques de almacenamiento de H <sub>2</sub>	por tanque de H <sub>2</sub>	6,5E-04	Incendio de gas	Todos los sucesos
Tuberías normalmente cargadas – H <sub>2</sub>	por área de fuego con tubería cargada	9,7E-04	Incendio de gas	Todos los sucesos
<b>Trabajos en caliente:</b>				
Trabajos en caliente - bajo		2,3E-05	Autoignición de cables, transitorios	Trabajos en caliente /
Trabajos en caliente - medio		6,9E-05		

<b>A4.1 - Caracterización de escenarios de fuentes de ignición según frecuencia de incendios, características de severidad de incendio y curva de extinción manual de incendio aplicable</b>				
<b>Grupos de fuentes de ignición</b>	<b>Nº de fuentes</b>	<b>Frecuencia de incendio por unidad de recuento (/ry)</b>	<b>Usar estas características de severidad de incendio</b>	<b>Usar esta curva de extinción manual de incendio</b>
Trabajos en caliente - alto		6,9E-04	u otros (ver texto)	soldaduras
<b>Grupo turbogenerador principal:</b>				
Incendio de excitatriz TG	por excitatriz	1,4E-03	Incendio eléctrico pequeño	Turbogenerador
Incendio de aceite TG	por sistema de aceite de lubricación	1,7E-03	Incendio de aceite	
Incendio de hidrógeno TG	por sistema de H2	1,4E-03	Incendio de gas	
<b>Componentes misceláneos:</b>				
Compresores de aire (<100HP)	por compresor	1,6E-04	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
		1,0E-04	Incendio de aceite	Todos los sucesos
Compresores de aire (≥100HP)		1,6E-04	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos
		1,0E-04	Incendio de aceite	Todos los sucesos
Bancos de baterías	por grupo de baterías interconectadas	1,9E-04	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
Unidades de calentamiento de caldera	por caldera	9,7E-04	Motores y calentadores	Todos los sucesos
Secadores eléctricos	por secador	5,4E-04	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
Subsistemas de ventilación	por sistema de ventilación principal	6,0E-05	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
<b>Bombas:</b>				
Bomba de refrigerante del reactor (PWR)	por bomba de refrigerante del reactor	6,2E-04	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos
		3,1E-04	Incendio de aceite	Todos los sucesos
Bomba de alimentación del reactor (BWR)	por bomba de alimentación del reactor	8,4E-05	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos
		8,4E-04	Incendio de aceite	Todos los sucesos
Bombas de agua de alimentación principal	por bomba de agua de alimentación principal	2,7E-04	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos
		2,7E-03	Incendio de aceite	Todos los sucesos
Otras bombas (<100HP)		5,0E-05	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
		5,0E-05	Incendio de aceite	Todos los sucesos
Otras bombas (≥100HP)		5,0E-05	Incendio eléctrico grande	Incendios eléctricos

Por bomba

<b>A4.1 - Caracterización de escenarios de fuentes de ignición según frecuencia de incendios, características de severidad de incendio y curva de extinción manual de incendio aplicable</b>				
<b>Grupos de fuentes de ignición</b>	<b>Nº de fuentes</b>	<b>Frecuencia de incendio por unidad de recuento (/ry)</b>	<b>Usar estas características de severidad de incendio</b>	<b>Usar esta curva de extinción manual de incendio</b>
		5,0E-05	Incendio de aceite	Todos los sucesos
<b>Transformadores:</b>				
Exteriores/Patio	por transformador	4,2E-03	Fuente de incendio muy grande	Parque de intemperie
Interiores secos		1,1E-04	Incendio eléctrico pequeño	Incendios eléctricos
Interiores, llenos de aceite		1,1E-04	Transformadores llenos de aceite, interiores	Todos los sucesos
<b>Combustibles transitorios:</b>				
Transitorios - bajo	por área de fuego	5,5E-05	Combustibles transitorios y sólidos	Transitorios
Transitorios - medio		1,7E-04		
Transitorios - alto		1,7E-03		

### Instrucciones adicionales de recuento

#### **Cabinas eléctricas - todos los tipos:**

- Contar las secciones verticales distintas
- No contar los cubículos individuales para dispositivos como interruptores y CCM (centros de control de motores) - contar las secciones verticales
- No contar paneles eléctricos montados en pared totalmente cerrados y cajas de conexiones
- Las cabinas eléctricas generales incluyen CCM, centros de fuerza, interruptores, cabinas de distribución eléctrica, cargadores de baterías, inversores y todos las demás cabinas similares que suelen estar relacionadas con la distribución eléctrica y/o con la conmutación eléctrica
- Las cabinas de control general incluyen cabinas de relés, cabinas de acondicionamiento de señales, cabinas de transmisión de señales múltiplex, cabinas para control local de sistemas y componentes tales como el generador diesel, paneles de parada remota, y todos las demás cabinas similares que suelen estar relacionadas con las funciones de instrumentación y control de la planta

#### **Cabinas eléctricas - Cabinas de sala de control principal y de servicio a sala de control principal:**

- Las "cabinas de servicio a la sala de control principal" se refieren a las cabinas situadas en el área inmediatamente contigua a la sala de control principal, que podrían estar situados dentro de la sala de control principal en otras plantas. Estas áreas a menudo se conocen como "áreas de equipo eléctrico auxiliar", "salas de relés" o "salas de bastidores"

de relés". Se pueden usar otros nombres según la central específica. No todas las plantas tienen estas áreas de fuego; si no existen, estas cabinas se sitúan dentro de la sala de control principal

**Motores eléctricos:**

- No contar motores de 5 HP o menos
- No contar ningún motor que ya forme parte de otra fuente de ignición:
  - Los motores de las bombas se cuentan como parte de la bomba
  - Los motores de ventiladores / soplantes de ventilación se cuentan como parte de un subsistema de ventilación

**Componentes misceláneos - Compresores de aire:**

- No contar compresores de aire si el motor de accionamiento es de 5 HP o menor

**Componentes misceláneos - Baterías:**

- Contar bancos de baterías interconectados
- No contar baterías pequeñas (p.ej. elementos de baterías individuales) relacionadas con alimentación de reserva de un componente pequeño
- No contar baterías de alumbrado de emergencia

**Componentes misceláneos – Subsistemas de ventilación:**

- No contar ventiladores montados en pared si el motor es de 5HP o menor

**Bombas - Otras bombas:**

- No contar bombas pequeñas de muestreo
- No contar bombas si el motor de accionamiento es de 5 HP o menor

**Transformadores - Transformadores de interior secos:**

- Contar sólo los transformadores que tengan un tamaño de al menos 1 pie cúbico
- Contar los transformadores montados en pared si satisfacen otros criterios de recuento
- No contar los transformadores de alumbrado
- No contar los transformadores de potencia de control
- No contar pequeños transformadores integrados como componente individual dentro de un panel eléctrico más grande - se incluyen como parte del panel
- Los cargadores de baterías y los inversores se cuentan como cabinas eléctricas generales

**Clasificaciones de probabilidades para cables no cualificados:**

- **Baja** - se usa en áreas que tienen pocas bandejas de cables y que normalmente están llenas a menos de la mitad de su capacidad. Por ejemplo, este nivel puede usarse para un área de fuego en la que hay cuatro bandejas de cables verticales unidas a una pared, y en la que cada bandeja de cables contiene un máximo de 10 cables. Áreas típicas a las que se les asigna una carga baja de cables son las salas de bombas.

- **Media** - se usa para áreas que tienen varias bandejas de cables que suelen estar llenas a más de la mitad de su capacidad. Por ejemplo, este nivel puede usarse para un área de fuego en la que hay cuatro bandejas de cables verticales unidas a una pared, y en la que las cuatro bandejas llevan un gran número de cables. Salas típicas a las que se les asigna una carga media de cables son las salas de interruptores.
- **Alta** - se usa para áreas que tienen una alta concentración de bandejas de cable (p.ej. la sala de cables, bóvedas de cables, galerías de cables, otras áreas usadas como paso de cables, p.ej. áreas de penetraciones eléctricas)

Para aquellas áreas de la planta donde los únicos cables que no están cerrados son pequeñas secciones (es decir, de unos pocos pies de longitud) que suministran alimentación a los equipos pequeños del área de la central, puede suponerse que estos cables no contribuyen a la frecuencia de incendio del área. Por ejemplo, puede que la sala en la que se encuentra una bomba de evacuación de calor residual no contenga cables, salvo un cable de potencia de 3 pies de longitud entre el motor de la bomba y el suelo.

La mayoría de las bandejas de cables tienen una construcción de tipo escalera y, por tanto, están abiertas a ambos lados. Algunas bandejas pueden tener un fondo sólido, una cubierta de chapa metálica en la parte superior, o ambos (es decir, fondo sólido y cubierta de chapa metálica). En el último caso, las bandejas no están selladas herméticamente. Por lo tanto, un incendio dentro de la bandeja de cables puede afectar a otros cables adyacentes. El analista puede decidir incluir estas bandejas totalmente cerradas en el cálculo de frecuencia de incendio. Sin embargo, algunas bandejas de cables pueden estar totalmente envueltas o encerradas en un material o una construcción retardador de incendio. En estos casos el analista puede ignorar la influencia de estas bandejas en la frecuencia de incendio.

#### Clasificaciones de probabilidad para transitorios:

Los criterios para asignar una clasificación relativa de probabilidad de incendios transitorios se centran en los siguientes factores:

- Frecuencia de paso del personal general de la central que circula por un área - una frecuencia de paso mayor tiende a indicar una clasificación de probabilidad mayor.
  - Excepción: una vigilancia de incendios itinerante o una ronda de seguridad de rutina que pase por un área no será indicativa de una probabilidad mayor de incendio transitorio.
- Ocupación normal durante operaciones a potencia - unos niveles y tasas de ocupación mayores se consideran indicativos de una clasificación de probabilidad mayor.
  - Excepción: la ocupación continua de la sala de control principal no se considerará un indicativo de una probabilidad de incendios mayor, ya que se espera una vigilancia extraordinaria en esta área de fuego.
  - Excepción: una vigilancia de incendio continua en un área de fuego no se considerará indicativa de una probabilidad mayor de incendio transitorio.
- Frecuencia de actividades de mantenimiento realizadas en el área - las actividades de mantenimiento pueden introducir combustibles transitorios y/o fuentes de ignición y aumentar la clasificación de probabilidad
- Prácticas de almacenamiento de materiales transitorios - las áreas recibirán una clasificación de probabilidad mayor si, debido a la práctica de la central, se usan para



almacenar materiales transitorios tales como basura, materiales de mantenimiento, líquidos inflamables, materiales de embalaje, etc. o para almacenar materiales cuando se espera una parada u otra actividad de mantenimiento. El almacenamiento puede ser ocasional y temporal (por lo general indicativo de una clasificación media) o continuo (por lo general indicativo de una clasificación alta)

- Restricciones impuestas por controles administrativos - la existencia de menos controles administrativos restrictivos relacionados con la actividad y/o con materiales combustibles se entiende como indicación de una mayor probabilidad de incendio transitorio.

Teniendo en cuenta estos factores, la clasificación de probabilidad relativa de incendio transitorio se asigna de la siguiente forma:

- **Baja** - aplica a las áreas de fuego que normalmente están cerradas a todo tipo de tráfico, que no se visitan a menudo (no más de una vez por semana), que no están ocupadas durante las operaciones normales de la planta, y en las que las actividades de mantenimiento suelen estar prohibidas durante las operaciones normales a potencia de la planta. Además, el área de fuego está sujeta a controles administrativos que no permiten dejar fuentes de combustible transitorio desatendidos en el área (p.ej. no se permite el almacenamiento de materiales transitorios; los materiales de mantenimiento no pueden dejarse sin vigilancia). Ejemplos:
  - **Las galerías de tuberías** que sólo contienen tuberías, que son accesibles pero que el personal de planta no suele visitar, pueden considerarse áreas de nivel de combustible transitorio "bajo".
  - También se puede asignar un nivel bajo a **una sala de cables con cables**, si se supone que el acceso a la sala está estrictamente controlado y que existen controles administrativos como los anteriormente descritos. El nivel bajo se puede aplicar a otras áreas similares, tales como la bóveda de cables o las áreas de galerías.
  - Normalmente se aplicará un nivel bajo a las **salas de control principal**.
  - Normalmente se aplicará un nivel bajo a la **estructura de contención**.
- **Media** - se usa en áreas que tienen un tráfico peatonal de ocasional a frecuente (no más de una vez por turno, y el área no es un camino de acceso/tránsito regular), o que están ocasional, pero no continuamente, ocupadas durante las operaciones normales de la planta. Puede permitirse el almacenamiento moderado de transitorios. También se aplicaría un nivel medio a un área de fuego en la que se permiten actividades de mantenimiento durante las operaciones a potencia de la planta, pero estas actividades están sujetas a estrictos controles administrativos, tales como permisos específicos de actividad y/o programas de control de combustible, y son relativamente infrecuentes (p.ej. no más de una vez por año de operación). Ejemplos:
  - Un área de fuego que normalmente no está cerrada con llave, pero que no se usa para acceder a otras partes de la central puede considerarse como área de nivel "medio" de combustibles transitorios. Una **sala de panel de distribución de CC** al final de un pasillo puede ser una sala de este tipo.
  - La sala no está cerrada con llave, pero sólo pueden entrar unos cuantos miembros del personal una o dos veces por turno.

- Las operaciones normales de la planta pueden, muy de vez en cuando, suponer la ocupación del área por personal de planta durante varias horas.
  - También se le puede asignar un nivel medio a una **sala de cables** que contenga otros **componentes**, además de cables.
  - Pueden almacenarse elementos en la sala de forma temporal, por ejemplo para realizar trabajos de reparación en equipos cercanos. Este almacenamiento debería ser poco frecuente y no rutinario.
  - Los trabajos de reparación/mantenimiento que puede suponer la introducción de combustibles transitorios o fuentes de ignición (p.ej. actividades de cambio de aceite de bombas o mantenimiento de rutina de cojinetes del motor) son relativamente comunes (p.ej. dos o más veces al año) mientras la planta está en operación.
  - La mayoría de las **salas de bombas** y áreas **del edificio del reactor** o del **edificio auxiliar** entrarían dentro de esta categoría (son posibles excepciones de casos específicos).
  - La mayoría de las **salas de interruptores (barras de 6,3)** entrarían en el nivel medio.
  - Las **salas de baterías** generalmente se clasifican en el nivel medio, dependiendo de la frecuencia de las actividades de mantenimiento de las baterías.
- **Alta** - se usa en áreas con mucho tráfico peatonal, que están ocupadas de forma frecuente o continua, en las que suelen almacenarse elementos transitorios, en las que suelen agruparse los desechos de la central en cantidades significativas para su recogida posterior, a las que suelen llevarse fuentes de ignición, y/o en las que son relativamente comunes las actividades de mantenimiento durante operación normal.  
Ejemplos:
    - Aquellas partes de una central eléctrica con características similares a una oficina pueden considerarse como “altas”. En estas áreas hay personal presente durante gran parte del tiempo. Se llevan al área y almacenan elementos de papel (es decir, cartas, informes, salidas de impresora, etc.). Pueden usarse pequeñas herramientas o aparatos eléctricos (p.ej. platos de calefacción, calentadores portátiles, hornos microondas, cafeteras) una vez cada pocas semanas o más. Algunos ejemplos son las áreas de control de acceso de protección radiológica, las salas de descanso, cualquier área usada para preparar comida y los puestos de seguridad. Téngase en cuenta que esta categoría no se aplica a la sala de control principal en sí, pero que puede aplicarse a la cocina o a las áreas de seguridad relacionadas con o cerca de la sala de control principal.
    - Cualquier área en la que no esté prohibido fumar o en la que haya pruebas de que se fuma y contenga gases explosivos.
    - Un área con una papelera abierta en la que suele haber una cantidad sustancial de basura general.
    - Un área en la que se almacena o recoge el equipo de protección radiológica (p.ej. equipo de salto, guantes, botas, etc.), incluidas las áreas de salida y vestuarios.
    - Cualquier área usada para el almacenamiento (permanente o temporal) de fluidos inflamables o combustibles.
    - Un área de almacenamiento en la que se reparan o construyen equipos antes de llevarlos a otras partes de la planta para su instalación.
    - Un área en la que se almacenan los materiales antes de una parada programada.

- Un área de carga y descarga de camiones.
- Un área donde los trabajos en caliente son relativamente comunes durante las operaciones a potencia de la planta.
- En la mayoría de las centrales, las **áreas dentro del edificio de turbina, del edificio de servicios, de las salas del generador diesel, de la estructura de toma y de residuos nucleares** suelen clasificarse como con alto potencial de incendio de combustibles transitorios.

Clasificaciones de probabilidad para trabajos en caliente:

- Como punto de partida, para la clasificación de probabilidad de incendios para trabajos en caliente se usa la misma clasificación de probabilidad asignada al área de fuego para incendios transitorios. Sin embargo, pueden considerarse las condiciones específicas de la planta, si dicha información está disponible fácilmente, y puede asignarse una clasificación de probabilidad alternativa apropiada para trabajos en caliente.

Las clasificaciones de probabilidad de incendios de trabajos en caliente son representativas de las siguientes condiciones:

- **Baja** - áreas de fuego donde los trabajos en caliente están prohibidos durante las operaciones a potencia de la planta.
- **Media** - áreas de fuego en las que pueden realizarse actividades de trabajos en caliente durante operación a potencia, pero que se espera que se produzcan de forma esporádica (p.ej. del orden de una vez por año de operación).
- **Alta** - áreas de fuego en las que se permiten las actividades de trabajos en caliente, y que es probable que se produzcan durante operación a potencia (p.ej. del orden de dos o más veces por año de operación).

*Nótese que las anteriores categorías de clasificación presumen que todas las actividades de trabajos en caliente de la planta están sujetas a controles administrativos (p.ej. programas de permisos para trabajos en caliente y vigilancia de incendios), independientemente de su ubicación.*

## ANEXO 5.- CARACTERIZACIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN NO SIMPLES

### Incendios por autoignición de cables

El procedimiento para la caracterización de incendios por autoignición de cables es el siguiente:

- Determinar si los incendios por autoignición de cables son posibles  
Los incendios por autoignición de cables se consideran posibles **sólo** para cables termoplásticos o termoestables sin cualificar. Se supondrá que estos incendios son **imposibles** para cables termoestables clasificados como de baja propagación de llama según la norma IEEE-383. Si los incendios por autoignición de cables no son posibles, no se tendrán en cuenta en el análisis de SDP para protección contra incendios (no será necesario desarrollar ningún escenario de incendio por autoignición de cables).

Este enfoque supone la existencia de dispositivos adecuados de corte de corriente (fusibles y/o interruptores) para todos los cables. Si esta hipótesis no es aplicable, se le debería pedir ayuda al personal especialista de protección contra incendios del CSN.

- Determinar si los incendios por autoignición de cables deberían incluirse en los cálculos de riesgos

La **frecuencia** de que ocurra un incendio por autoignición de cables en una ubicación específica es **baja**, incluso si tales incendios son posibles. En la mayoría de las áreas de fuego, el riesgo de incendio suele estar dominado por incendios relacionados con otras fuentes fijas de ignición, en gran parte porque estos incendios son simplemente mucho más frecuentes. Por lo tanto, una estimación justificable del cambio de riesgo de incendio puede normalmente calcularse sin analizar de forma explícita los escenarios de incendio por autoignición de cables.

Los escenarios de incendio por autoignición de cables sólo deben analizarse si existe un conjunto específico de cables blanco de daño de parada segura tras incendio que no se vean amenazados por ninguna fuente fija de ignición. Esto podría ocurrir bajo las siguientes condiciones:

- El área de fuego que se analiza no contiene fuentes fijas de ignición (p.ej. una galería de cables o una sala de cables que sólo contiene cables), o
- Todas las fuentes fijas de ignición que podrían amenazar a los cables fueron descartadas en el Paso 2.3, o
- No hay ninguna fuente de ignición lo bastante cerca de los cables blanco como para causar ignición/daños

**Incluir un análisis específico de incendios por autoignición de cables si y sólo si se cumple una o más de las anteriores condiciones.** Si no se cumple ninguna, no se analizarán estos escenarios.

- Escoger una zona crítica de ignición

Un incendio por autoignición de cables comenzará en una ubicación específica: el punto de ignición. Son posibles muchos puntos de ignición, y la importancia de un punto dado es específica para cada caso. La importancia de un punto de ignición dado depende de su proximidad a los blancos de daño térmico (otros cables de importancia para el riesgo). Las ubicaciones en las que un incendio puede causar daños críticos (pérdida de un conjunto de blancos de daño térmico importantes para el riesgo) se conocen como puntos críticos de ignición.

En algunos casos, el punto crítico de ignición puede ser una ubicación bastante específica:

- El conjunto crítico de blancos de daño térmicos pueden ser dos cables situados en bandejas de cables distintas que cruzan un lugar específico. En este caso, es muy probable que los puntos de ignición cerca del punto de cruce sean los más significativos para el riesgo.

A menudo una combinación de puntos críticos de ignición pueden formar una zona crítica:

- Si la ubicación de los blancos de daño importantes para el riesgo está mal caracterizada, puede suponerse que un incendio en casi cualquier lugar podría causar un daño crítico.
- Si todos los cables críticos están situados en una bandeja de cables específica, cualquier punto de ignición que pueda amenazar dicha bandeja, incluida una ignición dentro de la bandeja de cables, será un punto crítico de ignición en potencia.

En la práctica, la unión de varios puntos críticos de ignición se convierte en una zona crítica de ignición. Esta zona debe definirse para el área de fuego que se está analizando.

- Calcular el factor de ponderación de la zona crítica de ignición

Se usa un factor de ponderación para caracterizar la probabilidad de que se inicie un incendio dentro de la zona crítica de ignición, en comparación con el resto de ubicaciones posibles. El factor de ponderación se basa en los pies lineales de la bandeja de cable dentro de la zona crítica de ignición, frente a los pies lineales de las bandejas de cable en el área de fuego.

$WF = (\text{metros lineales de bandejas en la zona crítica de ignición}) / (\text{metros lineales totales de bandejas en el área de fuego})$

El factor de ponderación (WF) se aplica como un multiplicador de la frecuencia de incendio del área de fuego para incendios por autoignición de cables.

- Hipótesis de caracterización de incendios

Tras la ignición, la subsiguiente propagación del incendio entre las bandejas de cables expuestas se trata según las reglas generales para propagación de incendios dentro de una pila de bandejas de cables (consultar Anexo 3)

Una vez que se ha producido la ignición de una bandeja de cables, incluida la bandeja en la que se supone que comenzó el fuego, se supone que todos los cables de esa bandeja están dañados por el fuego (no hay retardo adicional).

Si se necesita una tasa de liberación de calor específica para un caso concreto, puede considerarse que el incendio inicial por autoignición de cable tiene una intensidad de incendio de 70 kW. Esto permite representar el incendio por autoignición en la matriz de características de incendio para fuentes de ignición simples. Conforme se propaga el incendio, la intensidad del mismo aumenta según el área superficial de las bandejas de cables que están ardiendo. Se supone una tasa de liberación de calor de fuego de 400 kW/m<sup>2</sup> de bandeja de cables ardiendo.

### **Fallos debidos a arcos eléctricos que causan incendio**

Tanto los centros de interruptores como de fuerza (440 V o más) están sujetos a un modo de fallo único y, como resultado, a unas características de incendio únicas. En concreto, estos tipos de distribución eléctrica de alta energía y paneles de interruptores están sujetos a fallos de arco eléctricos. Este modo de fallo conduce a la liberación rápida de energía eléctrica en forma de calor, cobre vaporizado y fuerza mecánica. Los fallos de este tipo suelen denominarse como fallos o incendios de equipo eléctrico de alta energía, energéticos o explosivos.

El escenario de arco o fallo energético se suma a la posibilidad de un incendio general o térmico de los mismos componentes. Es decir, los centros de interruptores o de carga están sujetos a **dos tipos de incendios**, el de cabina eléctrica general y el de fallo por arco. La frecuencia de incendio, las características del incendio y la curva de supresión manual son únicas para cada tipo de incendio. Al tratar los centros de conmutación y de carga deben tenerse en cuenta ambos tipos de incendio. Este apartado sólo describe los incendios por fallo de arco.

El fallo por arco se inicia en una cabina eléctrica específica escogida para representar el escenario de incendio de interés. El fallo se inicia como resultado del arco eléctrico, ya sea entre una fase y tierra o entre fase y fase. El fallo suele producirse en el lado de entrada del equipo (es decir, en el sentido eléctrico, el lado del equipo por el que entra la alimentación al dispositivo, y no en el lado de salida del dispositivo). El crecimiento del incendio y los daños del mismo para un incendio por fallo de arco se caracterizan por las siguientes hipótesis:

- El fallo de arco inicial producirá un fallo destructivo del dispositivo defectuoso.
  - Este fallo no es recuperable.
- El siguiente dispositivo de protección contra sobreintensidad situado aguas arriba en el circuito de alimentación eléctrica que lleva al dispositivo que ha fallado inicialmente se abrirá, lo que supondrá la pérdida de todos los componentes alimentados por esa barra eléctrica.

- La liberación de plasma de cobre y/o choque mecánico hará que se abran los elementos del centro de media tensión o de carga más cercanos dentro del mismo banco de cabina y en todas las direcciones (encima, debajo, a los lados).
  - Si la primera sección de la cabina más cercano está esencialmente vacío, se supondrá la apertura de la siguiente sección de la cabina (p.ej., los tramos centrales de un banco de conmutación suelen incluir un tramo transversal de cabina que está esencialmente vacía).
- La cabina o sección de la cabina en el que se produce el fallo de arco inicial se abrirá por el impacto de la liberación inicial de energía.
- El incendio subsiguiente (o perdurable) de la cabina seguirá ardiendo de forma coherente con el “incendio eléctrico pequeño”, usando una intensidad de incendio del percentil 98 (es decir, 200 kW) y un factor de gravedad de 1,0.
  - Para los escenarios de fallo de arco no se considerará el incendio eléctrico pequeño del percentil 75.
- Cualquier cable sin proteger que caiga en la parte superior del panel en una configuración de caída al aire libre se incendiará
  - Los cables en conducto o en una envoltura contra incendios se consideran protegidos en este contexto.
  - Los cables blindados con revestimiento expuesto de plástico se consideran no protegidos en este contexto.
- Cualquier cable no protegido de la primera bandeja de cables aéreos arderá en el momento de producirse el fallo de arco inicial, siempre que la primera bandeja esté en un radio de 1,5m de distancia vertical de la parte superior de la cabina. El incendio de la bandeja de cables se propagará a las otras bandejas según las directrices generales ofrecidas en este documento para el tratamiento de incendios de bandejas de cables, suponiendo que el tiempo para ignición de la primera bandeja es cero, y no los cinco minutos normales (consultar las “Reglas para el desarrollo de escenarios de incendio en bandejas de cables” de la Tarea 2.5.1)
  - Se aplica a cualquier bandeja de cables situada justo encima del panel
  - Se aplica a cualquier bandeja de cables sobre el pasillo directamente frente o detrás de la cabina defectuosa, siempre que parte de dicha bandeja esté en un radio de 12” horizontales con respecto al panel frontal o trasero de la cabina
  - Los cables en conducto o en una envoltura contra incendios se consideran protegidos en este contexto
  - Los cables blindados con revestimiento expuesto de plástico se consideran no protegidos en este contexto
- Cualquier componente vulnerable o elemento estructural móvil/funcional situado dentro del radio de 1m horizontales de los paneles/puertas delanteros o traseros, y en la parte superior o bajo ella del tramo defectuoso de la cabina, sufrirá daños físicos y fallos
  - Esto incluye elementos estructurales móviles/funcionales como compuertas o puertas cortafuegos.
  - Esto incluye componentes eléctricos o electromecánicos potencialmente vulnerables, como cables, transformadores, ventiladores, otras cabinas, etc.

- Esto excluye elementos estructurales fijos, como paredes, suelos, techos y sellos de penetraciones intactos.
- Esto excluye componentes grandes y componentes puramente mecánicos, como bombas grandes, válvulas, tuberías principales, tuberías de rociado contra incendios, u otras tuberías grandes (2,54 cm de diámetro o más)
- Esto puede incluir pequeñas líneas de alimentación de aceite, tuberías de aire de instrumentos u otras tuberías de diámetro pequeño (menos de 2,54 cm)
- Los cables expuestos u otros materiales expuestos inflamables o materiales combustibles transitorios situados en la misma zona también arderán.
  - Los materiales inflamables expuestos incluirían las bandejas de cables verticales
  - Las cabinas o transformadores no lo son
  - Los transitorios podrían serlo
  - Las bandejas de cables verticales que están revestidas o cubiertas no lo son
  - Los materiales dentro de un segundo panel cerrado no arderán aunque estén dentro de esta distancia

### Ajuste de las características de fuentes de incendios transitorios

Si un hallazgo contra el programa de controles administrativos tiene que ver con la identificación de tipos o cantidades de material inapropiados dentro de un área de fuego, las características de la fuente de ignición transitoria se ajustan para reflejar la condición hallada.

#### Determinar si debe ajustarse la intensidad del incendio:

La tabla de intensidades del incendio para fuentes de ignición simples incluye valores para paquetes combustibles transitorios típicos del tipo que suele encontrarse en la central. Estas características de incendio limitan las fuentes de incendios transitorios de la siguiente forma:

- Un solo cubo de basura de plástico o metal de hasta 208 litros cargado de basura general, como papel, materiales de embalaje, etc.
- Hasta tres pequeños cubos de basura para oficina con basura general (p.ej. del orden de 7,5/15litros cada uno, normalmente de plástico o construcción de fibra de vidrio).
- Un solo palé de madera.
- Un cajón para embalar pequeño (de no más de 0,4 litros).
- Un cubo de plástico de hasta 26,5 litros (p.ej. un cubo de pintura usado) con materiales de limpieza (p.ej. trapos, cepillos, no más de 12 litros de disolventes de limpieza).
- Una o dos bolsas de basura de plástico que contengan basura en general.
- 0,9 litros de disolventes inflamables que queden en el contenedor.
- 3,78 litros de líquidos combustibles que queden en el contenedor (p.ej. pintura, aceite).
- Un cubo de grasa abierto de hasta 3,78 litros.
- Vertido de líquidos combustibles o inflamables de no más de 1 metro de diámetro (una superficie de 0,65 metros cuadrados).
- Un solo cubo de recogida para ropa protectora (p.ej. en el área de salida y vestuarios).



Si las condiciones halladas **exceden** los ejemplos anteriores, la intensidad del incendio debería aumentar para reflejar dichas condiciones.

En la mayoría de los casos, bastará con aumentar los valores de intensidad en un nivel, usando para ello la tabla para fuentes de incendio simples. Esto significa que el incendio esperado (percentil 75) aumenta de 70 a 200 kW, y que el incendio de alta confianza (percentil 98) aumenta de 200 a 650 kW.

Si, a juicio del analista, las condiciones halladas siguieran sin quedar limitadas por el uso de los valores modificados, se recomienda pedir ayuda adicional al personal especialista de protección contra incendios del CSN.

### Factores de ponderación para incendios transitorios

Puede aplicarse un factor de ponderación para reflejar la probabilidad de que se produzca un incendio transitorio en una ubicación específica, frente a todas las demás ubicaciones posibles del área de fuego en la que puede ocurrir el incendio. Cuando se aplica, la frecuencia de incendio transitorio del área de fuego se multiplica por el factor de ponderación para estimar la frecuencia de incendio del escenario de incendio. Es decir, el factor de ponderación reduce la frecuencia de incendio transitorio para toda el área de fuego a la del escenario de incendio específico en la ubicación específica.

- Si la inspección observó combustibles transitorios en un lugar específico, y el escenario de incendio transitorio que se analiza sitúa el incendio más o menos en la misma posición, NO se aplica factor de ponderación. La frecuencia de incendio transitorio total puede aplicarse a incendios situados en el lugar donde el material de combustible transitorio se sitúa en la práctica.

Puede también escogerse una ubicación arbitraria para el desarrollo de un escenario de incendio transitorio. En general, el incendio transitorio se sitúa de modo que se optimice el potencial de daño. En este caso, se aplica un factor de ponderación según el área relativa de suelo representada por el área de suelo crítica frente al área de suelo total para posibles ubicaciones del incendio transitorio:

- Determinar en qué parte del área de fuego podrían estar almacenados los materiales combustibles transitorios temporal o permanentemente.
  - Excluir los caminos normales, espacios libres designados (p.ej. frente a los paneles de distribución eléctrica) y las áreas que no sean accesibles.
  - Incluir ubicaciones que pueden no estar pensadas para el almacenamiento de dichos materiales, pero que puedan utilizarse temporalmente para ello por conveniencia (p.ej. puede que se metan los materiales bajo una bandeja de cables para "quitarlos de en medio")
  - Estimar el espacio de suelo total en el que se considera posible almacenar de forma temporal o permanente el material combustible transitorio (el área de suelo "posible")
- El área de suelo crítica es un subconjunto del área de suelo "posible".

- Identificar los blancos potenciales de daño y los caminos potenciales de propagación de incendio requeridos para que un incendio de combustible transitorio alcance a dichos blancos de daño.
- Usar los diagramas de bolas y columnas para determinar si un incendio transitorio podría realmente causar daños o iniciar la propagación de incendio requerida si se sitúa en distintos lugares dentro del área de suelo "posible".
- Estimar el área de suelo total en la que es posible la propagación / los daños del incendio (el área de suelo "crítica").
- El factor de ponderación es el área de suelo "crítica" dividida por el área de suelo "posible":

$$WF_{\text{transitorios}} = (\text{área de suelo crítica} - m^2) / (\text{área de fuego posible} - m^2)$$

- En la mayoría de los casos, se escoge una ubicación que represente de forma conservadora todos los incendios de combustible transitorio. La ubicación se escoge para minimizar el tiempo de crecimiento y daños del incendio.
  - Si el área de fuego contiene dos o más conjuntos únicos de blancos separados espacialmente, pueden analizarse ubicaciones adicionales y escenarios de incendio transitorio adicionales. A cada escenario se le debe asignar su propio factor de ponderación usando el método anterior.
  - Al sumarlo, el factor de ponderación para todos los escenarios de incendio transitorio no debe superar 1,0 (en la mayoría de los casos, la suma será menor de 1,0).

### **Incendios de trabajos en caliente**

Para los incendios de trabajos en caliente, se supondrá que dichos trabajos llevan a la ignición de combustibles transitorios, cables expuestos o materiales de aislamiento, dependiendo de la situación específica. Los combustibles transitorios podrían incluir materiales inflamables usados junto con los trabajos en caliente en sí (p.ej. revestimiento de plástico o materiales de andamios no ignífugos).

- Si se supone que el trabajo en caliente prende fuego a los transitorios, tratar el incendio posterior como cualquier otro incendio de combustible transitorio. Las condiciones halladas pueden reflejarse en la caracterización del incendio.
- Si se supone que el trabajo en caliente prende los cables expuestos, tratar el incendio posterior como un incendio por autoignición de cables.
- Si se supone que el trabajo en caliente prende los materiales de aislamiento, buscar ayuda del personal especialista de protección contra incendios del CSN.

### **Factores de ponderación para incendios de trabajo en caliente**

Puede aplicarse un factor de ponderación a incendios de trabajos en caliente.

- Determinar si existe una ubicación o ubicaciones designadas dentro del área de fuego en las que se realicen las actividades de trabajos en caliente, o si puede identificarse una ubicación en la que se lleven a cabo dichos trabajos en la gran mayoría de los casos.
  - Si existe dicha ubicación, los incendios de trabajo en caliente deberían postularse normalmente para el área de esta ubicación (p.ej. dentro del alcance de las chispas del trabajo en caliente).
  - Si sólo se desarrolla un escenario de incendio de trabajos en caliente, el factor de ponderación es 1,0 (en la práctica, no se aplica factor de ponderación).
  - Si se desarrolla más de un escenario de incendio de trabajos en caliente, a cada escenario se le asigna la fracción correspondiente de la frecuencia de incendios total (si se desarrollan tres escenarios, cada uno usa un factor de ponderación de 1/3).
- Si las actividades de trabajos en caliente aparecen de forma equivalente en varias ubicaciones, usar un enfoque similar al discutido para incendios transitorios:
  - Identificar las ubicaciones “posibles” de incendio de trabajos en caliente.
  - Identificar las ubicaciones “críticas” de un incendio iniciado por trabajos en caliente, usando el diagrama apropiado de bolas y columnas, o las reglas para la propagación de incendio en bandeja de cables.
  - Calcular un factor de ponderación basado en el tamaño relativo del espacio de suelo de las ubicaciones “críticas” contra las “posibles”.
  -

### **Incendios por vertido de combustibles líquidos**

Un vertido de combustible líquido puede involucrar aceite, combustibles de motor, disolventes inflamables o cualquier otro líquido combustible o inflamable usado o almacenado en la planta.

Se necesitarán directrices adicionales para completar la evaluación de Fase 2 de estos incendios. Para tratar estos incendios se consultará al personal especialista de protección contra incendios del CSN. Las directrices generales para el análisis de estos casos se ofrecen a continuación.

- Determinar el volumen del vertido:

El volumen del vertido establece la carga de combustible. El volumen vertido para los valores de intensidad de incendios esperada (percentil 75) y de alta confianza (percentil 98) se establece como sigue:

  - El volumen de vertido esperado es la liberación del 10% del aceite contenido, y
  - El volumen de vertido de alta confianza es el 100% del aceite contenido.

Estas hipótesis pueden modificarse para adaptarlas a una aplicación específica, según el criterio del inspector.

- Determinar el tamaño del vertido:

Un segundo factor crítico en un incendio de derrame de combustible líquido es el área superficial del derrame que arde. El área puede limitarse mediante restricciones físicas o a través de la profundidad del vertido de combustible:

- La propagación del combustible se contendrá mediante características físicas, tales como paredes, bordillos y canaletas, si los hubiera.
  - Cuando no se puede confinar un vertido mediante características físicas, el líquido se extenderá hasta que se alcance alguna profundidad límite de combustible. La profundidad límite depende del tipo de combustible (principalmente de su viscosidad). Se establece entonces el área de superficie del derrame según el volumen de combustible total.
- Determinar la intensidad del incendio:

Existen correlaciones de modelado simple disponible para predecir la intensidad del incendio para un incendio de derrame ardiendo, según las propiedades del material y el tamaño del vertido.

### Incendios graves relacionados con el grupo turbogenerador

Para las inspecciones relacionadas con el edificio de turbina, puede que se necesite tratar incendios graves relacionados con el grupo turbogenerador principal. En este caso, se necesitarán directrices adicionales para terminar el análisis de Fase 2. Para tratar estos incendios se necesitará la ayuda del personal especialista de protección contra incendios del CSN.

Este caso particular refleja la experiencia de incendios que hayan afectado a plantas en todo el mundo (ver el NUREG/CR-6738 para una discusión más completa de estos sucesos). Se han observado varios incendios en los que el fallo catastrófico del grupo turbogenerador principal (p.ej. un suceso de expulsión de álabe) ha conducido a un gran vertido de aceite de lubricación y/o gas hidrógeno del turbogenerador. Estos incendios son un reto único. En al menos un caso, se produjo el **derrumbe** estructural del edificio de turbina a unos **15** minutos del fallo inicial.

### Incendios de hidrógeno

Los incendios de hidrógeno pueden producirse como resultado de una fuga de los tanques de hidrógeno, de las tuberías de hidrógeno y/o cerca de una superficie de cojinete/sello que contenga hidrógeno dentro del equipo de proceso (p.ej. el grupo turbogenerador o los recombinadores de hidrógeno).

Si en un área dada los incendios de hidrógeno pueden ser un factor significativo para la cuantificación del riesgo, se necesitarán directrices adicionales para terminar el análisis de Fase 2. Para tratar estos incendios se necesitará la ayuda del personal especialista de protección contra incendios del CSN.

## ANEXO 6-. GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE BLANCOS Y SUS CRITERIOS DE IGNICIÓN Y DAÑOS

La identificación de los blancos de ignición y daños más cercanos a menudo conlleva la identificación de cables como blancos de daño y de ignición. A menudo el mismo cable representa ambos blancos. Se supondrá que los criterios de ignición y daños para cables son iguales. Los criterios de flujo de calor y temperatura para daños y/o ignición se identifican como sigue:

Tabla A6.1 - Criterios de cribado para la evaluación de la ignición y los daños potenciales en cables eléctricos		
Tipo de cable	Criterios de calor de radiación	Criterios de temperatura
Termoplástico	6 kW/m <sup>2</sup> (0,5 BTU/ft <sup>2</sup> s)	205°C (400°F)
Termoestable	11 kW/m <sup>2</sup> (1,0 BTU/ft <sup>2</sup> s)	330°C (625°F)

Existen algunas reglas adicionales para su aplicación en la tarea de identificación de blancos:

Los cables en conductos se considerarán blancos potenciales de daño, pero **no** de ignición. Los cables en conductos no contribuirán al crecimiento y propagación del incendio. No se dará crédito al conducto como retardador del inicio del daño térmico.

Los cables con imprimación retardante al fuego se considerarán como blancos de daños térmicos y de propagación de incendio. En el análisis de Fase 2 no se le dará crédito a la imprimación por retardar o evitar el inicio del daño y/o de la ignición.

Al identificar los blancos de daños, no incluir componentes directamente dentro o asociados con la fuente de ignición en sí. Se supondrá de forma inherente que la fuente de ignición sufrirá daños en cualquier incendio en la que ella sea la fuente, de modo que no es necesario seguir la evaluación de los componentes como blancos de daño.

Ejemplo: para un incendio en un panel eléctrico, se supone que todos los equipos y componentes dentro del panel fallan. Según la directriz de recuento, un panel se define como una sección vertical distinta dentro de este contexto.

Ejemplo: En caso de un incendio por autoignición de cables, se supone que todos los cables de la conducción de cables iniciadora fallan de forma inmediata tras la ignición (tiempo cero).

### Configuraciones mixtas de aislamiento de cables / tipo de cubierta

Existen cables constituidos por un aislamiento termoestable y una cubierta termoplástica y, viceversa. Los cables blindados pueden tener un blindaje de metal desnudo expuesto, o pueden tener un revestimiento termoestable o termoplástico sobre el blindaje metálico. Para estos casos resulta necesario tener en cuenta algunas consideraciones especiales.

En el proceso del SDP, el análisis no distingue entre comportamientos de ignición y daños. La ignición de un cable se toma como una indicación de fallo inminente. En la evaluación de si un cable se trata como termoestable o termoplástico, el vínculo más débil es el que predomina. Por ejemplo, un cable con aislamiento termoestable y una cubierta termoplástica se tratará con los criterios de daño de un cable termoplástico, para reflejar así la resistencia reducida a la ignición del material de la cubierta. Un cable con aislamiento termoplástico y una cubierta termoestable también se tratará como termoplástico, debido a la probabilidad de fusión del material de aislamiento.

La siguiente tabla ofrece una matriz de decisiones para la selección del conjunto de propiedades de fallo/ignición que se aplicarán a un cable dado.

<b>Tabla A6.2 - Matriz de decisiones para selección de propiedades de cables</b>		
<b>Construcción / Configuración de cables</b>		<b>Conjunto de parámetros de ignición / daños que se empleará</b>
<b>Tipo de aislamiento</b>	<b>Tipo de cubierta / revestimiento</b>	
TE	TE	TE
TE	TP	TP
TP	TE	TP
TP	TP	TP
Blindado - TE	TE o sin revestimiento	TE
Blindado - TE	Revestimiento TP	TP
Blindado - TP	TE, TP o sin revestimiento	TP

TE = Termoestable      TP = Termoplástico

Blancos distintos a cables eléctricos pueden ser vulnerables a daños por incendios. Grandes componentes estrictamente mecánicos (p. ej. tuberías, válvulas de retención, soportes estructurales, tanques, etc) **no** se consideran vulnerables a daños por incendio para el análisis de Fase 2 del SDP. Sólo se considerarán relevantes los fallos potenciales de dichos elementos inducidos por el fuego (p. ej. derrumbamiento inducido por el fuego de una estructura o de soportes estructurales). El analista debe consultar al especialista del CSN para obtener directrices.

Para la mayoría de los componentes de planta, los cables eléctricos que dan servicio a los equipos (cables de alimentación, control y/o instrumentación) serán la parte más vulnerable del componente. Por lo tanto, el fallo de los cables representará el modo de fallo predominante del componente. En estos casos, el criterio de fallo para el componente se basará en el fallo de los cables que dan servicio al componente, según se ha descrito. Esta aproximación aplica a cualquier componente eléctrico o electromecánico con una masa térmica mayor que un segmento corto de cable. Estos componentes incluyen motores, bombas, ventiladores, la mayoría de las válvulas, transformadores, relés electro-mecánicos, conmutadores, interruptores, conmutadores mecánicos, conmutadores manuales en un panel de control, etc.

El único caso en el que se aplican criterios de daños distintos a los de cables es el de componentes basados en circuitos impresos y dispositivos de estado sólido (p. ej. tarjetas de circuitos, relés electrónicos, ordenadores, equipos de acondicionamiento de señales electrónicas, instrumentación digital y circuitos de control, pantallas electrónicas, etc). Los dispositivos electrónicos son generalmente vulnerables al fallo a temperaturas mucho más bajas que los cables. Si surge un escenario que afecta a componentes de control de estado sólido como potenciales blancos de daño térmico importantes para el riesgo, los criterios de fallo que se aplicarán en la clasificación son  $0,67 \text{ Kcal/m}^2\text{s}$  y  $65,5^\circ\text{C}$ , a menos que la información disponible indique que los componentes están cualificados para operación continua a altas temperaturas. Los criterios para la ignición de componentes supondrán características similares a los cables termoplásticos ( $1,35 \text{ Kcal/m}^2\text{s}$  y  $204,5^\circ\text{C}$ ).

Para cables, los umbrales de daño e ignición son los mismos. A diferencia de los cables, para componentes electrónicos, el fallo del componente no se tomará como indicación de su ignición. Para componentes electrónicos las temperaturas de ignición son mucho mayores que las temperaturas de daño. Si los componentes electrónicos son importantes como combustibles secundarios (es decir, como un camino específico para la extensión del incendio a otro blanco crítico), *se usarán los criterios de ignición para cables termoplásticos (según se ha descrito anteriormente)* para caracterizar el comportamiento de ignición de dispositivos de estado sólido y tarjetas de circuitos impresos.

## **ANEXO 7.- GUÍA PARA EL ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y TIEMPO DE DAÑO DEL INCENDIO**

### *Precaución general sobre escenarios de crecimiento de incendio complejos*

*Las herramientas de modelado de incendios proporcionadas para apoyar el análisis del crecimiento y tiempo de daño del incendio de la Fase 2 son aproximaciones relativamente simples de modelado basado en correlaciones. Estas herramientas no pueden manejar de forma precisa todas las condiciones de crecimiento del incendio. Cuando un escenario presenta unas condiciones complicadas de crecimiento de incendios, este escenario es candidato potencial para una evaluación de Fase 3.*

### **Análisis del crecimiento y tiempo de daño del incendio - Escenarios FDS1**

El tiempo de daños para escenarios FDS1 se basa en los efectos del calentamiento en el penacho del incendio y/o en el calentamiento directo por radiación. La propagación del incendio a combustibles secundarios también puede ser importante.

#### Calentamiento del penacho

Para exposiciones al penacho de incendio se estima la temperatura del penacho en la ubicación del blanco. La correlación de temperatura del penacho ofrece un resultado de un solo valor basado en la altura por encima de la fuente del incendio y de la intensidad del mismo (HRR) **tasa de liberación de calor**. Otro factor de entrada es la fracción convectiva de la liberación de calor.

#### Correlación del análisis de temperatura del penacho

La correlación de temperatura del penacho empleada en el SDP se describe en detalle en el capítulo 9 de NUREG-1805. La hoja de cálculo **Plume\_Temperature\_Calculation.xls** se usa para calcular la temperatura del eje de un penacho flotante de incendio.

Las entradas necesarias para esta correlación también se describen en detalle en el NUREG-1805, y se resumen a continuación:

- Tasa de liberación de calor del incendio (kW)
- Distancia entre el origen y el blanco dentro del penacho (m)
- Área superficial del combustible (m<sup>2</sup>) [usar 1,8m<sup>2</sup> como valor estándar]
- Se usa un valor de 0,7 para la fracción convectiva

Para algunas configuraciones físicas específicas debe ajustarse la tasa de liberación de calor (HRR) utilizada en la correlación del penacho del fuego. En concreto, la proximidad de la fuente de ignición a una pared o a una esquina amplifica los efectos del penacho de la siguiente forma:



- Para un incendio en un área abierta (lejos de paredes o esquinas), se usa la tasa de liberación de calor (HRR) del incendio
- Para el mismo incendio cerca de una pared, se multiplica la HRR nominal por dos
- Para el mismo incendio en una esquina, se multiplica la HRR nominal por cuatro

Dada una temperatura de exposición, el tiempo para que se produzcan daños en los cables termoestables y termoplásticos, respectivamente, se estima según las siguientes tablas:

<b>Temperatura de exposición</b>		<b>Tiempo de fallo (minutos)</b>
<b>°C</b>	<b>°F</b>	
$330 \leq T < 335$	$625 \leq T < 634$	28
$335 \leq T < 340$	$634 \leq T < 642$	24
$340 \leq T < 345$	$642 \leq T < 651$	20
$345 \leq T < 350$	$651 \leq T < 660$	16
$350 \leq T < 360$	$660 \leq T < 680$	13
$360 \leq T < 370$	$680 \leq T < 700$	10
$370 \leq T < 380$	$700 \leq T < 716$	9
$380 \leq T < 390$	$716 \leq T < 735$	8
$390 \leq T < 400$	$735 \leq T < 752$	7
$400 \leq T < 410$	$752 \leq T < 770$	6
$410 \leq T < 430$	$770 \leq T < 805$	5
$430 \leq T < 450$	$805 \leq T < 840$	4
$450 \leq T < 470$	$840 \leq T < 880$	3
$470 \leq T < 490$	$880 \leq T < 915$	2
$T \leq 490$	$T \leq 915$	1

<b>Tabla A7.2 - Relación del tiempo de fallo -temperatura para cables termoplásticos</b>		
<b>Temperatura de exposición</b>		<b>Tiempo de fallo (minutos)</b>
<b>°C</b>	<b>°F</b>	
$205 \leq T < 220$	$400 \leq T < 425$	30
$220 \leq T < 230$	$425 \leq T < 450$	25
$230 \leq T < 245$	$450 \leq T < 475$	20
$245 \leq T < 260$	$475 \leq T < 500$	15
$260 \leq T < 275$	$500 \leq T < 525$	10
$275 \leq T < 290$	$525 \leq T < 550$	8
$290 \leq T < 300$	$550 \leq T < 575$	7
$300 \leq T < 315$	$575 \leq T < 600$	6
$315 \leq T < 330$	$600 \leq T < 625$	5
$330 \leq T < 345$	$625 \leq T < 650$	4
$345 \leq T < 355$	$650 \leq T < 675$	3
$355 \leq T < 370$	$675 \leq T < 700$	2
$T \leq 370$	$T \leq 700$	1

### Calentamiento por radiación

El enfoque para calentamiento por radiación es similar al del calentamiento del penacho. Se calcula un flujo de calor de exposición con la correlación apropiada del modelo de incendio del conjunto de herramientas de modelado de incendios del NUREG-1805, y el tiempo para daños se calcula según la intensidad de la exposición. El inspector debe establecer la distancia visual desde el incendio hasta el blanco. Un segundo factor requerido es la fracción del calor total del incendio que se libera como radiación térmica.

- Para evaluar los daños debidos al calor por radiación, suponer que el 30% del calor liberado por el incendio es energía de radiación (fracción radiante = 0,3)

### Correlación de calentamiento por radiación

La correlación para estimar los efectos del calentamiento por radiación del incendio se describen en detalle en el capítulo 5 del NUREG-1805. Sólo se aplica la correlación de condición sin viento en el SDP de Fase 2. Se aplica la siguiente hoja de datos del NUREG-1805:

- Condición sin viento (es decir, fuegos de interior):  
**Heat\_Flux\_Calculations\_Wind\_Free.xls** (pulsar Point Source [Punto de origen]) o  
**Heat\_Flux\_Calculations\_Wind\_Free\_Given\_HRR.xls**.

Las entradas necesarias para esta correlación también se describen en detalle en la sección 5.6 del NUREG-1805, y se resumen a continuación:

- Tipo de combustible (material)
- Área de vertido de combustible o área de dique (m<sup>2</sup>)
- Distancia entre incendio y blanco (m)
- Distancia vertical del blanco desde el nivel del suelo (m) [para cálculo de llama sólida 2]

Una vez que se ha estimado el flujo de calor de exposición, se estima el tiempo para daños causados por flujo de calor de exposición en cables termoestables y termoplásticos, respectivamente, en las siguientes tablas:

<b>Tabla A7.3 - Tiempo de daño estimado para exposiciones de calor por radiación - Cables termoestables</b>		
<b>Flujo de calor de exposición</b>		<b>Tiempo de daño (minutos)</b>
<b>BTU/ft<sup>2</sup>s</b>	<b>kW/m<sup>2</sup></b>	
<1,0	<11	Sin daños
1,0	11	19
1,2	14	12
1,4	16	6
1,6	18	1
1,75 ó mayor	20 ó mayor	1

<b>Tabla A7.4 - Tiempo de daño estimado para exposiciones de calor por radiación - Cables termoplásticos</b>		
<b>Flujo de calor de exposición</b>		<b>Tiempo de daño (minutos)</b>
<b>BTU/ft<sup>2</sup>s</b>	<b>kW/m<sup>2</sup></b>	
<0,5	<6	Sin daños
0,5	6	19
0,7	8	10
0,9	10	6
1,0	11	4
1,25	14	2
1,4 ó mayor	16 ó mayor	1

### **Análisis del crecimiento y tiempo de daño del incendio - Escenarios FDS2**

El análisis del tiempo de daños para escenarios de incendio FDS2 vendrá determinado por uno o más de los siguientes factores:

- El tiempo necesario para que el incendio crezca hasta un tamaño y una intensidad suficientes como para crear una condición de exposición a capa de gas caliente (HGL) perjudicial
- El tiempo necesario para que el incendio se propague a un lugar crítico dañando blancos de daño de incendio expuestos

- El tiempo necesario para causar daños en componentes o cables protegidos por un sistema de barrera RF moderadamente degradado o por un sistema de barrera RF no degradado con una clasificación de resistencia al fuego de menos de dos horas.

El incendio crea una capa de gas caliente perjudicial – cables expuestos (sin proteger)

*Exposición a la capa de gas caliente sin propagación del incendio:*

Si la fuente de ignición en sí misma es suficiente para crear una capa de gas caliente perjudicial, el tiempo de daño se calcula como la suma de dos valores; estos son, el tiempo necesario para crear/alcanzar una capa de gas caliente perjudicial y el tiempo de daño asociado con la temperatura calculada de la capa de gas caliente. Para este caso se supone que el tiempo mínimo requerido para crear una capa de gas caliente perjudicial es de 10 minutos. Para calcular el tiempo de daño:

- Usando la hoja de cálculo de dinámica de incendios de la capa de gas caliente FDT HGL, comprobar la temperatura de la capa de gas caliente a los 10 minutos.
- Si la temperatura a los 10 minutos es igual o mayor del umbral de daño:
  - Registrar la temperatura de la capa de gas caliente calculada a los 10 minutos.
  - Usar la tabla temperatura del cable – tiempo de daño (A7.1 o A7.2) para obtener el tiempo de daño para la temperatura de gas caliente calculada (se usa el valor completo)
  - El tiempo de daño total es 10 minutos más el tiempo de daño obtenido de la tabla temperatura de cable – tiempo de daño.
- Si la temperatura de la capa de gas caliente alcanza el umbral de daño en más de 10 minutos:
  - Determinar el tiempo requerido para crear una capa de gas caliente perjudicial usando la hoja de cálculo FDT (Fire Dynamics Tool).
  - El tiempo de daño total es el tiempo necesario para alcanzar el umbral de daño más el tiempo de daño obtenido de la tabla a la temperatura del umbral (es decir, 20 ó 30 minutos dependiendo del tipo de cable).

*Exposición a la capa de gas caliente con propagación del incendio:*

En algunos escenarios, el daño del fuego se produce por una exposición a una capa de gas caliente, pero sólo después de que el incendio se propague más allá de la fuente de ignición. Puede que la fuente en sí no tenga la intensidad suficiente para crear una capa de gas caliente perjudicial, pero si el incendio se propaga a un combustible secundario, entonces podría crearse una capa de gas caliente perjudicial.

En estas situaciones, lo más probable es que los combustibles secundarios sean cables. Entre los ejemplos más corrientes encontramos un incendio de trabajo en caliente que prende una bandeja de cables, un incendio por autoignición de bandejas de cables, un incendio transitorio que prende una o más bandejas de cables, o un incendio de equipo eléctrico que prende una o más bandejas de cables.

Se aplica la correlación de capa de gas caliente de la herramienta de dinámica de incendio:

- Aumentar (o disminuir) la HRR del incendio en incrementos de 50 kW hasta que la temperatura de la capa de gas caliente estimada a los 10 minutos esté por encima del umbral apropiado de daños a cables (es decir, termoplásticos o termoestables). Usar la hoja de cálculo **Time to HGL From Fire Spread\_Locked.xls** de temperatura de gas caliente – propagación del incendio a cables, para determinar el tiempo alcanzar una capa de gas caliente por la propagación del incendio, o realizar los siguientes cálculos:
  - Restar de la intensidad de incendio resultante, la intensidad del fuego de la fuente de ignición postulada.
  - El resto de la frecuencia del incendio debe explicarse mediante la propagación del incendio, probablemente a las bandejas de cables suspendidas (la “HRR de propagación del incendio):
    - Suponer que una bandeja de cables se quemará a una intensidad de 400 kW/m<sup>2</sup>
    - Dividir la HRR de propagación del incendio (en kW) por 400 para determinar los metros cuadrados de bandeja de cable requeridos para crear un incendio de esta intensidad (1m<sup>2</sup> = 10,76 ft<sup>2</sup>)
    - Determinar si existen suficientes bandejas de cables para mantener un incendio de ese tamaño. *Si las bandejas de cables disponibles no son suficientes para mantener la intensidad de incendio necesaria (no hay suficientes bandejas expuestas), este escenario de incendio FDS2 de capa caliente no es verosímil y debería descartarse. Se consideran posibles escenarios FDS2 directamente relacionados con la propagación directa del incendio al conjunto de blanco necesario (ver la discusión posterior)*
    - Si las bandejas presentes son suficientes, se aplican las reglas de propagación de incendios para incendios de bandeja de cables y se estima el tiempo que necesita el incendio para propagarse hasta alcanzar este tamaño (p.ej. siguiendo las reglas de propagación horizontal y vertical, y la propagación a pilas de cables adyacentes)
- Este tiempo se toma como el tiempo de daño del incendio del escenario de capa de gas caliente de FDS2

#### El fuego se propaga a la ubicación de un blanco de daño de incendio expuesto

En algunos escenarios, el mecanismo para el daño del incendio puede ser la propagación del mismo desde una fuente de ignición a la ubicación de un blanco crítico. En este caso, es probable que el problema a considerar sea la propagación del fuego a través de una o más bandejas de cables. Un caso típico podría suponer una fuente de ignición que prende los cables que tiene directamente encima, y la posterior propagación del incendio a través de las bandejas a la ubicación de un "punto de estrangulamiento" de cable, en el que el trazado de un cable blanco converge con el camino de propagación del incendio.

En estos casos, el tiempo de daño del incendio lo determina el tiempo necesario para que el fuego se propague a la ubicación de los cables blanco. Una vez que el incendio se propaga

al blanco, no se supone un retardo de fallo adicional (debido al precalentamiento del cable durante el periodo de propagación del incendio).

Las reglas para que el análisis de incendios de bandeja de cables para estimar el tiempo requerido de propagación de incendio se incluyen en el Anexo 3.

### El incendio causa el fallo de cables protegidos

En este escenario, se postula un incendio prolongado que produce el fallo de uno o más cables protegidos o componentes (por ejemplo, cables alojados en una barrera RF localizada que no está altamente degradada). Debido a la baja probabilidad de que los incendios duren dos horas o más, no deberían postularse escenarios de incendio que conduzcan al fallo de cables protegidos por una barrera RF con una resistencia al fuego de dos horas o más. La barrera típica sería de una hora (las barreras más comunes son de una, dos y tres horas). Se recuerda que los escenarios FDS2 pueden involucrar los dos casos siguientes:

- Una barrera RF moderadamente degradada a la que se da crédito para protección contra incendios: Para una barrera moderadamente degradada, la clasificación de resistencia al fuego se reduce para reflejar la degradación. El sistema de barrera RF suele proteger los cables de circuitos requeridos o asociados en los que la estrategia de protección del Apartado III.G.2 del Apéndice R emplea un cubrimiento de barrera RF de tres horas, o un cubrimiento de una hora con detección y extinción.
- Un sistema de barrera no degradada de conducto de cables que protege un sistema importante de parada segura con una clasificación de menos de dos horas: En este caso, la barrera puede estar asociada con una exención o excepción de los requisitos de separación del Apartado III.G.2 del Apéndice R, o ese análisis puede tener que ver con un hallazgo contra otros aspectos de los requisitos de III.G.2 (p.ej. los sistemas de detección o extinción de incendios).

Para escenarios que tienen que ver con el fallo de cables protegidos, se considerarán tres subcasos específicos:

- Cables protegidos localizados directamente sobre el incendio (en el penacho del incendio) y dentro de la zona de influencia de la fuente del incendio.
- Cables protegidos localizados fuera de la zona de influencia de la fuente del incendio, donde la fuente de ignición por sí misma es suficiente para crear una exposición a una capa de gas caliente perjudicial (no es necesaria la propagación del incendio).
- Cables protegidos localizados fuera de la zona de influencia de la fuente del incendio, donde puede haber propagación del incendio de modo que haya exposición a una capa de gas caliente perjudicial.

Cada uno de estos subcasos específicos requiere el cálculo de la clasificación de resistencia al incendio de la barrera RF después de haber aplicado penalizaciones por degradación. Recordar:

- A una barrera RF no degradada se le da crédito para su clasificación de resistencia al fuego nominal.
- Una degradación Moderada A reduce la clasificación de la barrera RF al 65% de su clasificación nominal.
- Una degradación Moderada B reduce la clasificación de la barrera RF al 35% de su clasificación nominal.

### *Exposición a la zona de influencia del penacho del incendio:*

Si los cables protegidos se sitúan directamente sobre la fuente del incendio y dentro de su zona de influencia, el tiempo de daño se basa en la suma de dos valores de tiempo; estos son, el tiempo de resistencia al fuego del sistema de barrera RF (después de aplicar las penalizaciones por degradación) más la mitad del tiempo de daño normalmente asociado con la temperatura de exposición al fuego en la ubicación de la conducción protegida. Para calcular el tiempo de daño:

- Establecer la clasificación de resistencia al fuego de la conducción (incluyendo la degradación).
- Usar la hoja de cálculo FDT del penacho del incendio para calcular la temperatura del penacho en la ubicación de la conducción protegida considerando sólo la tasa de liberación de calor de la fuente del incendio original (es decir, no se supone propagación del incendio).
  - Si la temperatura del penacho calculada es menor que el umbral de daño del cable, usar una aproximación para el análisis del tiempo de daño que supone que el cable está fuera de la zona de influencia de la fuente del incendio.
  - Si la temperatura del penacho calculada es igual o mayor que el umbral de daño, registrar el valor calculado de temperatura de exposición y continuar con este análisis.
- Usando la tabla de tiempo de daño de cables (tabla A7.1 o A7.2) obtener el tiempo de daño nominal para la temperatura de exposición calculada. Dividir este valor entre dos.
- Sumar a la clasificación de resistencia al fuego la mitad del tiempo de daño a la temperatura de exposición calculada.

Tener en cuenta para este caso: Si la temperatura de exposición del penacho predicha es muy alta ( $\geq 816^{\circ}\text{C}$ ), esto puede indicar que la conducción protegida está envuelta por las llamas de la fuente de ignición. En estos casos, puede ser necesaria alguna consideración adicional para el rendimiento de la barrera. Las pruebas de temperatura de exposición-tiempo estándar usadas para certificar las barreras RF no consideran la acción directa de la

llama. La acción directa de la llama puede reducir substancialmente el rendimiento de las barreras RF. En tales casos, se recomienda buscar directrices adicionales del personal especialista de protección contra incendios del CSN.

*Exposición a la capa de gas caliente sin propagación del incendio:*

Si la fuente de ignición en sí misma es suficiente para crear una capa de gas caliente perjudicial, el tiempo de daño se toma con la suma de tres valores; estos son, el tiempo necesario para crear/alcanzar una capa de gas caliente perjudicial, el tiempo de resistencia al fuego del sistema de barrera RF (después de aplicar cualquier penalización por degradación) y el tiempo de daño asociado con la temperatura calculada de la capa de gas caliente. Para este caso se supone que el tiempo mínimo requerido para crear una capa de gas caliente perjudicial es 10 minutos. Para calcular el tiempo de daño:

- Establecer la clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF (incluyendo la degradación).
- Usando la hoja de cálculo FDT para la capa de gas caliente, comprobar la temperatura de la capa de gas caliente a los 10 minutos.
- Si la temperatura a los 10 minutos es igual o mayor que el umbral de daño:
  - Registrar la temperatura de la capa de gas caliente calculada a los 10 minutos,
  - Usar la tabla de tiempo de daño - temperatura del cable (A7.1 o A7.2) para obtener el tiempo de daño para la temperatura de la capa de gas caliente calculada (se usa el valor completo),
  - El tiempo de daño total es 10 minutos más el tiempo de resistencia al fuego de la barrera más el tiempo de daño del cable buscado en la tabla.
- Si la temperatura de la capa de gas caliente alcanza el umbral de daño en más de 10 minutos:
  - Determinar el tiempo requerido para conseguir una capa de gas caliente perjudicial usando la hoja de cálculo FDT.
- El tiempo de daño total es el tiempo requerido para alcanzar el umbral de daño más el tiempo de resistencia al fuego de la barrera más el tiempo de daño buscado en la tabla a la temperatura umbral (es decir, 28 ó 30 minutos dependiendo del tipo de cable).

*Exposición a la capa de gas caliente con propagación del incendio:*

Para este subcaso, la fuente de ignición sola no es suficiente para crear una capa de gas caliente perjudicial. Este caso considera el potencial (y el momento) de que la propagación del incendio cree una capa de gas caliente perjudicial. Para este caso se toma como tiempo de daño la suma de tres valores de tiempos; estos son, el tiempo requerido para crear/alcanzar una capa de gas caliente perjudicial, el tiempo de resistencia al fuego del sistema de barrera RF (después de aplicar cualquier penalización por degradación) y el



tiempo de daño asociado con la temperatura calculada de la capa de gas caliente. Para calcular el tiempo de daño:

- Establecer la clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF (incluyendo la degradación).
- Usar la herramienta de dinámica de incendios de la capa de gas caliente para determinar la tasa de liberación de calor (HRR) necesaria para conseguir una capa de gas caliente perjudicial en la sala de interés (la HRR requerida):
  - Usando la FDT, introducir los parámetros de la sala (dimensiones, ventilación).
  - Ajustar la HRR del incendio supuesta en la hoja de cálculo hasta que la temperatura de la capa de gas caliente a los 10 minutos sea igual a la temperatura umbral de daño del cable (es decir, 329°C ó 204°C dependiendo del tipo de cable).
  - Registrar el valor de HRR requerido (ajustar el valor a una resolución no mejor que 50 kW).
- Estimar el tiempo de ignición de la primera bandeja de cables sobre la fuente de ignición (es decir, del mismo modo que se calcula la ignición/daños de los cables para los escenarios FDS1).
- Usar la hoja de cálculo propagación del incendio en cables - capa de gas caliente para calcular y registrar el tiempo requerido de propagación del incendio para crear un incendio con la tasa de liberación de calor requerida.
  - Las entradas son la HRR requerida, la HRR de la fuente de ignición, el tiempo de ignición de la primera bandeja, el número de bandejas de la pila vertical, y el ancho típico o medio de las bandejas de cables (o el haz de cables).
- El tiempo total de daño del incendio es: el tiempo de propagación del incendio requerido para alcanzar la tasa de liberación de calor más la clasificación de resistencia al fuego del cubrimiento RF más un medio del tiempo de daño en la condición de exposición umbral (es decir, un medio de 28 ó 30 minutos dependiendo del tipo de cable).

*Ejemplos:*

Ejemplo 1: Una bandeja de cables concreta que contiene cables termoplásticos está cubierta con un sistema de barrera RF que tiene una clasificación nominal de resistencia al fuego de 1 hora. El sistema de barrera está degradado, y la clasificación de la degradación era "Moderada B". Con esta degradación, la clasificación de resistencia al fuego de la barrera se reduce a 21 minutos (35% de la clasificación de rendimiento nominal). Se determina que el penacho del incendio para una fuente de ignición dada crea una condición de exposición al incendio potencialmente perjudicial, con una temperatura de exposición de 245°C (475°F). El tiempo de daño a esta temperatura de exposición (tomado de la tabla tiempo de fallo - temperatura para cables termoplásticos) es 15 minutos. Por tanto el tiempo de daño neto para cable protegidos es  $(21+15/2) = 28$  minutos. (Nota: el tiempo de daño se redondea a la baja hasta el minuto más próximo).

Ejemplo 2: Una bandeja de cables concreta, que contiene cables termoplásticos, está cubierta con un sistema de barrera RF que tiene una clasificación de resistencia al fuego de 20 minutos. El sistema de barrera no está degradado, pero el fallo de los cables protegidos podría afectar la parada segura tras incendio. Se determina que el penacho del incendio para una fuente de ignición dada crea una condición de exposición al fuego potencialmente perjudicial, con una temperatura de exposición de 245°C (475°F). El tiempo para daño a esta temperatura de exposición (tomado de la tabla tiempo de fallo - temperatura para cables termoplásticos) es 15 minutos. Por lo tanto, el tiempo de daño neto para los cables protegidos es  $(20+15/2) = 27$  minutos (*Nota: el tiempo de daño se redondea a la baja hasta el minuto más próximo*).

Ejemplo 3: La estrategia de cumplimiento de separación del Titular utiliza un cubrimiento de barrera RF de una hora, más detección y extinción automáticas. Se descubrió que el sistema de extinción de incendios estaba muy degradado, y no se le dará crédito en el análisis. La barrera RF no está degradada y se le dará crédito completo en el análisis. Un escenario FDS2 identificado supone el fallo de cables dentro del conducto de cables cubierto. Se determina que el incendio de una fuente de ignición concreta puede crear una condición de exposición dañina al penacho. El tiempo mínimo de daño del incendio en este escenario FDS2 es de una hora. El tiempo de daño puede ser mayor dependiendo de la temperatura de la capa de gas caliente calculada. Si, por ejemplo, la temperatura de la capa de gas caliente calculada a los 10 minutos es igual a 245 °C (475 °F), y los cables son termoplásticos, entonces el tiempo total de daño sería 10 minutos + 60 minutos + 15 minutos = 85 minutos.

### **Análisis del crecimiento y tiempo de daño del incendio - Escenarios FDS3**

Con los criterios de cribado de las Tareas 1.3.2 y 2.2.2, los escenarios de incendio FDS3 sólo se analizarán en condiciones muy específicas y limitadas. Los escenarios de FDS3 son relevantes bajo alguno de los siguientes tres casos:

- Cualquier hallazgo de confinamiento de incendio con alta degradación,
- Un hallazgo de confinamiento de incendio con degradación moderada que no cumpla con los criterios de cribado del hallazgo de la Tarea 1.3.2, o
- Un hallazgo que no sea de confinamiento de incendio que no cumpla con los criterios de cribado de FDS3 de la Tarea 2.2.2.

Cada uno de estos tres casos se tratan de forma única.

#### **Hallazgo de confinamiento de incendio con alta degradación**

Para un hallazgo de confinamiento de incendio con alta degradación, se supone que la barrera RF que separa dos áreas de incendio no ofrece cobertura de protección contra incendios. En este caso, los únicos escenarios de incendio de FDS que se consideran son los escenarios FDS3.

En este caso, tratar las dos áreas normalmente separadas por la barrera como una sola área de incendio ampliada.

Definir un conjunto de escenarios de incendio FDS3 con las reglas que se aplican normalmente para definir los escenarios de incendio FDS2 (ver Paso 2.5). Las fuentes de ignición de ambas áreas de fuego se cuentan y consideran para estimar la frecuencia de incendios y el desarrollo de los escenarios de incendio. Todos los escenarios definidos tienen que contar con blancos situados en ambas áreas de fuego.

Los escenarios FDS3 recién definidos se evalúan con las mismas herramientas aplicadas a los escenarios de escenarios FDS2 (ver la guía de análisis de escenarios FDS2). Todas las fuentes de ignición de ambas áreas de incendio se incluyen en el análisis de incendio.

Se incluye crédito para cualquier sistema fijo de detección o extinción de incendios instalado en cualquier área de fuego, mediante las guías generales ya proporcionadas. Para cualquier escenario de incendio dado no se le dará crédito a más de un sistema fijo de extinción (es decir, sólo se da crédito al sistema de extinción de incendios que ofrece protección para la fuente de ignición postulada).

### Hallazgo de confinamiento de incendio con degradación moderada

Para un hallazgo de confinamiento de incendio con degradación moderada, se da algún crédito a la barrera RF degradada para confinar incendios en la sala de origen del incendio. En este caso, los únicos escenarios de incendio que se consideran serán los escenarios de incendio FDS3.

La clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF entre compartimentos se reduce para reflejar la degradación (al 65% o al 35% de la clasificación nominal de resistencia al incendio para Moderada A y Moderada B, respectivamente).

Según las reglas de clasificación usadas en la Tarea 1.3.2, las áreas de fuego que se analizan también presentarán las siguientes características (o el hallazgo se habría clasificado como verde en la Fase 1):

- La clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF degradada es limitada e implica más condiciones:
  - Como mucho, la clasificación de resistencia al fuego es de menos de 2 horas.
  - Si la clasificación de resistencia al fuego de la barrera degradada es de 20 minutos o más, existen fuentes de ignición in-situ o caminos de propagación del incendio que pueden llevar al contacto directo de la llama con la barrera degradada. En este caso, la atención se centrará en estos escenarios de fuentes y crecimiento del incendio.
  - Si la clasificación de resistencia al fuego es de menos de 20 minutos, todavía existen fuentes de ignición potencialmente perjudiciales o, si no, el hallazgo se habría descartado en el Paso 2.4 (sin escenarios de incendio de riesgo).

- La capacidad de extinción fija de incendios en el área de fuego origen es limitada, no existe o no está operativa, por lo tanto no se dará crédito a la extinción fija de incendios en el área de fuego origen:
  - Un sistema de cobertura limitado que no cubre todos los combustibles in situ que pudieran existir. En este caso, considerar sólo las fuentes de ignición que no cuentan con cobertura de extinción, y no dar crédito a la extinción fija.
  - El área de fuego puede no tener capacidad de extinción fija de incendios.
  - El sistema de extinción fija de incendios instalado está muy degradado.
- El área de fuego expuesta contiene blancos de daño de incendio que son únicos y distintos de los del área de fuego origen y:
  - Los blancos de daño están expuestos (sin proteger), o
  - Los blancos de daño están protegidos mediante barreras RF pasivas con una clasificación de resistencia al fuego eficaz de menos de 20 minutos (esto también cubre el crédito dado a una barrera RF de conductos de cables moderadamente degradada)

No seleccionar/definir más de dos escenarios de fuente de ignición / crecimiento de incendios para representar a todos los incendios del escenario FDS3. En caso posible:

- Se escoge un escenario que cree una capa de gas caliente perjudicial, y/o
- Se escoge un escenario que conduzca a la propagación del incendio hasta la barrera RF degradada, con contacto directo de la llama.

Si no se puede desarrollar ningún escenario de incendio que satisfaga uno o ambas de estas condiciones, los escenarios de incendios FDS3 se consideran inverosímiles, y el hallazgo se clasifica como verde.

El crecimiento del incendio y los tiempos de daño se estiman con las herramientas y reglas de análisis de FDS2. Determinar el tiempo requerido para:

- Crear una capa de gas caliente perjudicial en el área de fuego origen, y/o
- Propagar un incendio hasta el punto en el que las llamas afectan directamente a la barrera RF (p.ej. propagación del incendio por una bandeja de cables)

Escoger el escenario que limite de forma conservadora estos dos casos en términos de crecimiento del incendio y tiempos de daño. El tiempo correspondiente se toma como tiempo de crecimiento del incendio.

Suponer que la barrera RF confinará con éxito cualquier incendio en el área de fuego de exposición durante un periodo igual al de la clasificación de resistencia al fuego degradada. Sumar la clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF degradada con el tiempo de crecimiento del incendio.

Sumar a este tiempo la clasificación de resistencia al fuego de cualquier barrera RF de conductos de cables que protejan a los blancos en el área de fuego expuesta.

El resultado es el tiempo total de daño del incendio:

(tiempo de daño del incendio) = (tiempo de crecimiento de incendio) + (clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF entre compartimentos) + (la clasificación de resistencia al fuego de las barreras RF de conductos de cables en el área expuesta, si está disponible)

Continuar con el Paso 2.7 usando las siguientes hipótesis:

- Usar la curva de extinción manual de "todos los sucesos" estimada para probabilidad de no extinción de incendios, independientemente de la fuente de ignición
- La capacidad de extinción fija de incendios puede estar disponible en el área de fuego expuesta, y puede dársele crédito de la siguiente forma:
  - Si existe un sistema de extinción de incendios automático de agua sin degradar en el área de fuego expuesta, y si el sistema proporciona cobertura en el área adyacente a la barrera degradada, se le otorgará un crédito de extinción de incendios antes de daño con la fiabilidad nominal del 98% (probabilidad de fallo de 0,02), sin consideración explícita del tiempo de actuación.
  - Si existe un sistema de extinción de incendios automático de agua moderadamente degradado en el área de fuego expuesta, y si el sistema proporciona cobertura en el área adyacente a la barrera degradada, se le otorgará un crédito de extinción de incendios antes de daño con la fiabilidad nominal del 90% (probabilidad de fallo de 0,1), sin consideración explícita del tiempo de actuación.
  - No se le dará crédito a ninguna otra capacidad de extinción fija de incendios en el área de fuego expuesta

#### Hallazgos no relacionados con el confinamiento del incendios

Para un hallazgo que no tenga que ver con el confinamiento del incendio, los escenarios FDS3 no serán los únicos escenarios de incendio analizados. Ya deberían haberse desarrollado uno o más escenarios de incendio FDS1 y FDS2.

Para este caso no es necesario considerar los escenarios FDS3 si el análisis:

- No pudo identificar ningún escenario de daños FDS2 creíble, y
- No identificó ningún escenario FDS1 que pudiera producir contacto directo de la llama con la barrera RF degradada.

Si estas condiciones se cumplen, continuar con el Paso 2.7. Los escenarios de incendio FDS3 no se considerarán creíbles y no tienen que seguir analizándose.

Según las reglas de clasificación de la Tarea 2.2.2, las áreas de fuego origen y expuesta también mostrarán las siguientes características (o el hallazgo se hubiera clasificado como verde en la Fase 1):

- La clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF entre áreas será de menos de dos horas, pero la barrera no debería degradarse y se le daría crédito completo para

contener incendios en el área de fuego origen durante un tiempo igual al de la clasificación de resistencia al fuego.

- No habrá capacidad de extinción de incendios fija sin degradar ni en el área de fuego origen ni en la expuesta. Los sistemas de extinción fijos no se analizarán.
  - No se da crédito a un sistema basado en agua muy degradado.
  - Puede existir un sistema gaseoso con degradación moderada o alta, pero no se le dará crédito en los escenarios FDS3. La capacidad de extinción fija de incendios puede estar disponible en el área de fuego expuesta.
- El área de fuego expuesta contiene blancos de daño de incendios expuestos (sin proteger) que son únicos y diferentes de los del área de fuego origen.

Se seleccionará un escenario de incendio para representar los escenarios FDS3. El escenario representativo se escogerá entre los siguientes casos:

- Cualquier escenario FDS2 asociado con el desarrollo de una capa de gas caliente.
- Cualquier escenario FDS1 o FDS2 que pudiera conducir al contacto directo de las llamas en la barrera RF degradada. En caso necesario, ampliar el análisis del tiempo de propagación para abarcar la propagación del fuego a la barrera RF (p.ej. a lo largo de una bandeja de cables), si no se hizo ya en el escenario seleccionado.

De los escenarios disponibles que cumplan estos criterios, seleccionar el escenario FDS con el tiempo más corto para crecimiento y daños del incendio. Esto se usará como tiempo de crecimiento de incendio representativo de los escenarios FDS3.

Suponer que la barrera RF entre compartimentos podrá confinar cualquier incendio en el área origen durante un periodo igual a la clasificación de resistencia al fuego de la barrera degradada. Sumar la clasificación de resistencia al fuego eficaz de la barrera RF entre compartimentos al tiempo de crecimiento del incendio.

Sumar a este tiempo la clasificación de resistencia al fuego de cualquier barrera RF de conductos de cables que proteja los blancos en el área de fuego expuesta.

El resultado es el tiempo total de daño del incendio:

(tiempo de daño del incendio) = (tiempo de crecimiento de incendio) + (clasificación de resistencia al fuego de la barrera RF entre compartimentos) + (clasificación de resistencia al fuego de las barreras RF de conductos de cables en el área expuesta, si está disponible)

Continuar con el Paso 2.7. Para escenarios FDS3, usar la curva de extinción manual de la categoría "todos los sucesos" para estimar la probabilidad de no extinción de incendios, independientemente de la fuente de ignición.

## ANEXO 8.- GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA PROBABILIDAD DE NO EXTINCIÓN DE INCENDIOS

### Tarea 2.7.1 - Análisis de detección de incendios

Los principales medios de detección de incendios pueden variar dependiendo del tipo de incendio que se postule (p.ej. incendios de trabajos en caliente con vigilancia de incendios) y de la situación del incendio dentro de la sala (p.ej. proximidad a detectores de incendios). Por tanto, el análisis de detección de incendios se realiza nominalmente sobre la base de un escenario específico. Sin embargo, en la práctica, el mismo resultado de análisis aplicará a múltiples escenarios de incendios:

Ejemplo: El área de fuego que se analiza tiene instalada detección fija. No existe ningún hallazgo contra el sistema de detección de incendios, y el sistema proporciona cobertura completa a la sala. En este caso, el tiempo de detección de incendio se calcula con las características de fuego de una fuente de ignición típica de la sala y con una ubicación típica del incendio. El resultado se aplica a todos los escenarios de incendio de la sala.

Se aplicarán las siguientes reglas generales para el análisis de detección de incendios:

- Se supone detección rápida del incendio para dos casos, y en estos casos el tiempo para detección se establece en cero. Los dos casos son:
  - Incendios de trabajos en caliente postulados, siempre que exista una vigilancia de incendio para dichos trabajos y que no se encuentren hallazgos de degradación en los programas de vigilancia de incendios y permisos para trabajos en caliente del Titular, o
  - Incendios postulados en un área de fuego con una vigilancia de incendio continua, siempre que no existan hallazgos contra la vigilancia de incendios, y que el punto de origen del incendio (la fuente de ignición) pueda observarse directamente por la vigilancia de incendios.
- Para otros escenarios de incendio generales, se supondrá que los sistemas automáticos de detección de incendios serán la primera línea de defensa en la detección del incendio. Es decir, si hay instalado un sistema fijo de detección de incendio, el tiempo de respuesta de ese sistema determinará el tiempo para la detección del incendio en todos los escenarios. Este tiempo se estima usando las correlaciones de modelado de incendios, como las incluidas en las herramientas de dinámica de incendios de USNRC, NUREG-1805.
- Para áreas cubiertas por un sistema fijo de extinción de incendios, pero no por un sistema fijo independiente de detección, la actuación del sistema de extinción debería producir siempre una señal de alarma de incendios. Por tanto, para estos casos el tiempo

para la actuación del sistema de extinción de incendios se tomará como el tiempo de detección del incendio. Este tiempo se ajustará para reflejar los hallazgos contra el sistema de extinción, según resulte apropiado.

- Si no existe ningún otro tipo de detección, se tendrá en cuenta la detección manual (detección por el personal de la central). La detección manual se aplicará en áreas de fuego sin detección fija, en casos en los que existe un sistema de detección muy degradado, o en casos en los que la señal de detección está vinculada a la actuación de un sistema de extinción fijo, y ese sistema está muy degradado. El tiempo de detección manual se estima según una evaluación cualitativa de factores tales como la ocupación de la sala, la frecuencia de la entrada de rutina en una sala, los periodos de rotación de la vigilancia de incendios cuando proceda, la accesibilidad general de la sala, y la gravedad del incendio

#### Detección mediante una vigilancia de incendios continua

En las áreas de fuego con vigilancia continua de incendio, se supondrá generalmente la detección rápida de los incendios:

- Para una vigilancia continua de incendio (la vigilancia del incendio se mantiene constante dentro de la sala física), el tiempo para detección por la vigilancia de incendios será en el momento del tiempo de ignición o muy cerca de él. No se supone retardo en la detección:

$$t_{\text{detección}} = t_{\text{ignición}} = 0$$

Se utilizará el criterio propio para evaluar la eficacia de una vigilancia de incendios en el contexto de los riesgos de incendio específicos. Por ejemplo, en algunas áreas de fuego se sitúa una vigilancia continua en una zona concreta desde la que no se puede observar toda el área de fuego. En este caso, el área de fuego puede tratarse como ocupada de forma continua para escenarios de fuente de ignición "oculta", y a estos escenarios se les puede asignar un retardo nominal en la detección del incendio.

#### Detección mediante un sistema fijo de detección

Si un área de fuego está cubierta por el sistema fijo de detección de incendios, pero no por una vigilancia de incendios continua, se supondrá que el tiempo de respuesta del sistema fijo domina el tiempo de detección del incendio. El tiempo de respuesta de detección del incendio se estima con las hojas de trabajo de análisis de incendio del NUREG-1805.



### Detección de zonas cruzadas

En algunas circunstancias, es necesario el análisis de una estrategia de detección de incendios de zonas cruzadas. En una estrategia de zonas cruzadas debe actuar un mínimo de dos detectores para generar la señal deseada, uno en cada uno de los dos circuitos de detección independientes. Esto es muy común cuando la actuación de un sistema automático de extinción de incendios está ligada a una señal de detección de incendios. Las aplicaciones más comunes incluyen: rociadores de preacción y tubería seca, sistemas de inundación de agua, cortinas de agua y sistemas de extinción gaseosos.

Si se encuentra una estrategia de detección de zonas cruzadas, el tiempo total de detección lo dominará el detector situado más lejos de la fuente de ignición. Identificar los detectores asignados a cada uno de los circuitos de detección de incendios y localizar el detector más cercano en cada uno de los circuitos. De estos dos, el tiempo de detección suele estar dominado por el detector situado más lejos de la fuente de ignición (distancia radial horizontal desde el centro del incendio a la posición del detector). Las excepciones incluyen:

- Casos en los que los detectores están ocultos de la fuente de ignición por vigas u otros elementos,
- Casos en los que un detector tiene un tiempo de respuesta más lento que otro (p.ej. un detector de calor suele responder con mayor lentitud que un detector de humos)

Identificar el detector que sea el factor límite en el tiempo de respuesta y basar el análisis de actuación en el tiempo de respuesta de dicho detector.

### Detección mediante una vigilancia de incendios itinerante

Los Titulares pueden aplicar las vigilancias de incendios como medida compensatoria o como parte de una operación de rutina de la central. Todas las vigilancias de incendios proporcionan, como mínimo, una función de detección de incendios. Por lo tanto, si un área de fuego está cubierta por una vigilancia de incendios itinerante, y no está cubierta por un sistema fijo de detección de incendios operativo, la frecuencia de repetición de la vigilancia se usa para estimar el tiempo hasta la detección del incendio. Cuando se le da crédito a una vigilancia de incendio con detección, se supone que el tiempo de detección es la mitad del tiempo de repetición. Los siguientes ejemplos ilustran este enfoque:

- Para una vigilancia de incendios itinerante con un programa de repetición de 15 minutos (patrulla itinerante), se supone que el tiempo para la detección por la vigilancia de incendios es la mitad de la duración de la patrulla itinerante

$$t_{\text{detección}} = 7,5 \text{ minutos}$$

- Para una vigilancia de incendios que pase cada hora:

$$t_{\text{detección}} = 30 \text{ minutos}$$

El tiempo de detección por personal general de la central también debería comprobarse de forma coherente con el análisis incluido a continuación. El tiempo de detección más bajo domina el proceso y se toma como estimación final.

### Detección mediante el personal general de la central

En ausencia de un sistema fijo de detección de incendios (o de una señal de detección de incendios vinculada a la actuación de un sistema fijo de extinción de incendios), o con un sistema fijo de detección muy degradado, se supondrá que la detección del incendio la realizará el personal de la central. Se utilizará uno de los dos factores siguientes:

- Si el área de fuego está siempre atendida por el personal de la central (pero no por una vigilancia de incendios), se supondrá que el tiempo de detección es de 5 minutos.
- En ausencia de cualquier otro medio de detección, se supondrá un tiempo máximo de detección de incendios de 15 minutos.

De nuevo, el tiempo de detección manual dominante será el menor de estos valores, y se toma como el tiempo de detección final. Por lo tanto, en ningún caso se debería suponer que el tiempo de detección manual es superior a 15 minutos.

### Tarea 2.7.2 - Sistemas fijos de extinción de incendios

Las reglas generales que se aplican en el análisis de sistemas fijos de extinción de incendios incluyen las siguientes:

- Se supondrá que la actuación de un sistema de extinción de incendios fijo, sin degradar y totalmente funcional, que el inspector considere eficaz para el escenario de fuente de ignición (p.ej. colocado de forma correcta para aplicar el producto extintor en la fuente de ignición), interrumpe el desarrollo del escenario del incendio. Es decir, si este sistema actúa, se supondrá que detiene el crecimiento del incendio y que no se producirán más daños.
- Se espera que se den opiniones sobre si el sistema de extinción, degradado o no, será eficaz contra el incendio específico postulado (es decir, ¿está el sistema instalado y configurado de modo que, al actuarse, pueda controlar un incendio relacionado con cada una de las fuentes específicas de ignición?) Si se considera que el sistema no será eficaz (p.ej. el sistema ofrece cobertura parcial, y hay una fuente de ignición específica fuera de la zona de cobertura, o la fuente de ignición es tal que el sistema de extinción

se vería sobrepasado), no se dará crédito al sistema para el escenario específico (p.ej. se le puede dar crédito en algunos escenarios y no en otros).

- La evaluación de cualquier sistema fijo de extinción de incendios incluye la aplicación de factores nominales de fiabilidad del sistema (normalmente se aplica una probabilidad de fallo aleatorio de 0,02). En aquellos casos en los que el sistema de extinción de incendios falla a la demanda, la extinción depende totalmente de las disposiciones de lucha manual contra incendios (ver Tarea 2.7.3). La recuperación del sistema de extinción de incendios fallado no se considerará en el análisis de Fase 2 del SDP
- Si el hallazgo de inspección es contra un sistema fijo de extinción de incendios, el hallazgo puede hacer que sólo se le dé un crédito parcial o que no se le dé ningún crédito al sistema. La degradación puede reflejarse como una reducción de la fiabilidad general o como un retardo en el tiempo de actuación.
- Si el sistema fijo de extinción de incendios se actúa de forma automática, el tiempo de actuación se calculará según las correlaciones de ingeniería.
- Si el sistema fijo de extinción de incendios se actúa de forma manual, el tiempo de actuación se basará en el tiempo de respuesta estimado de la brigada contra incendios, más un periodo nominal de dos minutos para evaluar la situación del incendio y actuar el sistema.
- Los sistemas fijos de extinción gaseosos tienen temporizadores para retardar la descarga. El tiempo de actuación para estos sistemas será el tiempo estimado para una señal de demanda de actuación válida (según las correlaciones de ingeniería), más el tiempo de retardo de la descarga.
- Se dará crédito a los sistemas gaseosos de extinción de incendios que estén degradados debido a la incapacidad de mantener la concentración adecuada, ya que proporcionan algún retardo en el avance del fuego (basado en el tiempo de impregnación térmica demostrado del producto extintor que esté disponible). Sin embargo, se necesitará respuesta manual ante el incendio para completar la extinción del mismo. Ver el análisis de la página 151.
- Se dará crédito a los sistemas de extinción gaseosos que ofrezcan capacidad de descarga múltiple (suele requerir acciones manuales para iniciar una descarga repetida).
- Existe cierto número de retardos que pueden aplicarse a los sistemas gaseosos, sistemas de inundación, rociadores de preacción o sistemas de agua de tubería seca. Estos retardos deben tenerse en cuenta. En general, se aplica la correlación para el tiempo de actuación. Este tiempo refleja el tiempo en el que se genera una señal de demanda. El tiempo para la descarga real es la suma del tiempo para actuación de la señal de demanda, más cualquier retardo aplicable en la descarga. Los retardos considerados son:

- Para los sistemas de extinción gaseosa habrá un temporizador integrado que retarde la descarga para permitir la evacuación del personal. El inspector debe determinar este tiempo (suele ser del orden de 30 segundos a 2 minutos).
- Puede haber un retardo para los sistemas de detección de zonas cruzadas, es decir, el sistema automático de extinción no comenzará la secuencia de actuación hasta después de que se active el segundo detector. Si se usan zonas cruzadas, el análisis del tiempo de detección debe revisarse para asegurar que se cumplen los criterios de detección cruzada. El tiempo para generar la señal de actuación lo decidirá el detector más lento (suele ser el detector que esté más lejos de la fuente de ignición).
- Además, puede que exista un retraso hasta que el agente extintor llegue al riesgo (por ejemplo, CO<sub>2</sub> a baja presión puede tener que avanzar durante una distancia considerable) o para que las tuberías se llenen de agua antes de la descarga (sistemas secos o de acción previa). Si el retardo no se conoce, usar un minuto. Si se conoce, el retardo debería estar entre los 30 y 60 segundos.

### Tarea 2.7.3 - Personal de la central y brigada de lucha contra incendios

La extinción del incendio por parte de un equipo de lucha contra incendios manual se evalúa según las pruebas históricas ofrecidas por los datos de sucesos de incendio. En la Tarea 2.7.3, debe seleccionarse una de las curvas de duración de incendio precalculadas para aplicarla a cada escenario. La misma curva se puede usar para múltiples escenarios, si resulta apropiado, o pueden escogerse distintas curvas para cada uno de ellos.

Ni se esperan ni se requieren análisis adicionales de los datos brutos de los sucesos de incendios como parte del análisis de la Fase 2 del SDP; en vez de ello, se debe aplicar una de las curvas precalculadas a cada escenario de incendio que se analice, según el tipo y/o la situación del incendio.

En ningún caso se debe intentar generar una nueva curva de duración de incendio para adaptarla a un análisis concreto. Las distintas curvas precalculadas para condiciones específicas deben cubrir la gran mayoría de los escenarios de incendio. Si ninguna de estas curvas de condiciones específicas puede adaptarse de forma razonable a las condiciones del escenario de incendio, se usará la curva de "todos los sucesos". Esta curva representa un análisis compuesto de todos los sucesos que entraron en cada una de las otras curvas individuales de duración de incendio.

Nótese que algunas de las curvas se aplican a incendios en un lugar específico (p.ej. en la sala de control principal o en la contención). Sin embargo, la mayoría pueden aplicarse a un escenario concreto de fuente de ignición. Los casos cubiertos por estas curvas precalculadas son:

1. Todos los sucesos
2. Incendios de trabajos en caliente (soldadura)
3. Incendios transitorios
4. Incendios eléctricos
5. Incendios de cables
6. Transformador / subestación
7. Sala de control principal
8. Turbogenerador
9. Fallos de arco eléctrico
10. Incendios de contención (contenciones no inertes)

Las curvas medias de probabilidad de no extinción para cada uno de estos tipos de incendio se muestran al final de este apéndice. La siguiente tabla presenta la misma información en forma tabular. Los valores de la tabla de  $PNS_{\text{manual}}$  deben tratar la mayoría de las situaciones. Como alternativa, el valor  $PNS_{\text{manual}}$  puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$PNS_{\text{manual}} = \exp[-\lambda \times t]$$

Donde “ $\lambda$ ” es la constante de velocidad media (1/min) para el tipo de incendio dado y “t” es el tiempo de duración del incendio (tiempo de daño tras la detección) en minutos. Los valores de “ $\lambda$ ” para cada una de las diez categorías de tipo/situación de incendio se incluyen en la última fila de la tabla  $PNS_{\text{manual}}$ .

**Tabla A8.1 - Valores de probabilidad de no extinción para lucha contra incendios manual, basados en la duración del incendio (tiempo para daño tras detección) y en la categoría de tipo de incendio**

T <sub>daño</sub> - T <sub>detección</sub> (min)	Valores medios de curva de probabilidad de no extinción manual - PNS <sub>manual</sub>									
	Todos los sucesos	Trabajos en caliente - Soldadura	Transitorios	Incendios eléctricos	Incendios de cables	Subestación	Sala de control principal	Turbogenerador	Fallos de arco eléctrico	Contención
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,93	0,93	0,87	0,89	0,84	0,97	0,78	0,98	0,95	0,94
2	0,87	0,86	0,76	0,79	0,70	0,95	0,62	0,96	0,90	0,89
3	0,81	0,80	0,66	0,70	0,59	0,92	0,48	0,94	0,86	0,84
4	0,76	0,74	0,58	0,63	0,49	0,90	0,38	0,92	0,81	0,80
5	0,71	0,69	0,51	0,56	0,41	0,88	0,30	0,90	0,77	0,75
6	0,66	0,64	0,44	0,50	0,35	0,85	0,23	0,88	0,74	0,71
7	0,62	0,59	0,38	0,44	0,29	0,83	0,18	0,86	0,70	0,67
8	0,58	0,55	0,34	0,39	0,24	0,81	0,14	0,84	0,66	0,63
9	0,54	0,51	0,29	0,35	0,20	0,79	0,11	0,83	0,63	0,60
10	0,50	0,47	0,26	0,31	0,17	0,77	0,09	0,81	0,60	0,57
12	0,44	0,41	0,19	0,25	0,12	0,73	0,05	0,78	0,54	0,51
14	0,38	0,35	0,15	0,20	0,08	0,69	0,03	0,74	0,49	0,45
16	0,33	0,30	0,11	0,15	0,06	0,66	0,02	0,71	0,44	0,40
18	0,29	0,26	0,09	0,12	0,042	0,62	0,013	0,68	0,40	0,36
20	0,25	0,22	0,07	0,10	0,029	0,59	0,008	0,65	0,36	0,32
25	0,18	0,15	0,03	0,05	0,012	0,52	0,002	0,59	0,28	0,24
30	0,13	0,11	0,017	0,03	0,005	0,46	0,001	0,53	0,21	0,18
35	0,09	0,07	0,008	0,017	0,002	0,40	*	0,48	0,17	0,14
40	0,06	0,05	0,004	0,009	0,001	0,35	*	0,43	0,13	0,10
45	0,05	0,03	0,002	0,005	*	0,31	*	0,39	0,10	0,08
50	0,03	0,02	0,001	0,003	*	0,27	*	0,35	0,08	0,06
55	0,02	0,02	*	0,002	*	0,24	*	0,31	0,06	0,04
60	0,02	0,01	*	0,001	*	0,21	*	0,28	0,05	0,03
* El valor es menor que 0,001. Clasificar usando PNS <sub>manual</sub> = 0,001 o usar la fórmula para calcular el valor real										
Constante velocidad media (1/min)	0,069	0,075	0,137	0,117	0,177	0,026	0,242	0,021	0,051	0,057

### Tarea 2.7.4 - Probabilidad de no extinción

El objetivo de la Tarea 2.7.4 es estimar la probabilidad total de fallo en la extinción del incendio. El fallo en este contexto quiere decir que no se consiguió la extinción antes de alcanzar el FDS de interés. La extinción del incendio se alcanzará finalmente para todos los incendios, pero si se llega al FDS antes de la extinción, dentro del contexto del SDP, la extinción habrá fallado en su intento por evitar los daños producidos por el fuego según el escenario de FDS postulado.

### Sistemas fijos de extinción de incendios

Ambas estimaciones de tiempo de daños de incendio y de tiempo para descarga de producto extintor del sistema fijo de extinción contienen una incertidumbre considerable. Por lo tanto, la probabilidad de que el sistema de extinción extinga el fuego antes de que se produzcan daños críticos no se basa en una simple comparación del tiempo de daño, frente al tiempo de descarga del producto extintor. Por el contrario, la probabilidad de no extinción se asigna según el "margen" entre el tiempo de daños y el tiempo de descarga del producto extintor.

La relación margen de tiempo / probabilidad se describe en la siguiente tabla. La primera columna presenta la diferencia en minutos entre el tiempo de daño y el tiempo de descarga del producto extintor. Si los dos tiempos están próximos o si el daño ocurre antes de la descarga del producto extintor, se asumirá una alta probabilidad de daño (PNS se acerca a 1,0). Si el tiempo de extinción es más corto que el tiempo de daños, el valor de PNS disminuye para reflejar una mayor probabilidad de éxito en la extinción. Conforme la diferencia de tiempo se acerca a los 10 minutos, la PNS se va acercando a cero. Nótese que, en la cuantificación, la probabilidad de que el sistema de extinción de incendios falle a la demanda se trata de forma explícita.

**Tabla A8.2 - Probabilidad de no extinción para sistemas fijos de extinción de incendios, basada en la diferencia absoluta entre tiempo de daño y tiempo de extinción**

<b>Tiempo diferencial: (<math>t_{\text{daño}} - t_{\text{extinción}}</math>)</b>	<b>PNS<sub>fija</sub></b>
Tiempo negativo hasta 1 minuto	1,0
> 1 minuto hasta 2 minutos	0,95
> 2 minutos hasta 4 minutos	0,80
> 4 minutos hasta 6 minutos	0,5
> 6 minutos hasta 8 minutos	0,25
> 8 minutos hasta 10 minutos	0,1
> 10 minutos	0,0

Tratamiento de la PNS para sistemas gaseosos degradados de extinción de incendios - tiempo de concentración real del gas inadecuado

Un tipo específico de degradación que puede identificarse para los sistemas gaseosos de extinción de incendios se refiere a la incapacidad del sistema para mantener la concentración de diseño del producto extintor durante el tiempo suficiente para asegurar la extinción completa de un incendio profundamente arraigado. La concentración requerida del agente extintor y el tiempo de mantenimiento se establecen en los criterios de diseño del sistema. Esta degradación suele llamarse “tiempo de concentración real del gas inadecuado”. Puede ser un problema en sistemas de extinción de incendios de halón o dióxido de carbono, así como en otros sistemas gaseosos de extinción (p.ej. sustitutos del halón).

Para el caso de degradación por tiempo de concentración real del gas inadecuado, hay que prestar especial consideración a la estimación de la probabilidad de no extinción (PNS). Siempre que el sistema pueda ofrecer una concentración inicial que cumpla los criterios de diseño, el sistema recibe algún crédito para la interrupción del crecimiento del incendio y del proceso de propagación. En este caso se hacen las siguientes hipótesis:

- Los incendios relacionados con cables u otros componentes eléctricos y electrónicos estarán profundamente arraigados.
- Si el sistema gaseoso de extinción no puede mantener una concentración adecuada durante el tiempo suficiente para asegurar la extinción del incendio (según las especificaciones de diseño), la lucha manual contra incendios tendrá que responder y lograr la extinción final del incendio.
- El incendio se controlará durante el tiempo en el que la concentración de producto extintor se mantenga en el nivel de diseño.
- Suponiendo que la actuación del sistema sea oportuna (es decir, con un margen adecuado entre el tiempo de descarga y el tiempo estimado para daños), la eficacia del sistema se reflejará como un retardo correspondiente en el tiempo estimado de daños. Como resultado, la brigada manual contra incendios recibe un tiempo adicional para responder de forma eficaz ante el incendio.
- Tras la disipación del agente extintor, el incendio se reaviva y el crecimiento del mismo y el proceso de daños proseguirá donde se había detenido.

El proceso de cuantificación para este caso es como sigue:

- Seleccionar la curva apropiada de extinción de incendios manual que corresponda a la fuente de ignición.



- Estimar el tiempo para detección del incendio de la forma normal. Además de cualquier otra capacidad de detección de incendios, se supone que una señal de actuación válida del sistema gaseoso de extinción disparará una alarma de incendio.
- Con el tiempo de daño del incendio calculado en el Paso 2.6 ( $t_{\text{daño}}$ ) y el tiempo estimado para la detección del incendio ( $t_{\text{detección}}$ ), se calcula el valor de  $PNS_{\text{manual}}$  para la curva de duración de incendio seleccionada de la forma normal (es decir, usando  $t_{\text{daño}} - t_{\text{detección}}$  como el tiempo disponible para extinción manual).
- Estimar el tiempo de descarga / actuación ( $t_{\text{extinción}}$ ) para el sistema gaseoso de extinción de incendios de la forma normal. Recordar que la actuación será automática o manual, y que debe incluirse el tiempo de alarma /advertencia previo a la descarga.
- Se calcula el margen de tiempo (“tiempo diferencial”) entre el tiempo de actuación y el tiempo de daño del incendio de la forma normal:

$$\text{Tiempo diferencial} = (t_{\text{daño}} - t_{\text{extinción}})$$

- Usar la tabla de probabilidad general  $PNS_{\text{fijo}}$  basada en el “tiempo diferencial” para evaluar la probabilidad de que la actuación del sistema de extinción sea oportuna, comparada con el tiempo estimado de daño del incendio.
- Si el valor  $PNS_{\text{fijo}}$  asignado es 1,0, no se dará crédito al sistema gaseoso. En este caso, usar el valor de  $PNS_{\text{manual}}$  calculado anteriormente como  $PNS_{\text{escenario}}$  y así se termina el análisis.
- Si el valor  $PNS_{\text{fijo}}$  es menor de 1,0, se dará crédito al sistema gaseoso. Continuar con este análisis para calcular  $PNS_{\text{escenario}}$ .
- Calcular un tiempo de daño del incendio modificado de la siguiente manera:

$$t_{\text{daño\_nuevo}} = t_{\text{daño}} + t_{\text{mantener\_gas}}$$

donde  $t_{\text{mantener\_gas}}$  es el tiempo durante el que puede mantenerse la concentración de diseño deseada del extintor gaseoso.

- Con  $t_{\text{daño\_nuevo}}$  (es decir, en lugar de  $t_{\text{daño}}$ ) y  $t_{\text{detección}}$ , se estima  $PNS_{\text{gas\_manual}}$  según la curva seleccionada de duración del incendio con extinción manual. Es decir, calcular  $[t_{\text{daño\_nuevo}} - t_{\text{detección}}]$  como el tiempo modificado disponible para extinción manual, y se estima  $PNS_{\text{gas\_manual}}$  de la forma en la que suele hacerse  $PNS_{\text{manual}}$ .
- Estimar  $PNS_{\text{escenario}}$  combinando  $PNS_{\text{fijo}}$ ,  $PNS_{\text{manual}}$  y  $PNS_{\text{gas\_manual}}$  con la siguiente ecuación:

$$PNS_{\text{escenario}} = [0,95 \times (1 - PNS_{\text{fijo}}) \times PNS_{\text{gas\_manual}}] + [(0,95 \times PNS_{\text{fijo}}) \times PNS_{\text{manual}}] + [0,05 \times PNS_{\text{manual}}]$$

El cálculo de  $PNS_{\text{escenario}}$  combina tres casos. El primero es que el sistema de extinción funcione (sin fallo aleatorio - factor de fiabilidad / disponibilidad general del 95%), que la actuación sea oportuna ( $1 - PNS_{\text{fijo}}$ ) y que la brigada contra incendios responda tras la disipación de la concentración de producto extintor ( $PNS_{\text{gas\_manual}}$ ). Esto se refleja en el primer término a la

derecha de la ecuación. En el segundo caso, el sistema de extinción de incendios no falla de forma aleatoria (el factor de fiabilidad / disponibilidad general del 95%), pero la descarga del sistema de extinción de incendios no es oportuna ( $PNS_{fijo}$ ). En el tercer caso, el sistema de extinción gaseoso sufre un fallo a la demanda aleatorio (factor de fiabilidad / disponibilidad general del 5%). Para los dos últimos casos, la brigada contra incendios debe extinguir con éxito el incendio dentro del tiempo de extinción de incendios estimado originalmente ( $PNS_{manual}$ ).

Esta ecuación se reduce a:

$$PNS_{escenario} = [0,95 \times (1 - PNS_{fijo}) \times PNS_{gas\_natural}] + [(0,95 \times PNS_{fijo}) + 0,05] \times PNS_{manual}$$

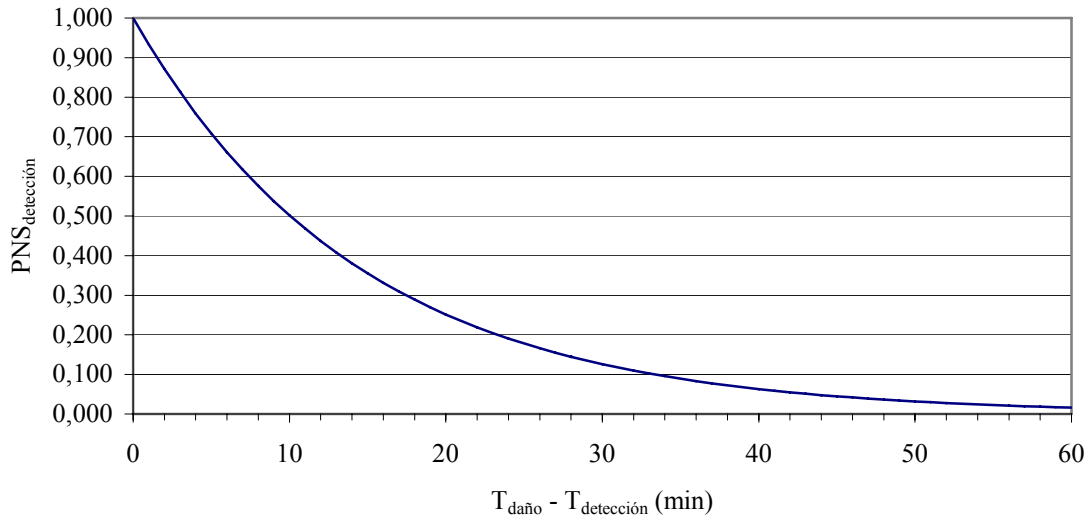
- Verificar que ( $PNS_{escenario} \geq PNS_{manual}$ ). Como en otros casos, para cualquier escenario, al tiempo de actuación manual de la brigada contra incendios se le da un crédito mínimo en la extinción del incendio. Si ( $PNS_{escenario} > PNS_{manual}$ ), se restablece ( $PNS_{escenario} = PNS_{manual}$  )

### Extinción manual de incendios

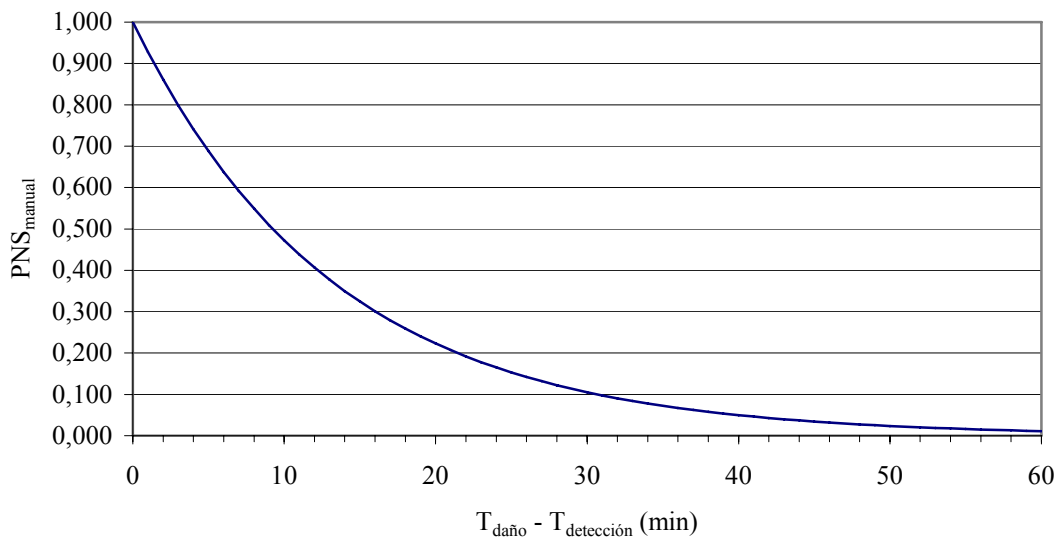
El siguiente proceso se repite para cada escenario de incendio:

- Restar el tiempo de detección de incendio al tiempo de daños del incendio.
- Usando la curva de duración de incendio apropiada, leer en el eje x la diferencia de tiempo del paso anterior.
- Subir al punto correspondiente de la curva de duración del incendio y leer a la izquierda para estimar  $PNS_{manual}$ .

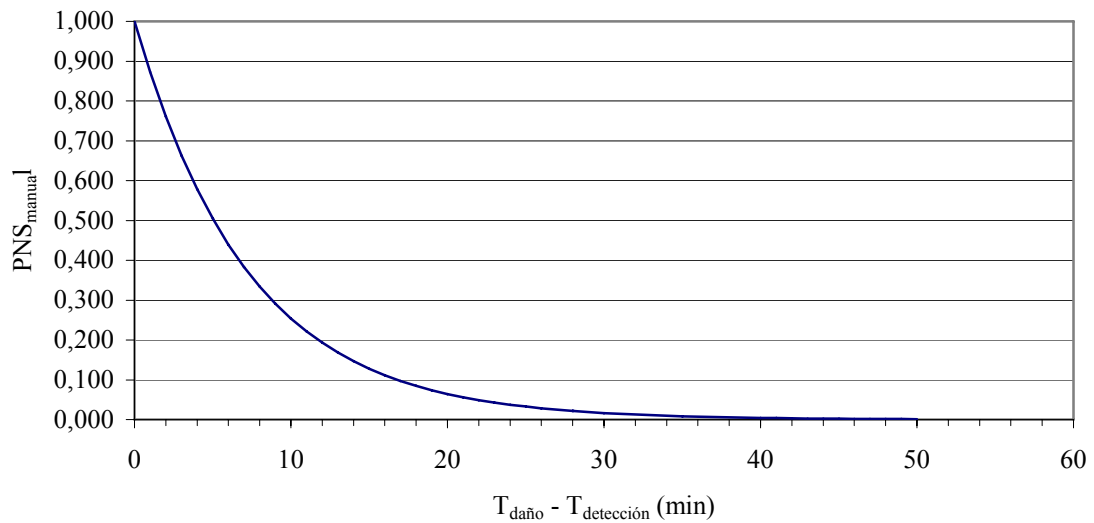
**Curva media de probabilidad de no extinción para todos los sucesos**



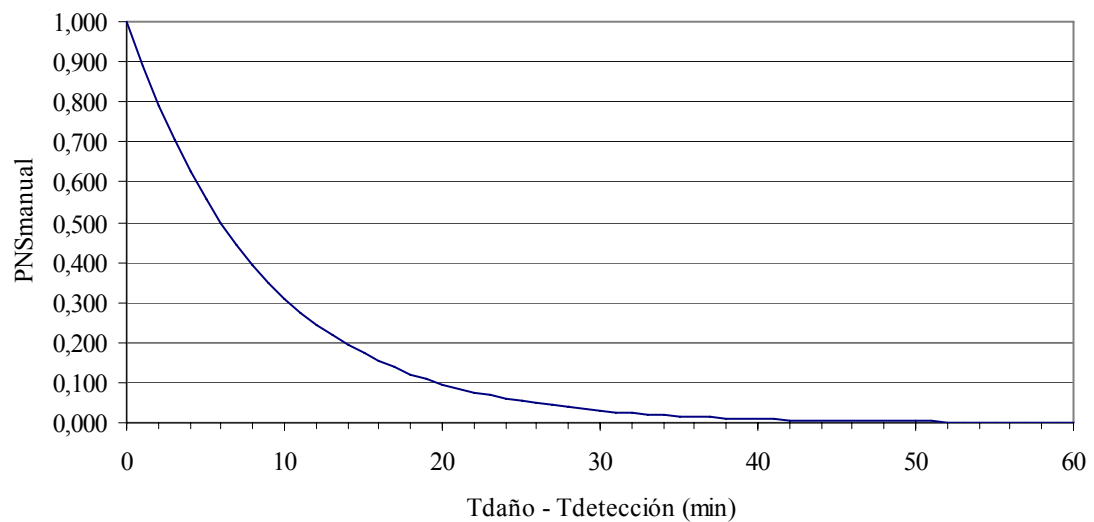
**Curva media de probabilidad de no extinción de incendios de trabajos en caliente / soldadura**

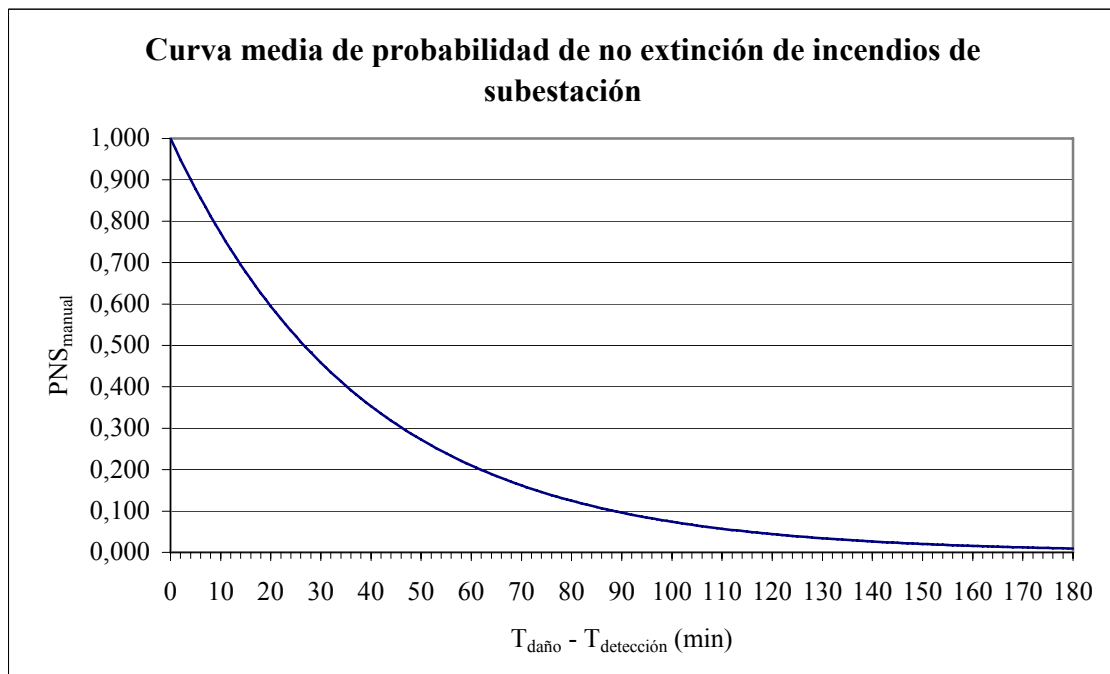
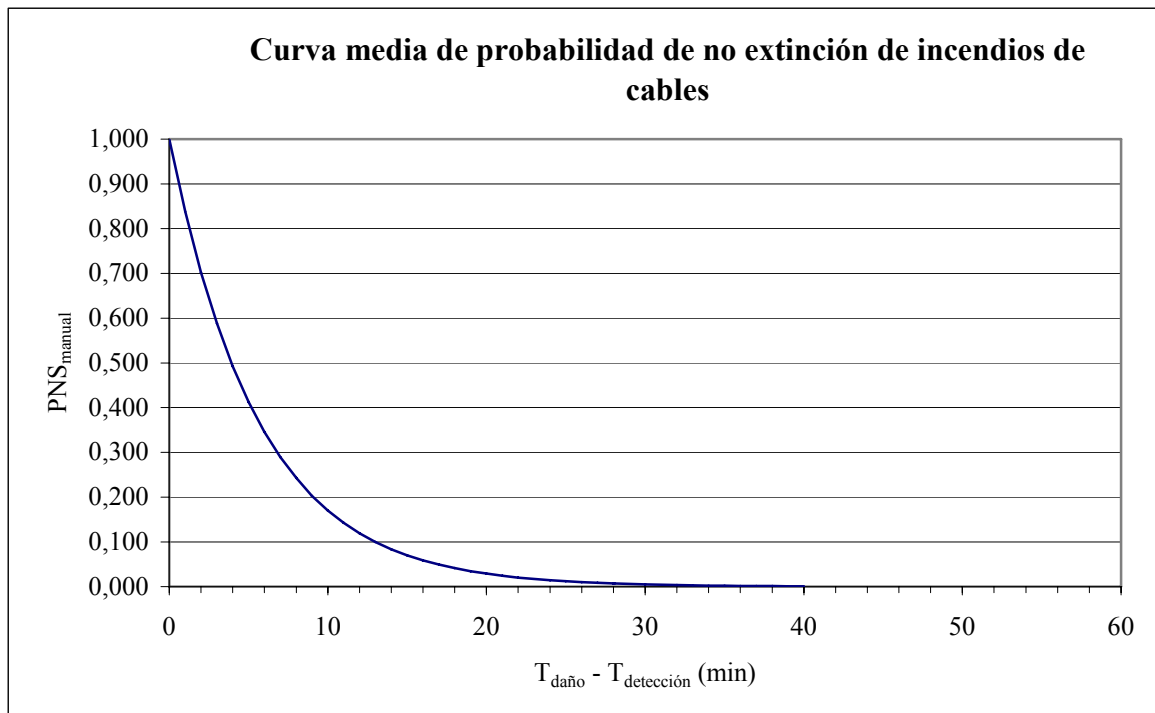


**Curva media de probabilidad no extinción de incendios transitorios**

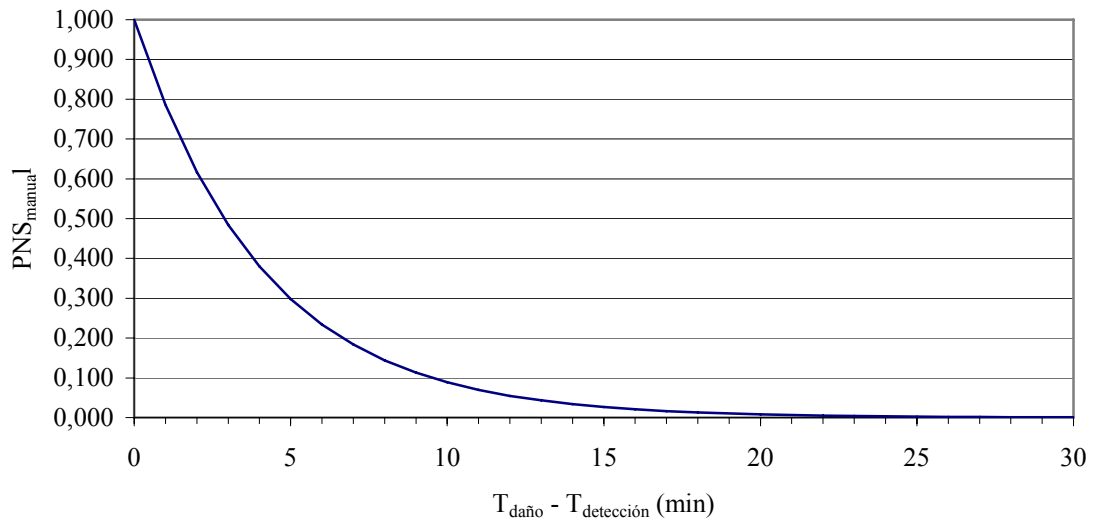


**Curva media de probabilidad de no extinción de incendios eléctricos**

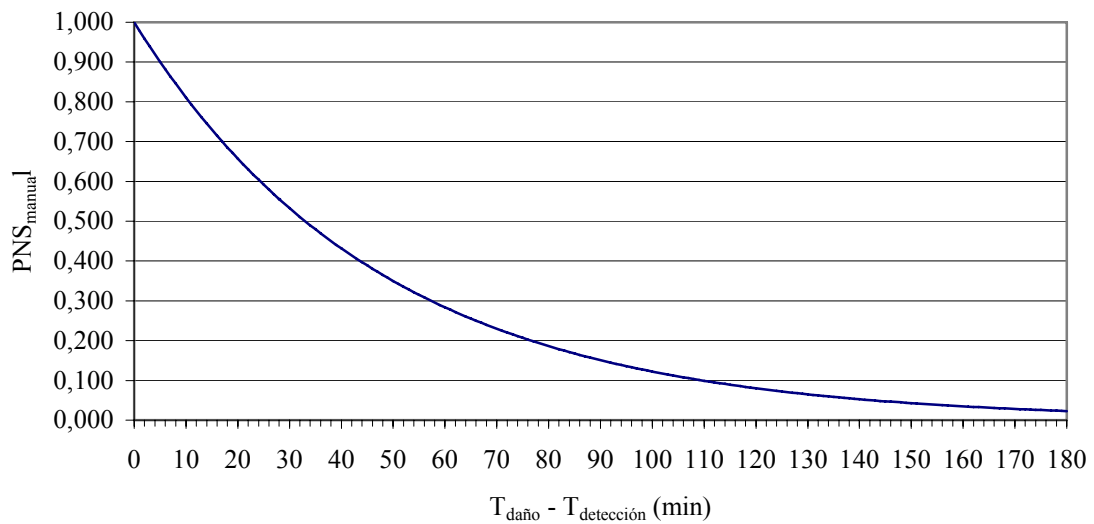




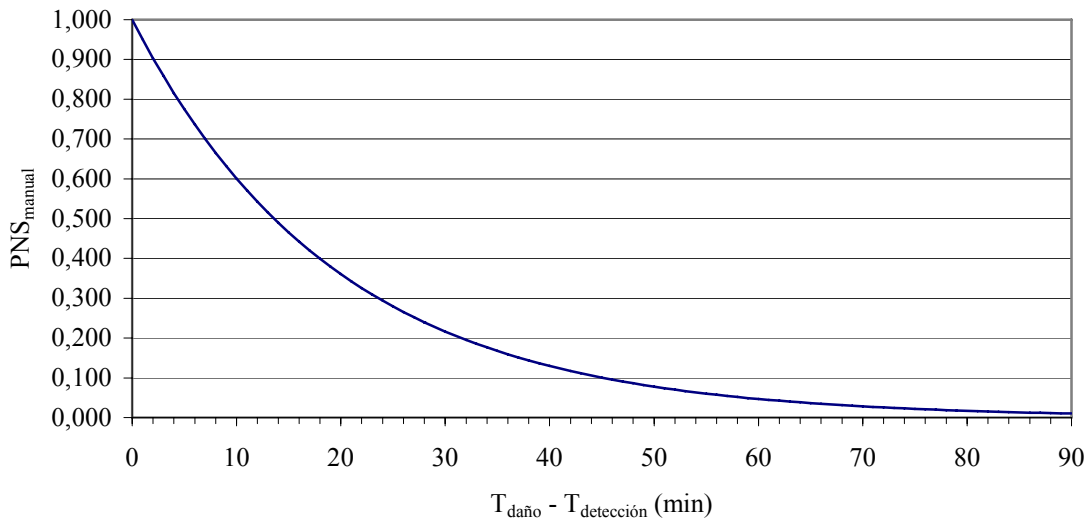
**Curva media de probabilidad de no extinción de incendios de la sala de control**



**Curva media de probabilidad de no extinción de incendios del turbogenerador**



**Curva media de probabilidad de no extinción de incendios por fallos de arco eléctrico**



**Curva media de probabilidad de no extinción de incendios de contención**

