

del riesgo de incendio: criterios

Evaluation du danger d'incendie: critères
Risk evaluation in case of fire: criteria

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida			
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados: Parcialmente	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: SI

Redactores:

Guiomar Duarte Viejo
Licenciada en Química

Tomás Piqué Ardanuy
Licenciado en Derecho e Ingeniero Técnico Químico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

Un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, siendo los reactivos el oxidante y el reductor. En terminología de incendios, el reductor se denomina combustible y el oxidante, comburente; las reacciones entre ambos se denominan combustiones.

Para que un incendio se inicie es necesario que el combustible y el comburente se encuentren en espacio y tiempo en un estado energético suficiente para que se produzca la reacción entre ambos. La energía necesaria para que tenga lugar dicha reacción se denomina energía de activación; esta energía de activación es la aportada por los focos de ignición.

La reacción de combustión es una reacción exotérmica. De la energía desprendida, parte es disipada en el ambiente produciendo los efectos térmicos del incendio y parte calienta a más reactivos; cuando esta energía es igual o superior a la necesaria, el proceso continúa mientras existan reactivos. Se dice entonces que hay reacción en cadena.

Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "triángulo del fuego"; y para que el incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego".

Los métodos existentes para evaluar el riesgo de incendio son variados y utilizan distintos parámetros de medida para hacer la valoración. La utilización de unos u otros parámetros dependen de la finalidad que persiga el método de evaluación (minimizar las consecuencias materiales a la empresa, a personal propio o visitante o las consecuencias materiales y humanas a terceros) o de los criterios de evaluación del propio autor del método. Generalmente tienen en común que la mayoría de ellos valoran factores ligados a las consecuencias del incendio.

Como accidente - incendio se entiende el inicio del mismo y su inmediata propagación. Ahora bien, teniendo en cuenta que el comburente (aire) se encuentra siempre presente, y que la reacción en cadena es consecuencia del incendio, las condiciones básicas que provocarán el inicio del incendio son el combustible y la energía de activación; por lo tanto, para evaluar el riesgo de incendio hay que evaluar la probabilidad de que coexistan en espacio, tiempo y suficiente intensidad el combustible y el foco de ignición. La prevención de incendios se centra en la eliminación de uno de estos factores para evitar que coexistan. Los demás aspectos preventivos tales como las medidas de extinción no adoptadas, vías de evacuación correctas y de suficiente anchura, una organización adecuada, etc., son parámetros que se considerarán y valorarán para estimar las consecuencias.

Evaluación del riesgo de incendio

El riesgo de incendio, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse. Por lo tanto, el nivel de riesgo de incendio (NRI) se debe evaluar considerando la probabilidad de inicio del incendio y las consecuencias que se derivan del mismo:

$$\text{NRI} = \text{Probabilidad de inicio de incendio} \times \text{Consecuencias}$$

Probabilidad de inicio del incendio

Viene determinada por las medidas de prevención no adoptadas; es decir, de la coexistencia en espacio, tiempo e intensidad suficiente del combustible y el foco de ignición.

- **Combustible**

Su peligrosidad depende fundamentalmente de su estado físico (sólido, líquido o gas) y en cada uno de estos estados, de otros aspectos ligados a sus propiedades físico - químicas, su grado de división o fragmentación, etc.

En el caso de **combustibles sólidos** su grado de fragmentación es fundamental ya que a mayor división se precisa de menor energía (en intensidad y duración) para iniciar la combustión. Para **líquidos y gases inflamables** son la concentración combustible - aire precisa para la ignición (límite inferior de inflamabilidad) y la energía de activación necesaria (energía mínima de ignición) para que se produzca la reacción de combustión; siendo, además, asimismo un parámetro fundamental para los **líquidos**, la temperatura mínima a la que el combustible emite vapores suficientes para que se forme la mezcla inflamable (temperatura de inflamación o "flash point").

Para el control del combustible, algunos aspectos que se deben de tener en cuenta son los siguientes:

- o Sustitución del combustible por otra sustancia que no lo sea o lo sea en menor grado.
- o Dilución o mezcla del combustible con otra sustancia que aumente su temperatura de inflamación.
- o Condiciones de almacenamiento: Utilizar recipientes estancos; almacenar estrictamente la cantidad necesaria de combustible; mantenimiento periódico de las instalaciones de almacenamiento para evitar fugas y goteos.
- o Ventilación general y/o aspiración localizada en locales y operaciones donde se puedan formar mezclas inflamables.
- o Control y eliminación de residuos.
- o Orden y limpieza.
- o Señalización adecuada en los recipientes o conductos que contengan sustancias inflamables

- **Foco de ignición**

Los focos de ignición aportan la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción. Estos focos de ignición son de distinta naturaleza; pudiendo ser de origen térmico, mecánico, eléctrico y químico.

- o Para los focos térmicos los factores a tener en cuenta son los siguientes: Fumar o el uso de útiles de ignición.
- o Instalaciones que generen calor: estufas, hornos, etc.
- o Rayos solares
- o Condiciones térmicas ambientales
- o Operaciones de soldadura
- o Vehículos o máquinas a motor de combustión
- o Etc.

En el caso de los focos eléctricos debe tenerse en cuenta:

- o Chispas debidas a interruptores, motores, etc.
- o Cortocircuitos
- o Sobrecargas
- o Electricidad estática
- o Descargas eléctricas atmosféricas
- o Etc.

Para los focos mecánicos deben considerarse:

- o Herramientas que puedan producir chispas
- o Roces mecánicos
- o Chispas zapato - suelo
- o Etc.

Finalmente, para los focos químicos han de contemplarse:

- o Sustancias reactivas/incompatibles
- o Reacciones exotérmicas
- o Sustancias auto-oxidables
- o Etc.

Una vez garantizado el mayor control posible del nivel de riesgo de inicio del incendio se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- o Revisiones periódicas: Para garantizar la pervivencia en el tiempo de la situación aceptable.
- o Autorizaciones de trabajo en operaciones identificadas como peligrosas: Solo deben participar personas autorizadas, ya que éstas están debidamente formadas, informadas y cualificadas para realizar dichas operaciones y siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos que garantizan que éstos se realizan de la manera prevista para el control de estos factores.

Consecuencias

Una vez que se inicia el incendio, si no se actúa a tiempo y con los medios adecuados, se producirá su propagación y ocurrirán unas consecuencias con daños materiales y a los ocupantes. Para determinar la magnitud de las consecuencias, los factores a analizar son las medidas de protección contra incendios. Estas medidas se dividen en medidas de protección pasiva y medidas de lucha contra incendios, también conocidas como de protección activa.

- **Medidas de protección pasiva**

Aquellas medidas de lucha cuya eficacia depende de su mera presencia; no actúan directamente sobre el fuego pero pueden dificultar o imposibilitar su propagación, evitar el derrumbe del edificio o facilitar la evacuación o extinción.

- o Ubicación de la empresa en relación a su entorno
- o Situación, distribución y características de los combustibles en el local
- o Características de los elementos constructivos de los locales: estabilidad al fuego (EF), parallamas (PF) y resistencia al fuego (RF)
- o Exutorios
- o Exigencias de comportamiento ante el fuego de los materiales (M0, M1, M2, M3, M4).

En el sentido expresado, pueden asimismo considerarse medidas de protección pasiva una correcta señalización y la presencia de alumbrados especiales.

- **Medidas de protección activa**

Son las medidas de lucha contra incendios

- o Organización de la lucha contra incendios
- o Adiestramiento del personal en actuaciones de lucha contra incendios
- o Medios de detección de incendios
- o Transmisión de la alarma
- o Medios de lucha contra incendios (extintores, BIE, etc.)
- o Vías de evacuación
- o Plan de emergencia
- o Facilidad de acceso de los servicios de extinción de incendios exteriores
- o Mantenimiento de los sistemas de detección, alarma y extinción

Listas de comprobación / cuestionarios de chequeos

Constituyen una herramienta útil y muy eficaz para verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad o desviaciones de los estándares establecidos. Se pueden utilizar como una cualificada y muy válida herramienta para la identificación de los factores de riesgo que posibilitan la materialización del incendio e inciden en las posibles consecuencias, es decir, para evaluar cualitativamente el riesgo. Puede asimismo utilizarse como metodología para cuantificar (estimar la magnitud) del riesgo de incendio. Para ello se deben asignar valores a los distintos "items" e integrar los mismos con criterios que permitan conocer la contribución que pueden tener los distintos factores de riesgo en la materialización del incendio y en sus consecuencias.

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se proponen unas listas de comprobación (check list) para evaluar cualitativamente el riesgo de incendio. Estas listas de comprobación son orientativas, generales y no exhaustivas; cada empresa deberá ajustarlas a sus necesidades particulares, dependiendo del tipo de combustibles que utilice, del proceso de producción, de las características de los establecimientos, de la organización, etc.

TABLA 1
Factores de inicio

1. Existen combustibles sólidos (papel, madera, plásticos,...), que por su estado o forma de presentación pueden prender fácilmente	
2. Existen combustibles sólidos próximos a posibles focos de ignición (estufas, hornos,...) o depositados sobre los mismos (polvo o virutas sobre motores, cuadros eléctricos, ...)	
3. Se utilizan productos inflamables (temperatura de inflamación inferior a 55° C)	
4. El almacenamiento de productos inflamables se realiza en el área de trabajo en cantidades significativas (más allá de las necesidades diarias)	
5. Los productos inflamables están contenidos en recipientes abiertos o sin tapar	
6. Se carece de recipientes de seguridad para guardar estos productos	
7. En el área de trabajo no existen armarios protegidos para almacenar esos productos	
8. En la utilización de esos productos no está garantizada una ventilación eficaz	
9. No se llevan a cabo revisiones o mantenimiento periódico de las instalaciones de uso o almacenamiento de tales productos	
10. Los productos inflamables no están en su totalidad identificados y correctamente señalizados, o se pierden tales datos cuando se trasvasan de su recipiente original a otro recipiente para su uso	
11. No existe un plan de control y eliminación de residuos de productos combustibles e inflamables	
12. El local ofrece un aspecto notorio de desorden y falta de limpieza	
13. La instalación eléctrica en zonas clasificadas con riesgo de incendio no se ajusta a la MI BT 026 del REBT (ITC-BT-29 del RD 842/2002)	
14. Se fuma en la sección	
15. Existen otros focos de ignición no controlados (hornos, estufas, fricciones mecánicas,...)	
16. Las zonas en que se utilizan o almacenan combustibles o productos inflamables no están aisladas de zonas donde se realizan operaciones peligrosas (soldadura, oxicorte, desbarbado, etc.)	
17. Se carece de permisos de trabajos para la realización de dichas operaciones peligrosas en zonas donde pueda haber sustancias combustibles e inflamables	
18. Se carece de procedimientos de trabajo para la correcta realización de operaciones peligrosas	
19. Se aprecian otras deficiencias (indicar)	
20. No se aprecian deficiencias	

TABLA 2
Factores de propagación

1. $Q_p \leq 200$ Mcal/m ²	
2. $200 < Q_p \leq 800$ Mcal/m ²	
3. $Q_p > 800$ Mcal/m ²	
4. La estabilidad al fuego exigida a los elementos estructurales portantes es inadecuada	
Un incendio en la dependencia se propagaría fácilmente al resto de la planta o edificio por:	
5. Las zonas peligrosas con alto riesgo de incendio no constituyen sector de incendios	
6. Los paramentos divisorios (paredes, tabiques,...) no cumplen con las exigencias de RF	
7. Las aberturas horizontales (puertas, ventanas,...) no cumplen con las exigencias de RF	
8. Los falsos techos no están sectorizados	
9. Los conductos de climatización carecen de seccionadores automáticos	
10. Los conductos para instalaciones no están sellados a la altura de los forjados	
11. Los huecos de ascensor, montacargas o escaleras no están sectorizados	
12. Existen otras vías de propagación (detallar)	
13. Se carece de sistemas de control para la eliminación de humos y calor	
14. No se aprecian deficiencias	

TABLA 3
Evacuación

1. El número, dimensiones y ubicación de las vías de evacuación no se ajustan a lo especificado en la normativa aplicable	
2. Se carece de señalización de las vías de evacuación o la misma no garantiza la continuidad de información hasta alcanzar el exterior o una zona segura	
3. Se carece de alumbrado de emergencia o el que existe no garantiza la continuidad de iluminación hasta alcanzar el exterior o una zona segura	
4. Las vías de evacuación no son inmunes al fuego y humos	
5. Se carece de un plan de evacuación escrito	
6. En caso de existir, no todo el personal del centro lo conoce y/o no se realizan simulacros periódicos para práctica y perfeccionamiento del mismo	
7. Se carece de instalación de alarma o de megafonía para la comunicación de emergencias	
8. Se aprecian otras deficiencias (detallar)	
9. No se aprecian deficiencias	

TABLA 4
Medios de lucha contra incendios

1. En la dependencia no está garantizada la rápida detección de un incendio, sea con medios humanos o mediante sistema de detección automática	
2. Se precisa y no se dispone de pulsadores manuales de alarma de incendio	
3. No existe sistema de comunicación de alarma o no garantiza su rápida y fiable transmisión	
4. Se precisa y no se dispone de bocas de incendio equipadas o las mismas no cubren toda la superficie de la dependencia	
5. No se dispone de suficientes extintores portátiles de sustancia extintora adecuada al tipo de fuego esperado	
6. Los extintores anteriores, aún existiendo, no se encuentran correctamente distribuidos, o no se revisan anualmente o no están retimbrados	
7. Se precisan y no existen sistemas automáticos de extinción	

8. Se precisan y no existen hidrantes exteriores	
9. El suministro de agua de extinción no está asegurado	
10. Las instalaciones de lucha contra incendios no son fácilmente localizables	
11. Las instalaciones de protección contra incendios no están correctamente mantenidas	
12. Se carece de Plan de Emergencia que organice y defina las actuaciones, (quien debe actuar, con que medios, que se debe hacer, qué no se debe hacer, como se debe hacer), frente a un incendio que pueda presentarse en la dependencia	
13. No hay en la dependencia personal formado y adiestrado en el manejo de los medios de extinción (personal que realice periódicamente prácticas de fuego real de manejo de mangueras y/o extintores)	
14. El edificio es poco accesible a los bomberos profesionales u otras ayudas externas	
15. Se aprecian otras deficiencias (detallar)	
16. No se aprecian deficiencias	

Métodos de evaluación del riesgo de incendio

La evaluación del riesgo de incendio constituye un tema de gran interés, existiendo una gran variedad de metodologías para tal fin. Esto es debido a la multitud de factores implicados en la valoración, a su variabilidad con el tiempo, a su interrelación, su dificultad de cuantificación y de la finalidad que persiga cada método.

La gran mayoría de los métodos existentes evalúan solamente la magnitud de las consecuencias derivadas del incendio, y no tienen en cuenta la probabilidad de inicio del incendio.

A continuación se describen brevemente algunos de los métodos más utilizados en la evaluación del riesgo de incendio y sus posibles aplicaciones.

Método de los Factores α

La finalidad de este método es parcial y consiste en determinar para un sector, en base al riesgo del mismo, la resistencia y/o estabilidad al fuego precisa, de forma que se garantice que, en caso de desarrollarse un incendio, sus consecuencias queden confinadas. Por ello, más que un método de evaluación del riesgo, se trata de un método de aislamiento del mismo.

Método de los Coeficientes k

Al igual que el método anterior sólo permite evaluar las condiciones de resistencia/estabilidad al fuego de un sector de incendio. Sin embargo es más preciso en los resultados que el método anterior.

El método tiene su interés por haber sido contemplado por algunas de las Ordenanzas de Prevención y Protección contra Incendios de los Ayuntamientos de Madrid y Barcelona.

Método de Gretener

Es un método que permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendio, tanto en construcciones industriales como en establecimientos públicos densamente ocupados; siendo posiblemente el más conocido y aplicado en España.

El método se refiere al conjunto de edificios o partes del edificio que constituyen compartimentos cortafuegos separados de manera adecuada.

El método parte del cálculo del riesgo potencial de incendio (B), que es la relación entre los riesgos potenciales presentes, debidos al edificio y al contenido (P) y los medios de protección presentes (M).

$$B = P/M$$

Se calcula el riesgo de incendio efectivo (R) para el compartimento cortafuego más grande o más peligroso del edificio, siendo su valor

$$R = B.A$$

siendo el factor (A) el peligro de activación

Se fija un riesgo de incendio aceptado (R_u), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

La valoración del nivel de seguridad contra incendios se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo con el riesgo de incendio aceptado, obteniendo el factor seguridad contra el incendio (γ), el cual se expresa de tal forma que:

$$\gamma = R_u / R$$

Cuando $\gamma \geq 1$, el nivel de seguridad se considera SUFICIENTE, siendo INSUFICIENTE cuando $\gamma < 1$

Método de Gustav Purt

Este método puede considerarse una derivación simplificada del método Gretener. Está explicado y desarrollado por la NTP 100

Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. RD 786/2001, de 6 de julio.

A fin de determinar las exigencias en materia de seguridad contra incendios el R.D. 786/2001, en primer lugar, fija la caracterización de los establecimientos industria

les en relación con la seguridad contra incendios, según su configuración y ubicación en relación a su entorno y según su nivel de riesgo intrínseco (Apéndice 1 del RD) En cuanto a su configuración y ubicación en relación a su entorno, los edificios industriales se clasifican en 5 niveles: 3 para los establecimientos industriales ubicados en un edificio y 2 para establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

Para evaluar el nivel de riesgo intrínseco se determina la densidad de carga de fuego ponderada y corregida para un sector de incendio, para un edificio o conjunto de sectores de incendio y para un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto. Los niveles de riesgo intrínseco de incendio así calculados quedan establecidos en tres grupos: nivel de riesgo alto, medio y bajo.

Según la clasificación obtenida en el apéndice 1, se establecen los requisitos constructivos que deben reunir los establecimientos industriales (Apéndice 2 del RD) y los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios (Apéndice 3 del RD). Por último en el Apéndice 4 del RD se establece un listado de normas UNE de obligado cumplimiento en la aplicación de este Reglamento.

En la Nota Técnica de Prevención NTP - 600: "Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales. (RD 786/2001)" se desarrolla con exhaustividad este Reglamento.

Bibliografía

1. VILLANUEVA MUÑOZ, J.L.
NTP 100: Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purt
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1984
2. VILLANUEVA MUÑOZ, J.L.
NTP 36 y 37: Riesgo intrínseco de incendio (I y II)
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1983
3. PIQUÉ ARDANUY, T.
NTP 324: Cuestionarios de chequeo para el control de riesgos de accidente
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1993
4. DOMINGO COMECHE, S. y OTROS
Prevención y protección contra incendios
Servicio Social de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1980
5. PIQUÉ ARDANUY, T.
Riesgo de incendio en la industria de la madera
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1989
6. Curso "Evaluación del riesgo de incendio en edificios"
Barcelona, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2002
7. Evaluación del riesgo de incendio. Método Gretener
CEPREVEN, 1988
8. Real Decreto 786/2001 de 6 de julio (M^o- de Ciencia y Tecnología, BOE 30.7.2001)
Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
9. Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre (M^o- de Fomento, BOE 29.10.1996).
Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios en los edificios"