

NTP 100: Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purt

Risks evaluations in case of fire. Gustav Purt Method
Evaluation du danger d'incendie. Methode de Gustav Purt

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida		Método histórico, actualmente en desuso	
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados:	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: SI

Redactor:

José Luis Villanueva Muñoz
Ingeniero Industrial

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

La evaluación de los riesgos de forma objetiva es uno de los pilares de las técnicas de prevención. El método de evaluación del riesgo de incendio que se presenta es uno de los más utilizados entre los especialistas en el tema para la evaluación de riesgos medianos (no es aplicable a la industria petroquímica).

Introducción

Este método de evaluación fue presentado por el Dr. Gustav Purt en el sexto Seminario Internacional de Detección Automática de incendios del IENT.

La presente NTP es un extracto del texto completo referenciado en la bibliografía (1).

Este método puede considerarse una derivación simplificada del método de Max Gretener (2), y para el cálculo de sus coeficientes es recomendable disponer de las tablas del citado método que se encuentran traducidas al castellano en la Ordenanza de Prevención de Incendios del Ayuntamiento de Zaragoza (3); así mismo es recomendable disponer del Catálogo CEA, traducido por Cepreven (4).

Definición y objetivo

Toda medida de protección contra incendio tiene por objeto reducir el peligro de incendio en un objeto determinado. Prescripciones legales de diversa índole, relativas a la construcción y proyecto de edificios, materiales de construcción, instalaciones eléctricas y de calefacción, talleres, etc., tienden a dicho fin. Se trata esencialmente de medidas preventivas que tienen como finalidad los puntos siguientes:

- Primero, conseguir que la probabilidad de que se declare un incendio sea muy pequeña.
- Segundo, en el caso de que el incendio se produzca, el fuego no se debe poder extender rápida y libremente, es decir solamente deberá causar el menor daño posible.

Cuando se origina un incendio, el tiempo necesario para dominarlo eficazmente comprende dos fases:

- El tiempo necesario para descubrir el incendio y transmitir la alarma.
- El tiempo necesario para que entren en acción los medios de extinción.

Estas dos fases, así como la eficacia de los servicios públicos de extinción (efectivos, material, formación) constituyen lo que se llama tiempo necesario para iniciar la extinción y evidentemente es necesario tenerlo en cuenta para la evaluación del riesgo. Se disminuirá cualquier determinado riesgo de incendio, no solamente mejorando las medidas de prevención sino también y muy especialmente, por medidas complementarias tales como la reducción del tiempo necesario para iniciar la extinción. Esta es la finalidad de las instalaciones automáticas de protección contra incendio (instalaciones de detección y de extinción de incendios).

La decisión relativa a las medidas adecuadas de protección contra incendios es frecuentemente muy difícil de tomar. Por una parte, se trata de determinar si es necesario y económicamente soportable, reducir el riesgo de incendio con medidas que afecten a la construcción o a la explotación (por ejemplo, construcción de muros corta fuego, adopción de determinado sistema de almacenaje). Por otra parte se debe juzgar si es necesario establecer una instalación automática de protección contra incendio (detección-extinción). En determinados casos puede imponerse una mejora de efectivos de intervención (por ejemplo la organización de un cuerpo de bomberos de empresa).

La finalidad de una evaluación sistemática del riesgo de incendio consiste en obtener magnitudes numéricas que permitan decidir razonablemente, en función de todos estos factores.

Fundamento del cálculo del riesgo de incendio

La acción destructora del fuego se desarrolla en dos ámbitos distintos:

Los edificios y su contenido

El **riesgo del edificio** estriba en la posibilidad de que se produzca un daño importante: la destrucción del inmueble. Depende esencialmente, de la acción opuesta de dos factores:

- La intensidad y duración del incendio.
- La resistencia de la construcción.

El **riesgo del contenido** está constituido por el daño a las personas y a los bienes materiales que se encuentran en el interior del edificio.

Los dos riesgos están hasta tal punto unidos el uno al otro que, por una parte, la destrucción del edificio lleva consigo también, generalmente, la destrucción de su contenido mientras que, inversamente, la carga térmica liberada por su contenido representa, muy frecuentemente, el principal peligro para el edificio. De todos modos, estos dos riesgos pueden existir también independientemente uno del otro. Así un gran riesgo para el edificio puede no representar más que un riesgo insignificante para el contenido, pudiendo ocurrir también que el contenido sufra un perjuicio muy importante antes de que se produzca un daño apreciable en el edificio.

De ello resulta que el riesgo total no puede representarse por un sólo valor numérico. Un estudio utilizable prácticamente requiere por lo menos dos sumandos distintos, a saber, la componente del riesgo del edificio y la del riesgo del contenido. El razonamiento siguiente nos muestra claramente que tal distinción es indispensable: efectivamente, la finalidad del sistema consiste en deducir, de la evaluación del riesgo, las medidas de protección contra incendios, necesarias en cada caso. Si, por ejemplo, el riesgo del edificio predomina, las medidas adecuadas son diferentes de las que hay que tomar cuando el riesgo del contenido es mayor.

En el primer caso, se puede tolerar cierto margen al incendio; pues lo importante, sobre todo, es que no se supere un límite determinado. Si la posibilidad de intervención humana no está en condiciones de garantizarlo, el inmueble está en peligro por lo que se impone la adopción de una instalación de "sprinklers". Si se trata por el contrario de conseguir la evacuación de las personas en un tiempo determinado o de la conservación de instalaciones de valor muy elevado, de bienes preciosos o irremplazables, el objetivo no puede ser alcanzado, por regla general, más que con una instalación de predetección. Pero semejante diferenciación solamente es posible si representamos el riesgo total por la suma de dos componentes. Esto se obtiene de una manera práctica, con la ayuda de un gráfico sobre el cual se llevan los dos valores como abscisas y ordenadas respectivamente. A cada combinación de riesgo para el edificio, GR y para el contenido IR, corresponde así un punto preciso en el gráfico. Este diagrama comprende zonas correspondientes a las diferentes medidas de protección. Estas zonas determinan si el riesgo es tolerable o si son necesarias instalaciones automáticas de extinción o de predetección, o incluso las dos conjuntamente.

Si el edificio comprende varias zonas o sectores corta fuegos que se diferencian claramente unos de otros, es necesario que el cálculo de GR y de IR se realice separadamente para cada zona. Se puede llegar así a medidas de protección diferentes para cada una de las zonas corta fuegos. Si no es posible llegar a una normalización, por ejemplo a consecuencia de un cambio en la concepción, se deberá considerar la combinación de varios tipos de instalaciones de protección contra incendio para un mismo edificio. Este será muy frecuentemente el caso para edificios de grandes dimensiones.

Cálculo del riesgo del edificio GR

Aumentan el peligro en relación con el riesgo del edificio los siguientes factores principales:

La carga térmica (Q) y la combustibilidad (C). La carga térmica se compone de la carga térmica del contenido (Q_m) y la carga calorífica del inmueble (Q_i).

La situación desfavorable y gran extensión del sector corta fuegos (B) considerado.

Largo período de tiempo para iniciar la actuación de los bomberos y eficacia de intervención insuficiente comprendidos en el coeficiente de tiempo necesario para iniciar la extinción (L).

Por el contrario favorecen la disminución del riesgo:

Una gran resistencia al fuego de la estructura portante de la construcción (W).

Numerosos factores de influencia secundaria (por ejemplo focos de ignición, almacenaje favorable que hay que tener en cuenta como factores de reducción del riesgo (R_i)).

De acuerdo con los factores mencionados anteriormente, se puede calcular el riesgo del edificio de la manera siguiente:

$$GR = \frac{(Q_m) \cdot C + Q_i}{W \cdot R_i} \cdot B \cdot L$$

Q_m = Coeficiente de carga calorífica.

C = Coeficiente de combustibilidad.

Q_i = Valor adicional correspondiente a la carga calorífica del inmueble.

B = Coeficiente correspondiente a la situación e importancia del sector corta fuegos.

L = Coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción.

W = Factor correspondiente a la resistencia al fuego de la estructura portante de la construcción.

R_i = Coeficiente de reducción del riesgo.

Explicación y apreciación de los diferentes coeficientes

Q_m = Coeficiente de carga calorífica del contenido. La carga calorífica o carga térmica se mide en Mcal/m². De la tabla 1 puede obtenerse el coeficiente correspondiente.

Escala	Mcal/m ²	Qm
1	0 – 60	1.0
2	61 – 120	1.2
3	121 – 240	1.4
4	241 – 480	1.6
5	481 – 960	2.0
6	961 – 1.920	2.4
7	1.921 – 3.840	2.8
8	3.841 – 7.680	3.4
9	7.681 – 15.360	3.9
10	>15.361	4.0

Valor numérico del coeficiente Qm de la carga calorífica del contenido

C = Coeficiente de combustibilidad. Desde el punto de vista técnico de la protección contra incendio, se toma como base, para la determinación del coeficiente de combustibilidad, la clasificación de materiales y mercancías, establecida de acuerdo con la lista publicada por el Servicio de Prevención de Incendio (SPI) y el CEA (4). De la tabla 2 puede obtenerse el coeficiente correspondiente.

Escala	Clase de riesgo del material	C
1	Fe VI (peligro mínimo)	1.0
1	Fe V	1.0
1	Fe IV	1.0
2	Fe III	1.2
3	Fe II	1.4
4	Fe I (peligro máximo)	1.6

Valores establecidos para el coeficiente de combustibilidad C

Porcentaje del material de mayor combustibilidad con respecto al peso total	Repercusión sobre la clase de peligro
Hasta 10%	La clase de peligro del material de mayor representación es determinante.
10 al 25%	Se aumenta 1 grado la clase de peligro del material de más fuerte representación.
25 al 50%	Es determinante la clase de peligro del material de menor representación.

Q_i = Valor suplementario para la carga calorífica del inmueble. No se tendrán en cuenta los revestimientos interiores. Su valor puede obtenerse en la práctica de las tablas de M. Gretener (2). El coeficiente correspondiente se toma don arreglo a la tabla 3.

Escala	Mcal/m ²	Q _i
1	0 - 80	0
2	84 - 180	0.2
3	184 - 280	0.4
4	284 - 400	0.6

Valores del coeficiente Q_i para la carga calorífica del inmueble

B = Coeficiente correspondiente a la situación y superficie del sector corta fuego. Tiene en cuenta el incremento del riesgo resultante, por una parte, de la dificultad de acceso del equipo de intervención (sótano, planta superior) y por otra la posibilidad de propagación del incendio a todo el sector, Su valor puede obtenerse en la tabla 4.

Escala	El objeto presenta las características siguientes:	B
1	- superficie del sector corta fuego inferior a 1500 m ² . - o como máximo tres plantas - o altura del techo 10 metros como máximo	1.0
2	- superficie del sector corta fuego comprendida entre 1500 y 3000 m ² - o de 4 a 8 plantas - o altura de techo comprendida entre 10 y 25 m - o situado en el primer sótano	1.3
3	- superficie del sector corta fuego comprendida entre 3000 y 10000 m ² - o más de 8 plantas - o altura del techo superior a 25 m - o situado en el segundo sótano o más bajo	1.6
4	- superficie del sector corta fuego superior a 10000 m ²	2.0

Valores del coeficiente B correspondiente a la influencia del sector corta fuego

L = Coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción. Comprende el tiempo necesario para la entrada en acción de los bomberos y la medida en que su intervención será más o menos eficaz. Puede obtenerse de la tabla 5.

Escala de calificación	Tiempo de intervención Distancia en línea recta	Distancia			
		10' (1Km)	10'-20' (1-6Km)	20'-30' (6-11Km)	30' (11Km)
1	Bomberos profesionales. Bomberos de empresa.	1.0	1.1	1.3	1.5
2	Puesto de policía Bomberos de empresa dispuestos a intervenir siempre.	1.1	1.2	1.4	1.6
3	Puesto de intervención de bomberos.	1.2	1.3	1.6	1.8
4	Cuerpo local de bomberos sin retén Escala de intervención	1.4	1.7	1.8	2.0
		(a)	(b)	(c)	(d)

Valores del coeficiente L correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción

* Los cuerpos de bomberos en España pueden catalogarse por comparación. Utilizar las definiciones incluidas en el Anexo 4 del Método de M. Gretener (2).

W = Coeficiente de resistencia al fuego de la construcción. Tiene en cuenta la disminución del riesgo del edificio, cuando éste presenta una estabilidad adecuada en caso de incendio. La tabla 6 indica los valores de W correspondientes a los diferentes grados de resistencia al fuego.

Escala	Clase de resistencia al fuego	W	Correspondiente a una carga calorífica de (aproximadamente) Mcal/m ²
1	F-30	1.0	-
2	F 30	1.3	148
3	F 60	1.5	240
4	F 90	1.6	320
5	F 120	1.8	460
6	F 180	1.9	620
7	F 240	2.0	720

Valores de W correspondientes al grado de resistencia al fuego

La tabla térmica será cuando menos el valor correspondiente al de la columna de la derecha.

R_i = Coeficiente de reducción del riesgo. Coincide conceptualmente con el riesgo de activación incluido en el método del riesgo intrínseco (Ver NTP 36 y NTP 37). Su valor se tomará en base a la tabla 7.

Escala	Apreciación	Ri	Datos
1	Mayor que normal	1.0	Inflamabilidad facilitada por almacenaje extremadamente abierto o poco compacto de las materias combustibles. Combustión previsible generalmente rápida. Número de focos de ignición peligrosos mayor que normal.
2	Normal	1.3	Inflamabilidad normal debida a almacenaje medianamente abierto y poco compacto de las materias combustibles. Combustión previsible normal. Focos de ignición habituales.
3	Menor que normal	1.6	Inflamación reducida por almacenaje de una parte (25 a 50%) de la materia combustible en recipientes incombustibles o muy difícilmente combustibles. Almacenaje muy denso de los materiales combustibles. Desarrollo muy rápido de un incendio poco probable. En principio el edificio es de una sola planta de superficie inferior a 3000 m ² . Condiciones muy favorables de evacuación del calor.
4	Muy pequeño	2.0	Muy débil probabilidad de ignición debido al almacenaje de las materias combustibles en recipientes cerrados, de chapa de acero o de un material equivalente por su resistencia al fuego y almacenaje muy denso (libros). En principio, probabilidad de combustión lenta (fuegos latentes).

Valores del coeficiente de reducción Ri

Cálculo del riesgo del contenido IR

Como hemos indicado, el riesgo del contenido puede considerarse como una cuestión prácticamente independiente del riesgo del edificio, en cuanto a la elección de medidas de protección complementarias. Su cálculo es mucho más sencillo que el del riesgo del edificio y está condicionado esencialmente por las consideraciones siguientes:

En caso de incendio, ¿hasta qué punto existe un peligro inmediato para las personas que se encuentran eventualmente en el edificio?

O en el mismo caso, ¿hasta que punto existe un peligro inmediato para los bienes, bien porque presenten un gran valor, o porque sean irremplazables o particularmente sensibles a los productos de extinción?

Y también, ¿en qué medida el humo incrementa, todavía más, el peligro para las personas y los bienes?

El estudio de estos tres factores de influencia nos da la siguiente fórmula:

$$I R = H \cdot D \cdot F \text{ (fórmula 2)}$$

H = Coeficiente de daño a las personas.

D = Coeficiente de peligro para los bienes.

F = Coeficiente de influencia del humo.

Cálculo de los diferentes factores

Teniendo en cuenta que no hemos establecido ninguna relación directa con el riesgo del edificio, no es necesario establecer una relación directa entre los factores precitados y GR. Por el contrario, los tres valores H, D, F, deben presentar entre ellos una relación lógica. Para el peligro para las personas se ha escogido un margen comprendido entre 1 y 3 y para el humo entre 1 y 2.

H = Coeficiente de peligro para las personas. Para determinación son importantes los siguientes puntos:

¿Hay normalmente personas en el edificio?

¿Cuántas y por cuánto tiempo?

¿Están familiarizadas con las salidas de socorro?

¿Pueden salvarse por sí solas en caso de incendio?

¿Cómo son las salidas de socorro?

Es evidente que los hospitales, las residencias de ancianos y las casas de maternidad representan un peligro particularmente elevado para las personas. También los hoteles, especialmente los de construcción muy antigua, pueden presentar un peligro acrecentado. Este peligro es frecuentemente, todavía mayor debido a que la señalización es insuficiente. La tabla 8 muestra los valores numéricos atribuidos.

Escala	Grado de peligro	H
1	No hay peligro para las personas.	1
2	Hay peligro para las personas, pero éstas no están imposibilitadas para moverse (pueden eventualmente salvarse por sí solas).	2
3	Las personas en peligro están imposibilitadas (evacuación difícil por sus propios medios).	3

Valores del coeficiente H del peligro para las personas

D = Factor de peligro para los bienes. Hay que tener en cuenta; por una parte, la concentración de bienes y la posibilidad de reemplazarlos (bienes culturales, pérdidas que constituyen una amenaza para la existencia de la empresa, etc.) y por otra, su destructibilidad. La tabla 9 indica la clasificación.

Escala	Grado de peligro	D
1	El contenido del edificio no representa un valor considerable o es poco susceptible de ser destruido (por sectores corta-fuego).	1
2	El contenido del edificio representa un valor superior a Fr. S 2.500/m ² o bien un valor total superior a 2.000.000 en el interior del sector corta fuego y es susceptible de ser destruido.	2
3	La destrucción de los bienes es definitiva y su pérdida irreparable (bienes culturales); es decir, los valores destruidos no pueden ser reparados de manera rentable, o bien representan una pérdida que constituye una amenaza para la existencia de la empresa.	3

Valores del coeficiente D correspondiente a la destructibilidad

F = Factor correspondiente a la acción del humo. Comprende el efecto agravante del humo para las personas y los bienes. Por una parte el humo es tóxico y por consiguiente, directamente nocivo para las personas. Por otra parte los bienes pueden resultar inutilizados sin estar en contacto con el fuego, sino simplemente por efecto del humo o de los productos corrosivos resultantes de la combustión. El humo puede también provocar el pánico y por consiguiente, un peligro indirecto para las personas. Además dificulta el trabajo de las fuerzas de extinción, lo que en principio acrecienta también el peligro para el edificio. Pero es incuestionable que el peligro directo a las personas y a los bienes es el más importante. La evaluación de la posibilidad de que los diferentes materiales puedan producir humo (fu), productos tóxicos (Tx) o fuerte corrosión (Co) durante su combustión puede obtenerse del SPI (CEA) (Ver bibliografía) desde el punto de vista de la protección contra incendio. La tabla 10 muestra la clasificación.

Escala	Datos	F
1	Sin peligro particular de humos o corrosión.	1.0
2	Más de 20% del peso total de todos los materiales combustibles son materiales que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. o bien edificios o zonas corta fuego sin ventanas.	1.5
3	Más del 50% del peso total de los materiales combustibles son materias que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. o más del 20% del peso total de todos los materiales combustibles son productos que desprenden gases de combustión corrosivos.	2.0

Valores numéricos del factor F para el humo

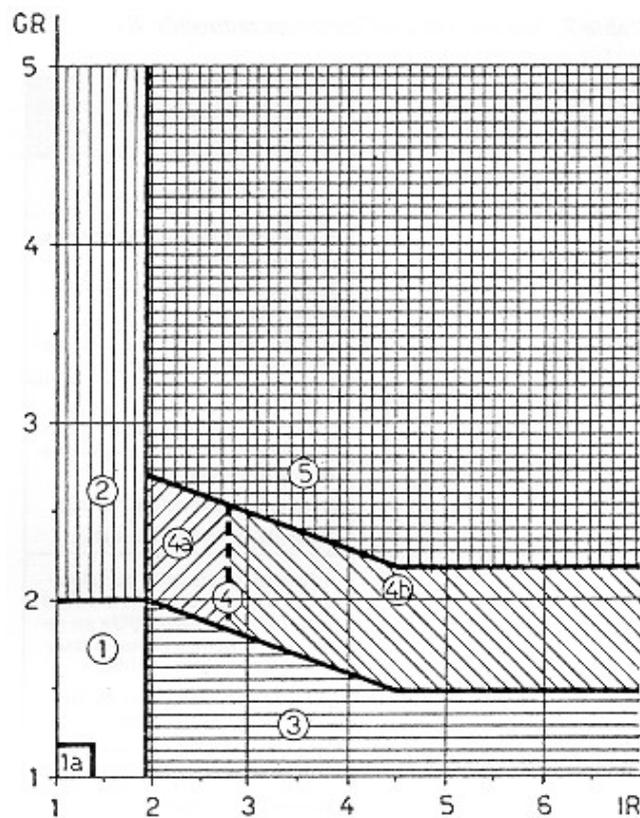
Diagrama de medidas

Después de haber calculado los valores de GR y de IR, se llevan como ordenadas y abscisas, respectivamente, al diagrama de medidas. A cada combinación de GR y IR corresponde un punto en una zona determinada del diagrama de medidas que reproducimos.

La orientación suministrada por el diagrama de medidas, no es más que una primera etapa. Será necesario examinar después, si los datos prácticos obtenidos permiten considerar de manera válida la instalación de un sistema de protección contra incendio o si por el contrario, se impone una mejora de las medidas de prevención. Además el diagrama de medidas indica simplemente, por ejemplo: "instalación automática de extinción" o "Predetección". Pero sin precisar el sistema más adecuado en cada caso.

Si se trata de un sistema automático de extinción hay que determinar cuál es el que debe emplearse: Instalación de "sprinklers" (húmeda o seca), instalación de inundación total o bien instalación de extinción por CO₂. En determinados casos será necesario considerar también los más recientes procedimientos de extinción tales como espuma, polvo seco o compuestos halogenados.

En cuanto a las instalaciones de predetección la elección del sistema es también muy importante. Existe en efecto una gran variedad de detectores, entre otros por ejemplo, los de ionización, los de llama, detectores ópticos de humos (absorción y luz difusa). Junto a su comportamiento ante los fenómenos que acompañan al fuego, es necesario examinar las posibilidades eventuales de falsas alarmas



- 1) Una instalación automática de protección contra incendio no es estrictamente necesaria, pero si recomendable. En el sector 1a, el riesgo es todavía menor, en general, son superfluas las medidas especiales. 2) Instalación automática de extinción necesaria; instalación de predetección no apropiada al riesgo. 3) Instalación de predetección necesaria; instalación automática de extinción ("sprinklers") no apropiada al riesgo. 4) Doble protección (por instalación de predetección y extinción automática) recomendable si, se renuncia a la doble protección, tener en cuenta la posición límite:
 4a) Instalación de extinción.
 4b) Instalación de predetección.
 5) Doble protección por instalaciones de predetección y de extinción automática necesarias.

Bibliografía

(1) GUSTAV PURT

Sistema de evaluación del riesgo de incendio que puede servir de base para el proyecto de instalaciones automáticas de protección contra incendios.

Texto revisado de la conferencia pronunciada durante el sexto Seminario Internacional de Detección Automática de Incendios del IENT, celebrado en Aquisgran en Octubre de 1.971.

(2) GREENER, M.

Determination des mesures de protection decoulant de l'evaluation du danger potentiel d'incendie.

Berne, Ass. des établissements cantonaux d'assurances contre l'incendie. 1973.

(3) AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

Ordenanza de prevención de incendios en el término municipal de Zaragoza.

Zaragoza, 1.980

(4) COMITE EUROPEEN DES ASSURANCES

Clasificación de materiales y mercancías según su riesgo de incendio.

Madrid, Cepreven, 1983.