

1° Edición
Marzo 2024

Método GREENER

Serie: Evaluación del Riesgo de Incendio
Volumen 2



Material no apto para la venta.

Ing. Nestor Adolfo BOTTA



www.redproteger.com.ar

ISBN: en trámite

EL AUTOR

Néstor Adolfo BOTTA es Ingeniero Mecánico recibido en el año 1992 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata; Ingeniero Laboral recibido en el año 1995 en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata; Diplomado en Ergonomía recibido en el año 2018 en la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario de la Pontificia Universidad Católica Argentina; y Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión recibido en el año 2021 en la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Es el Titular de la empresa Red Proteger, empresa dedicada a la Capacitación y Divulgación de conocimientos en materia de seguridad e higiene en el trabajo (www.redproteger.com.ar).

Desarrolló funciones como Responsable de Higiene y Seguridad en el Trabajo en empresas como SOIME SRL, TRADIGRAIN ARGENTINA SA, AMANCO ARGENTINA SA, MOLINOS RÍO DE LA PLATA SA y SEVEL ARGENTINA SA.

Asesoró a diversas empresas entre las que se destacan AKZO NOBEL SA, CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES SAICAYG y APACHE ENERGÍA ARGENTINA SRL.

Su extensa actividad docente lo ubica como:

- Profesor en la UCA de Ing. de Rosario para la Carrera de Posgrado de Higiene y Seguridad en el Trabajo en la asignatura de Riesgo y Protección de Incendios y Explosiones.
- Profesor Titular en la Universidad Nacional del Litoral para la Carrera de Técnico en Seguridad Contra Incendios en la asignatura de Seguridad Contra Incendios III. Sistema de educación a distancia.
- Profesor en la Universidad Nacional del Litoral - Sede Rosario, para la Carrera de Lic. en Seguridad y Salud Ocupacional en la asignatura de Práctica Profesional.
- Profesor Titular en el Instituto Superior Federico Grote (Rosario – Santa Fe) para la Carrera de “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo” para las asignaturas de Higiene y Seguridad en el Trabajo I, Seminario Profesional, Prevención y Control de Incendios II, y Prevención y Control de Incendios I.
- Profesor Interino Cátedra “Elementos de Mecánica”. Carrera “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo”. ISFD Nro. 12 La Plata – 1.996
- Ayudante Alumno Cátedra “Termodinámica”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería.
- Ayudante Alumno Cátedra “Análisis Matemático”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencia Económicas.

Datos de Contacto

e-mail: nestor.botta@redproteger.com.ar

®Todos los derechos reservados.

El derecho de propiedad de esta obra comprende para su autor la facultad exclusiva de disponer de ella, publicarla, traducirla, adaptarla o autorizar su traducción y reproducirla en cualquier forma, total o parcial, por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo fotocopia, copia xerográfica, grabación magnetofónica y cualquier sistema de almacenamiento de información. Por consiguiente, ninguna persona física o jurídica está facultada para ejercitar los derechos precitados sin permiso escrito del Autor.

Editorial Red Proteger®
Rosario – Argentina
info@redproteger.com.ar
www.redproteger.com.ar

*“Un mandamiento nuevo os doy:
Que os améis unos a otros;
como os amé,
que también os améis unos a otros.
En esto conocerán todos
que sois mis discípulos,
si os tenéis amor unos a otros.”*

Juan 13:34-35 BTX IV



ÍNDICE

- 1) ALCANCE DEL MÉTODO
- 2) DEFINICIONES
- 3) DESIGNACIONES
- 4) EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO (B)
 - 4.1) Peligro Potencial (P)
 - 4.2) Medidas de Protección (M)
 - 4.3) Exposición al Riesgo (B)
- 5) RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO (R)
- 6) RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (R_u)
- 7) SEGURIDAD CONTRA EL INCENDIO (γ)
- 8) TIPOS DE EDIFICACIONES
 - 8.1) Construcción Tipo Z. Construcción en Células
 - 8.2) Construcción Tipo G. Construcción de Gran Superficie
 - 8.3) Construcción Tipo V. Construcción de Gran Volumen
- 9) CÁLCULO DE PELIGRO POTENCIAL (P)
 - 9.1) Factor q. Carga de Incendio Mobiliario
 - 9.2) Factor c. La Combustibilidad
 - 9.3) Factor r. El Peligro de Humo
 - 9.4) Factor k. El peligro de Corrosión o Toxicidad
 - 9.5) Factor i. La carga de Incendio Inmobiliaria
 - 9.6) Factor e. Nivel de la Planta o Altura Útil del Local
 - 9.7) Factor g. Dimensión Superficial
- 10) CÁLCULO DE MEDIDAS NORMALES (N)
 - 10.1) Factor n1. Extintores Portátiles
 - 10.2) Factor n2. Bocas de Incendio Equipadas (BIE)
 - 10.3) Factor n3. Fiabilidad de la Aportación de Agua
 - 10.4) Factor n4. Conducto de Alimentación

- 10.5) Factor n5. Personal Instruido
- 11) CÁLCULO DE MEDIDAS ESPECIALES (S)
 - 11.1) Factor s1. Detección del Fuego
 - 11.2) Factor s2. Transmisión de la Alarma
 - 11.3) Factor s3. Bomberos Oficiales y de Empresa
 - 11.4) Factor s4. Tiempo de Intervención de Cuerpos de Bomberos
 - 11.5) Factor s5. Instalaciones de Extinción
 - 11.6) Factor s6. Instalaciones de Evacuación de Calor y de Humos
- 12) CÁLCULO DE RESISTENCIA AL FUEGO (F)
 - 12.1) Factor f1. Estructura Portante
 - 12.3) Factor f3. Forjados
 - 12.4) Factor f4. Células Cortafuegos
- 13) EXPOSICIÓN AL RIESGO (B)
- 14) PELIGRO DE ACTIVACIÓN (FACTOR A)
- 15) RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO
- 16) COMPROBACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
 - 16.1) Factores de Corrección (PH,E)
- 17) RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (R_u)
- 18) PRUEBA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Este método fue desarrollado en 1965 por el ingeniero suizo Max Greener y está orientado a la evaluación del riesgo de incendio de construcciones industriales y de edificios.

El método se fundamenta en el empleo de un total de diecinueve (19) tablas en las que se asocian valores numéricos a cada uno de los factores de peligro y factores de protección.

1) ALCANCE DEL MÉTODO

El método GREENER permite evaluar semi cuantitativamente el riesgo de incendio, así como la seguridad contra incendios, utilizando datos uniformes.

El método a seguir se basa en un análisis profundo del proceso del incendio, en la determinación de los factores que influyen en su desarrollo e importancia relativa, así como en el conocimiento del valor de las medidas preventivas desde el punto de vista de la empresa, de la técnica y de la economía. Este método no pretende, ni debe suplantar nunca, el razonamiento y la apreciación personal.

El método supone el estricto cumplimiento de las reglas y normas de seguridad tales como las referente al respeto de la distancia de seguridad entre edificios vecinos y, sobre todo, de las medidas de protección de personas tales como vías de evacuación, iluminación de seguridad, etc. así como las prescripciones correspondientes a las instalaciones técnicas. Todos estos factores, se considera que no pueden sustituirse por otro tipo de medidas.

No es un método específicamente desarrollado para la industria química, estando especialmente adaptado a la evaluación de riesgos en edificios con grados de ocupación alto o problemas específicos de evacuación como hospitales u hoteles.

No se contemplan las pérdidas derivadas de la paralización de la actividad a consecuencia de un incendio.

El método se aplica a las edificaciones y usos siguientes:

- Establecimientos públicos con elevada densidad de ocupación o edificios en los cuales las personas están expuestas a un peligro notable, tales como exposiciones, museos, locales de espectáculos; grandes almacenes y centros comerciales; hoteles, hospitales, asilos y similares; escuelas.
- Industria y comercio como unidades de producción, depósitos, almacenes y edificios administrativos.
- Edificios de usos múltiples.

2) DEFINICIONES

Riesgo de incendio: La definición del riesgo de incendio comprende la noción de exposición, que incluye, a su vez, la magnitud, no medible exactamente, de la probabilidad de ocurrencia de un siniestro.

Exposición al riesgo de incendio: La noción de exposición al riesgo de incendio se define como relación entre los peligros potenciales y las medidas de protección tomadas. La exposición al riesgo se refiere a un compartimento o al conjunto de un edificio.

Seguridad contra el incendio: La seguridad contra el incendio de un compartimento o en un edificio se considera suficiente, cuando el riesgo de incendio existente no sobrepasa el que se considera como aceptable. Este riesgo aceptable se corresponde con los objetivos de protección definidos. Una construcción puede, según ello, calificarse de "segura contra el incendio", cuando está concebida de manera que se aseguren las dificultades técnicas para la propagación de un incendio.

Compartimentos cortafuego: Un compartimento cortafuego es una parte del edificio, separada del conjunto por medio de paredes, suelos, techos y cierres, de manera que, en caso de iniciarse en él un incendio, éste quede limitado, con toda

probabilidad al compartimento y que una propagación del fuego a locales, pisos o partes de edificios vecinos previsiblemente, no pueda tener lugar. La superficie de un compartimento cortafuegos en un edificio o parte de éste es aquella limitada por fachadas o elementos interiores resistentes al fuego.

Células cortafuegos: Las células cortafuegos son compartimentos cuya superficie no excede de 200 m² y tiene una resistencia al fuego de al menos F30/T30.

3) DESIGNACIONES

Letras mayúsculas

Se utilizan las letras mayúsculas en el método para los factores globales que comprenden diversos factores parciales, para los coeficientes que no se pueden escindir en factores parciales y para los resultados de elementos de cálculo y designación de magnitudes de base.

- E Nivel de la planta respecto a la altura útil de un local.
- H Número de personas.
- Q Carga de incendio.

Combinación de letras mayúsculas

- AB Superficie de un compartimento cortafuego.
- AZ Superficie de una célula cortafuego.
- AF Superficie vidriada.

Combinaciones de letras mayúsculas y minúsculas

- C_o Indicación del peligro de corrosión.

- F_e Grado de combustibilidad.
- F_u Indicación del peligro de humo.
- T_x Indicación del peligro de toxicidad.

Letras minúsculas

Se utilizan las mismas para los factores de influencia y para los valores de cálculos intermedios:

- b Anchuras del compartimento cortafuego
- f Factor de medidas de protección de la construcción (con subíndice)
- l Longitud del compartimento cortafuego
- n Factor de medidas normales (con subíndice)
- p Exposición al riesgo de las personas
- s Factor de las medidas especiales (con subíndice)

Factores de influencia con subíndice

- Q_m Carga térmica mobiliaria (MJ/m²).
- Q_i Carga térmica inmobiliaria.

4) EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO (B)

La exposición al riesgo de incendio B, se define como el producto de todos los factores de peligro P, divididos por el producto de todos los factores de protección M.

$$B = \frac{P}{M}$$

donde:

B = Exposición al riesgo de incendio

P = Factores de peligro potencial.

M = Factores de todas las medidas de protección.

4.1) Peligro Potencial (P)

Los factores que influyen en el peligro potencial (P) se componen de factores relacionados con el contenido de un edificio y con el edificio mismo, a saber:

$$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$$

donde:

q = Factor de la carga térmica mobiliaria (Qm).

c = Factor de combustibilidad (Fe).

r = Factor del peligro de humo (Fu).

k = Factor del peligro de corrosión y toxicidad (Co/Tx).

i = Factor de la carga térmica inmobiliaria (Qi).

e = Factor de nivel de una planta respecto a la altura útil del local (E, H).

g = Factor de dimensión de la superficie del compartimento (AB l:b).

En relación con el contenido del edificio, se toman en consideración las magnitudes cuya influencia son más relevante tales como los equipamientos mobiliarios, las materias y mercancías que determinan directamente el desarrollo del incendio (carga térmica, combustibilidad). Algunos factores suplementarios permiten evaluar las consecuencias de incendios que amenazan especialmente a las personas o

pueden retrasar la intervención de los bomberos y causar importantes daños consecuenciales (materiales con fuerte producción de humos y de acción corrosiva). Los factores de peligro del propio edificio se derivan de la concepción de su construcción. El método evalúa la parte combustible contenida en los elementos esenciales de la construcción (estructura, suelos, fachada y techos), el eventual tamaño de los locales y el nivel de la planta considerada así como la altura útil del local en el caso de edificios de una sola planta.

4.2) Medidas de Protección (M)

Las medidas de protección (M) se dividen en medidas normales, medidas especiales y medidas constructivas.

$$M = N \cdot S \cdot F$$

donde:

N = Factor que incluye las medidas normales de protección.

S = Factor que reúne el conjunto de las medidas especiales de protección.

F = Resistencia al fuego, factor que representa el conjunto de las medidas de protección de la construcción.

4.3) Exposición al Riesgo (B)

Sobre la base de estos criterios, la fórmula que define la exposición al riesgo se enuncia como sigue:

$$B = \frac{P}{M} = \frac{q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g}{N \cdot S \cdot F}$$

5) RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO (R)

El riesgo de incendio efectivo (R) es el resultado del valor de la exposición al riesgo (B), multiplicado por el peligro de activación (A) que cuantifica la posibilidad de ocurrencia de un incendio:

$$R = B \cdot A = \frac{P}{M} \cdot A$$

donde:

R = Riesgo de incendio efectivo.

B = Exposición al riesgo de incendio.

A = Peligro de activación.

P = Factores de peligro potencial.

M = Factores de todas las medidas de protección.

El riesgo de incendio efectivo se calcula para el compartimento cortafuego más grande o el más peligroso de un edificio.

Peligro de activación A

El peligro de activación cuantifica la probabilidad de que un incendio se pueda producir. En la práctica, se define por la evaluación de las posibles fuentes de iniciación cuya energía calorífica o de ignición puede permitir que comience un proceso de combustión. El peligro de activación depende, por una parte, de los factores que se derivan de la explotación misma del edificio, es decir, de los focos de peligro propios de la empresa, que pueden ser de naturaleza: térmica, eléctrica, mecánica, y química.

Por otra parte depende de las fuentes de peligro originadas por factores humanos, tales como: desorden, mantenimiento incorrecto, indisciplina en la utilización de soldadura, oxicorte y trabajos a fuego libre, y fumadores, etc.

6) RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (R_u)

Para cada construcción debe tomarse en consideración un cierto riesgo de incendio. El riesgo de incendio aceptable debe definirse en cada caso ya que el nivel de riesgo admisible no puede tener el mismo valor para todos los edificios.

El método recomienda fijar el valor límite admisible (riesgo de incendio aceptado), partiendo de un riesgo normal corregido por medio de un factor que tenga en cuenta el mayor o menor peligro para las personas.

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E}$$

donde:

$P_{H,E}$ = Situación de peligro para las personas.

- $P_{H,E} < 1$ para peligro elevado para las personas
- $P_{H,E} = 1$ para peligro normal de las personas
- $P_{H,E} > 1$ para peligro bajo de las personas

Los edificios que presentan un peligro elevado para las personas son, por ejemplo:

- En función del gran número de personas como edificios administrativos y hoteles.
- En función del riesgo de pánico como grandes almacenes, teatros y cines, museos y exposiciones.

- En función de las dificultades de evacuación por la edad o situación de los ocupantes como Hospitales, Asilos y Similares.
- En función de las dificultades inherentes a la construcción y a la organización como establecimientos penitenciarios
- En función de las dificultades de evacuación inherentes al uso particular como parking subterráneos de varias plantas y edificios de gran altura.

Los edificios que se considera, generalmente, que presentan un peligro normal para las personas son las construcciones industriales de ocupación normal.

Los edificios que presentan un peligro mínimo para las personas son las construcciones no accesibles al público, ocupadas por un número muy limitado de personas que conocen bien los lugares, por ejemplo ciertos edificios industriales y almacenes.

7) SEGURIDAD CONTRA EL INCENDIO (γ)

La demostración del nivel de seguridad contra incendios se hace por comparación del riesgo de incendio efectivo (R) con el riesgo de incendio aceptado (R_u).

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$$

donde:

γ = Seguridad contra incendios.

R_u = Riesgo de incendio aceptado.

R_n = Riesgo de incendio normal ($R_n = 1.3$).

La seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado.

Si $R_u < R$, y por tanto $\gamma < 1$, el edificio o el compartimento cortafuego está insuficientemente protegido contra el incendio. Entonces resulta necesario formular nuevos conceptos de protección, mejor adaptados a la carga de incendio y controlarlos por medio del presente método.

8) TIPOS DE EDIFICACIONES

Se distinguen tres tipos de edificaciones según su influencia en la propagación del fuego:

- Tipo Z:** Construcción en células cortafuegos que dificultan y limitan la propagación horizontal y vertical del fuego.
- Tipo G:** Construcción de gran superficie que permite y facilita la propagación horizontal pero no la vertical del fuego.
- Tipo V:** Construcción de gran volumen que favorece y acelera la propagación horizontal y vertical del fuego.

8.1) Construcción Tipo Z. Construcción en Células

El compartimento engloba una única planta. Cada planta se encuentra dividida en sectores pequeños resistentes al fuego de una superficie máxima de 200 m².

La propagación del fuego, en el inicio de un incendio, se encuentra retardada o dificultada durante un cierto tiempo, tanto en sentido horizontal como vertical, gracias a las medidas tomadas durante la construcción.

Los elementos portantes y tabiquerías, tales como estructura, fachada, techos, paredes de separación, etc., deben presentar una resistencia al fuego suficiente, que

permita garantizar la estabilidad de la construcción y de la célula durante la combustión total de la carga térmica contenida.

Las cajas de escaleras, los conductos técnicos y cualesquiera otras conexiones verticales deben estar compartimentadas. Los cerramientos resistentes al fuego de las cajas de escaleras pueden colocarse en zonas adyacentes a los pasillos, siempre que la carga térmica de la caja de escaleras y del corredor sea despreciable ($Q_m < 100 \text{ MJ/m}^2$).

En los edificios provistos de ventilación y de climatización, la concepción técnica de estas instalaciones debe evitar que un fuego pueda propagarse a otros compartimentos cortafuegos.

8.2) Construcción Tipo G. Construcción de Gran Superficie

El compartimento cortafuego se extiende a una planta entera o a sectores de gran superficie de la misma.

Es así posible una extensión del fuego en sentido horizontal en una gran superficie, mientras que dicha extensión está dificultada en sentido vertical por medidas constructivas.

Los elementos portantes y tabiquerías tales como estructura, fachadas, techos, etc., deben presentar una resistencia al fuego suficiente, adaptada a la carga térmica.

Las cajas de escaleras, los conductos técnicos y otras conexiones verticales deben estar compartimentadas.

En los edificios provistos de ventilación y de climatización, la concepción técnica de estas instalaciones debe evitar que un fuego pueda propagarse a otros compartimentos cortafuego.

8.3) Construcción Tipo V. Construcción de Gran Volumen

Los edificios a los que no se les pueda atribuir el tipo Z ni el tipo G, deben clasificarse en la categoría tipo V.

El compartimento cortafuego se extiende a todo el edificio o a una parte de éste separada del conjunto, de manera que resista al fuego.

Se trata de edificios o de partes del mismo cuya separación entre pisos es insuficiente o inexistente:

- Edificios cuyas conexiones verticales están enteramente abiertas como cajas de escaleras, escaleras mecánicas, instalaciones de transporte verticales y conductos verticales diversos.
- Edificios cuyas instalaciones de climatización contribuyen a una extensión rápida del fuego al conjunto de la construcción.
- Edificios que incluyen galerías abiertas.
- Edificios cuya estructura, paredes y suelos no ofrecen ninguna resistencia al fuego.
- Edificios cuya estructura presenta una resistencia al fuego insuficiente.

El compartimento cortafuego engloba así a todos los pisos unidos entre sí sin compartimentar adecuadamente.

Cuadro para Determinar el Tipo de Construcción

Tipo de Construcción		A MACIZA (Resistencia al Fuego definida)	B MIXTA (Resistencia al Fuego variable)	C COMBUSTIBLE (Escasa resistencia al fuego)
Compartimentado	Células Locales 30-200 m ²	Z	Z ¹ G ² V ³	V
	Grandes superficies Plantas separadas entre ellas y > 200 m ²	G	G ² V ³	V
	Grandes volúmenes Conjunto del edificio, varias plantas unidas	V	V	V

Notas:

1. Separaciones entre células y plantas resistentes al fuego.
2. Separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego.
3. Separaciones entre células y plantas insuficientemente resistentes al fuego.

IR AGREGANDO EN CADA ITEM

Factores $f_1 f_2 f_3 f_4$ (F). Medidas de protección inherentes a la construcción

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4.$$

La medida de protección contra incendios más eficaz, consiste en una concepción bien estudiada del inmueble, desde el punto de vista de la técnica de protección contra incendios.

El peligro de propagación de un incendio puede, en gran medida, limitarse considerablemente gracias a la elección juiciosa de los materiales, así como a la

implantación de las medidas constructivas apropiadas (creación de células cortafuegos).

Las medidas constructivas más importantes se evalúan por medio de los factores f_1 f_2 f_3 f_4 . El factor global F , producto de dichos factores f_i , representa la resistencia al fuego, propiamente dicha, del inmueble.

- f_1 = resistencia al fuego de la estructura portante del edificio.
- f_2 = resistencia al fuego de las fachadas.
- f_3 = resistencia al fuego de las separaciones entre plantas teniendo en cuenta las comunicaciones verticales.
- f_4 = dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas utilizadas como dispositivo de evacuación del calor y del humo.

9) CÁLCULO DE PELIGRO POTENCIAL (P)

9.1) Factor q . Carga de Incendio Mobiliario

Factor q (Q_m) La carga de incendio mobiliaria (Q_m) comprende, para cada compartimento cortafuego, la cantidad total de calor desprendida en la combustión completa de todas las materias mobiliarias, dividida por la superficie del suelo del compartimento cortafuego considerado (unidad MJ/m²).

Cuando el uso está bien determinado y el tipo de materias depositadas es uniforme, la tabla de cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades da el valor de la carga térmica (Q_m) y directamente el valor de q .

Cuando se trate de usos indeterminados y/o materias diversas almacenadas, es preciso calcular el valor de Q_m por medio de la tabla de cargas térmicas mobiliarias y factores de influencia para diversas actividades y deducir q del cuadro.

Para los tipos de edificios Z y G, se determina la carga de incendio mobiliario Q_m por cada planta.

Para el tipo de edificio V, se acumula la carga de incendio mobiliario del conjunto de los pisos que se comunican entre ellos y que se relacionan con la superficie más importante del compartimento (la planta que presente la superficie mayor).

Factor q Carga de Incendio Mobiliario								
Q_m (MJ/m ²)		q	Q_m (MJ/m ²)		q	Q_m (MJ/m ²)		q
Hasta 50		0,6	401	600	1,3	5.001	7.000	2,0
51	75	0,7	601	800	1,4	7.001	10.000	2,1
76	100	0,8	801	1.200	1,5	10.001	14.000	2,2
101	150	0,9	1.201	1.700	1,6	14.001	20.000	2,3
151	200	1,0	1.701	2.500	1,7	20.001	28.000	2,4
201	300	1,1	2.501	3.500	1,8	Más de 28.000		2,5
301	400	1,2	3.501	5.000	1,9	--	--	--

9.2) Factor c. La Combustibilidad

Factor c (Fe) Combustibilidad. Grado de peligro.

Este término cuantifica la inflamabilidad y la velocidad de combustión de las materias combustibles.

Todas las materias sólidas, líquidas y gaseosas se encuentran catalogadas en 6 grados de peligro, 1 a 6 (Catálogo CEA).

Habrá que tener en cuenta la materia que tenga el valor de c mayor, sin embargo, ella debe representar al menos el 10% del conjunto de la carga de incendio (Qm) contenida en el compartimento considerado.

Factor c La Combustibilidad	
Grado de Combustibilidad (según CEA)	c
1	1,6
2	1,4
3	1,2
4	1,0
5	1,0
6	1,0

Tabla de Clasificación de Combustible CEA

Categoría de Peligro	Grado de Peligro						Estado Físico	Propiedades Complementarias
	1	2	3	4	5	6		
Materias sólidas	Se inflaman muy fácilmente y se consumen muy rápidamente	Se inflaman y se consumen rápidamente	Fácilmente combustibles	Medianamente combustibles	Difícilmente combustibles (sólo en contacto con el fuego)	Incombustibles	s	Co y/o Ex
Líquidas	Punto de inflamación < 21°C	Punto de inflamación 21°C a 55°C	Punto de inflamación > 55°C a 100°C	Punto de inflamación > 100°C	Difícilmente combustible (sin punto de inflamación, sólo en contacto con fuego)	Incombustibles	l	y/o Fu y/o
Gases	Combustibles	--	--	--	Difícilmente	Incombustibles	g	Ra

						combustible			
Materias autoinflamables (igualmente en contacto con agua)	AF	Autoinflamables aun en pequeñas cantidades	Autoinflamables sólo en grandes cantidades o en ciertas circunstancias	--	--	--	--	sólo g	
Materias que desprendan gases combustibles en contacto con agua	HF	--	Todas, salvo si simultáneamente son autoinflamables (categoría AF)	--	--	--	--		
Oxidantes	O	Oxidantes muy fuertes	Oxidantes fuertes	Oxidantes débiles	--	--	--	sólo g	
Materias explosivas	E	Altamente explosivos	Explosivos, incluso artículos pirotécnicos	--	--	--	--	sólo g	

Figura 1. Clasificación de materias y mercancías según sus propiedades de combustibilidad y explosividad

Categoría de peligro (GK)

F Materias que no se encuadran en las categorías AF, HF, O y E.

Materias combustibles e incombustibles que:

- No tienen acción oxidante.
- No son susceptibles de autoinflamación.
- No desprenden ningún gas combustible en contacto con el agua.
- No son explosivos

La mayor parte de las materias oxidables pueden, bajo cierta forma física (polvo, gas, vapor, niebla), constituir mezclas explosivas con el aire. Esta propiedad no se menciona específicamente en la clasificación.

AF Materiales autoinflamables.

Son las materias y conjunto de materias que, en presencia de aire, pueden inflamarse sin aporte de energía externa, así como las materias que en contacto con el agua dan lugar a una reacción que provoca su inflamación.

HF Materias que en contacto con el agua, desprenden gases combustibles.

Son las materias que, en contacto con el agua, desprenden gases combustibles, siempre que no estén clasificadas dentro de la categoría de peligro AF.

O Materias oxidantes.

Son las materias que:

- Favorecen la combustión y su autoalimentación en ausencia de aire.
- Pueden inflamar materias combustibles o formar con ellas mezclas explosivas.

E Materias explosivas.

Grado de peligro (GG)

Se distinguen 6 grados de peligro (1 a 6). El grado 1 se corresponde con las materias más peligrosas.

La “clase de peligro” resulta de la combinación de la categoría de peligro con el grado de peligro.

Estado físico (AG)

El estado físico (a 20°C y 1 bar) son las siguientes:

s Sólidos

l Líquido. Las materias muy viscosas se clasifican como líquidos siempre que puedan fluir, aunque presentes un aspecto semisólido.

G Gas

Propiedades complementarias (ZS)

- Co** Materias que, bajo el efecto del fuego, desprenden gases y vapores fuertemente corrosivos.
- Ex** Materias explosivas que no han sido consideradas en la categoría de peligro.
- Fu** Materias, que, bajo el efecto del fuego, desprenden una cantidad de humos superior a la media.
- Ra** Materias radiactivas.

Las designaciones Co, Ex, Fu y Ra pueden ser acumulativas.

9.3) Factor r. El Peligro de Humo

Factor r (Fu) Peligro de humos.
Este término se refiere a las materias que arden desarrollando un humo particularmente intenso.

La materia que tenga el valor r mayor, será determinante; sin embargo, debe representar, al menos, la décima parte del conjunto de carga térmica (Q_m) contenida en el compartimento considerado.

Si existen materias fuertemente fumígenas y cuya carga de fuego sea menor del 10%, se tomará como valor $r = 1,1$.

Factor r El Peligro de Humo			
Clasificación de Materias y Mercancías	Grado	Peligro de Humo	r
Fu	3	Normal	1,0
	2	Medio	1,1
	1	Grande	1,2

9.4) Factor k. El peligro de Corrosión o Toxicidad

Factor k (Co) Peligro de corrosión o de toxicidad.

Este término hace referencia a las materias que producen al arder cantidades importantes de gases corrosivos o tóxicos.

La materia que tenga el valor de k mayor, será determinante, sin embargo, debe representar, al menos, la décima parte del conjunto de la carga térmica (Qm) contenida en el compartimento considerado.

Si existen materias que presentan un gran peligro de corrosión o de toxicidad y su participación en la carga mobiliaria total es inferior al 10%, se fijará para coeficiente $k = 1,1$.

Factor k El Peligro de Corrosión o Toxicidad		
Clasificación de Materias y Mercancías	Peligro de Corrosión o Toxicidad	k
Co	Normal	1,0
	Medio	1,1
	Grande	1,2

9.5) Factor i. La carga de Incendio Inmobiliaria

Factor i (Qi) Carga térmica inmobiliaria

Este término permite tener en cuenta la parte combustible contenida en los diferentes elementos de la construcción (estructura, techos, suelos y fachadas) y su influencia en la propagación previsible del incendio.

El factor i depende de la combustibilidad de la construcción portante y de los elementos de las fachadas no portantes, así como de los diferentes aislamientos combustibles incorporados a la construcción de las naves de un solo nivel.

Carga de Incendio Inmobiliaria

Factor i				
La carga de Incendio Inmobiliaria				
Estructura portante		Elementos de fachadas, tejados		
		Hormigón Ladrillos Metal	Componente de fachadas multicapas con capa exteriores incombustibles	Maderas Materias sintéticas
		Incombustible	Combustible protegida	Combustible
Hormigón, ladrillo, acero, otros metales.	Incombustible	1,0	1,05	1,1
Construcción en madera: - Revestida - Contrachapada - Maciza	Combustible protegida Combustible	1,1	1,15	1,2

Construcción en madera: - Ligera	Combustible	1,2	1,25	1,3
-------------------------------------	-------------	-----	------	-----

9.6) Factor e. Nivel de la Planta o Altura Útil del Local

Factor e (E)

Nivel de la planta, respecto a la altura útil del edificio

En el caso de inmuebles de varios pisos, este término cuantifica, en función de la situación de las plantas, las dificultades presumibles que tienen las personas que habitan el establecimiento para evacuarlo, así como la complicación de la intervención de los bomberos.

En caso de edificios de una única planta, este término cuantifica, en función de la altura útil del local, las dificultades, crecientes en función de la altura, a las que los equipos de bomberos se han de enfrentar para desarrollar los trabajos de extinción. Tiene en cuenta el hecho de que la carga de incendio presente en el local, influirá en la evolución del incendio.

En el caso de inmueble de diversas plantas de altura normal, el factor e lo determina el número de plantas mientras que en las plantas de altura superior a 3 m, se ha de tomar la cota E del suelo del piso analizado para determinar dicho factor.

9.6.1) Inmuebles de Diversas Plantas

Tipos de edificios Z y G: El valor de e de la planta considerada se determina según el cuadro siguiente.

Tipos de edificio V: El valor de e será el más elevado de los que correspondan a los pisos que se comunican entre ellos y que se determina según el cuadro siguiente.

Factor e		
Nivel de la Planta o Altura Útil del local		
Edificios de Varias Plantas		
Planta	E+ Cota de la planta respecto a la rasante	e
Planta 11 y superiores	≤ 34 m	2,00
Plantas 8, 9 y 10	≤ 25 m	1,90
Planta 7	≤ 22 m	1,85
Planta 6	≤ 19 m	1,80
Planta 5	≤ 16 m	1,75
Planta 4	≤ 13 m	1,65
Planta 3	≤ 10 m	1,50
Planta 2	≤ 7 m	1,30
Planta 1	≤ 4 m	1,00
Planta Baja	--	1,00

9.6.2) Inmuebles de un Solo Nivel

El factor e se determina en función de la altura útil E del local.

Factor e			
Nivel de la Planta o Altura Útil del local			
Edificios de un solo Nivel			
Altura del Local E*	e		
	Qm Pequeño	Qm Mediano	Qm Grande
	$\leq 200 \text{ MJ/m}^2$	$\leq 1.000 \text{ MJ/m}^2$	$> 1.000 \text{ MJ/m}^2$
Más de 10 m	1,00	1,25	1,50
Hasta 10 m	1,00	1,15	1,30
Hasta 7 m	1,00	1,00	1,00

* Altura útil, por ejemplo: hasta la cota inferior de un puente grúa en caso de que exista en la nave.

9.6.3) Sótanos

La diferencia de altura entre la calle de acceso y la cota del suelo del sótano considerado, permite determinar el valor del factor e.

Factor e		
Nivel de la Planta o Altura Útil del local		
Sótanos		
Altura E	e	
Primer sótano	3 m	1,00
Segundo sótano	6 m	1,90
Tercer Sótano	9 m	2,60
Cuarto sótano y restantes	12	3,00

9.7) Factor g. Dimensión Superficial

Factor g Dimensión de la superficie del compartimento

Este término cuantifica la probabilidad de propagación horizontal de un incendio. Cuanto más importantes son las dimensiones de un compartimento cortafuego (AB) más desfavorables son las condiciones de lucha contra el fuego.

La relación longitud/anchura de los compartimentos cortafuegos de grandes dimensiones, influencia las posibilidades de acceso de los bomberos.

Los valores g se representan en el cuadro siguiente en función de la superficie del compartimento cortafuego ($AB = l \times b$), así como la relación longitud/anchura del compartimento (l/b o $l:b$). Los dos parámetros AB y l/b se relacionan en la hoja de cálculo para la denominación de g.

Para los edificios del tipo V, el compartimento cortafuego más importante es el que se ha de tomar en consideración. Teniéndose en cuenta que si representa varias plantas, la superficie total será la suma de éstas.

Factor g Dimensión Superficial									
Tamaño del Compartimento Cortafuego									
Área de compartimento de incendio (m ²)	Relación longitud/anchura del compartimento cortafuego l:b								g
	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
	800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
	1.200	1.150	1.090	1.030	950	870	760	600	0,5
	1.600	1.530	1.450	1.370	1.270	1.150	1.010	800	0,6
2.000	1.900	1.800	1.700	1.600	1.450	1.250	1.000	0,8	

2.400	2.300	2.200	2.050	1.900	1.750	1.500	1.200	1,0
4.000	3.800	3.600	3.400	3.200	2.900	2.500	2.000	1,2
6.000	5.700	5.500	5.100	4.800	4.300	3.800	3.000	1,4
8.000	7.700	7.300	6.800	6.300	5.800	5.000	4.000	1,6
10.000	9.600	9.100	8.500	7.900	7.200	6.300	5.000	1,8
12.000	11.500	10.900	10.300	9.500	8.700	7.600	6.000	2,0
14.000	13.400	12.700	12.000	11.100	10.100	8.800	7.000	2,2
16.000	15.300	14.500	13.700	12.700	11.500	10.100	8.000	2,4
18.000	17.200	16.400	15.400	14.300	13.000	11.300	9.000	2,6
20.000	19.100	18.200	17.100	15.900	14.400	12.600	10.000	2,8
22.000	21.000	20.000	18.800	17.500	15.900	13.900	11.000	3,0
24.000	23.000	21.800	20.500	19.000	17.300	15.100	12.000	3,2
26.000	24.900	23.600	22.200	20.600	18.700	16.400	13.000	3,4
28.000	26.800	25.400	23.900	22.200	20.200	17.600	14.000	3,6
32.000	30.600	29.100	27.400	25.400	23.100	20.200	16.000	3,8
36.000	34.400	32.700	30.800	28.600	26.000	22.700	18.000	4,0
40.000	38.300	36.300	35.300	31.700	28.800	25.200	20.000	4,2
44.000	42.100	40.000	37.600	34.900	31.700	27.700	22.000	4,4
52.000	49.800	47.200	44.500	41.300	37.500	32.800	26.000	4,6
60.000	57.400	54.500	51.300	47.600	43.300	37.800	30.000	4,8
68.000	65.000	61.800	58.100	54.000	49.000	42.800	34.000	5,0

Nota Relativa a la relación l:b

Para todos los compartimentos cortafuegos mencionados a continuación, es necesario leer el valor de g en la columna l:b = 1:1, incluso si la relación l:b efectiva es diferente:

- *Compartimentos cortafuego en subsuelo.*
- *Compartimentos cortafuego interiores en planta baja y de la primera a la séptima planta.*

- *Compartimentos cortafuego a partir de la octava planta.*

10) CÁLCULO DE MEDIDAS NORMALES (N)

Factores n1 ... n5 (N) Medidas normales N

$$N = n1 \cdot n2 \cdot n3 \cdot n4 \cdot n5$$

Las condiciones respecto a los aspectos en cuanto a las medidas generales de protección se evalúan por medio de los factores n1 a n5.

Estos factores son los siguientes:

n1 = Extintores portátiles.

n2 = Hidrantes interiores (bocas de incendio equipadas) (BIE).

n3 = Fiabilidad de las fuentes de agua para extinción.

n4 = Longitud de los conductos para transporte de agua (distancias a los hidrantes exteriores).

n5 = Personal instruido en materia de extinción de incendios.

10.1) Factor n1. Extintores Portátiles

Únicamente los extintores homologados, provistos de etiquetas y reconocidos por las instancias competentes y aseguradores contra el incendio, se toman en consideración.

Factor n1 Extintores Portátiles	
Extintores Portátiles	n1
Suficientes	1,00
Insuficientes o inexistentes	0,90

10.2) Factor n2. Bocas de Incendio Equipadas (BIE)

Deben estar equipados suficientemente para posibilitar una primera intervención a realizar por personal instruido del establecimiento.

Factor n2 Hidrantes Interiores. Bocas de Incendio Equipadas (BIE)	
Hidrantes Interiores (BIE)	n2
Suficientes	1,00
Insuficientes o inexistentes	0,80

10.3) Factor n3. Fiabilidad de la Aportación de Agua

Se exigen condiciones mínimas de caudal y de reserva de agua para responder a tres grados progresivos de peligros, así como a la fiabilidad de la alimentación y de la presión.

Los Riesgos considerados son altos, medios y bajos. La magnitud del riesgo depende del número de personas que se pueden encontrar en peligro simultáneamente en un edificio o en un compartimento, así como de la concentración de bienes expuestos.

- Se clasifican generalmente como riesgos altos: Los edificios antiguos histórico-artísticos, grandes almacenes, depósitos de mercancías, explotaciones industriales y artesanales particularmente expuestas al

riesgo de incendio (pintura, trabajo de la madera y de las materias sintéticas), hoteles y hospitales mal compartimentados, asilos para personas de edad, etc.

- Se clasifican como riesgo medio: Los edificios administrativos, bloques de casas de vivienda, empresas artesanales, edificios agrícolas, etc.
- Se clasifican como riesgos bajos: Las naves industriales de un único nivel y débil carga calorífica, las instalaciones deportivas, los edificios pequeños de viviendas y las casas unifamiliares, etc.

Instalación permanente de presurización, independiente de la red de agua. Forman parte de esta instalación las bombas cuya alimentación eléctrica esté asegurada por dos redes independientes o por un motor eléctrico y un motor de combustión interna. La conmutación de la red secundaria sobre el motor de combustión interna se debe hacer automáticamente en caso de fallo de la red primaria.

Factor n3			
Fiabilidad de la Aportación de Agua			
	Presión Hidrante		
	< 2 bar	> 2 bar	> 4 bar
Depósito elevado con reserva de agua para extinción o bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica, con depósito.	0,70	0,85	1,00
Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica.	0,65	0,75	0,90
Bomba de capa subterránea independiente de la red, sin reserva.	0,60	0,70	0,85
Bomba de capa subterránea dependiente de la red, sin reserva.	0,50	0,60	0,70

Aguas naturales con sistema de impulsión.	0,50	0,55	0,60
---	------	------	------

Fiabilidad de la aportación de agua		
Condiciones mínimas de caudal		Reserva de agua (**)
Riesgo alto	Más de 3.600 m/min	Min. 480 m ³
Riesgo medio	Más de 1.800 l/min	Min. 240 m ³
Riesgo bajo	Más de 900 l/min	Min. 120 m ³
	Cuando el caudal sea menor, es necesario reducir el factor n3 en 0,05 por cada 300 l/min. de menos.	Cuando la reserva sea menor, es necesario reducir el factor n3 en 0,05 por cada 36 m ³ de menos.

10.4) Factor n4. Conducto de Alimentación

La longitud de manguera considerada es aquella que se requiere desde un hidrante exterior hasta el acceso a la edificación.

Factor n4 Conducto de Alimentación	
Longitud de la manguera de aportación de agua (Distancia entre el hidrante y la entrada al edificio)	n4
Longitud del conducto < 70 m	1,00
Longitud del conducto 70 -100 m	0,95
Longitud del conducto > 100 m	0,90

10.5) Factor n5. Personal Instruido

Las personas instruidas deben estar habituadas a utilizar los extintores portátiles y las bocas de incendio equipadas de la empresa. Deben conocer sus obligaciones en caso de incendio y sus funciones en el plan de emergencia y autoprotección.

Factor n5 Personal Instruido	
Personal Instruido	n5
Disponible y formado	1,00
Inexistentes	0,80

11) CÁLCULO DE MEDIDAS ESPECIALES (S)

Factores s1 ... s6 (S) Medidas especiales

$$S = s1 \cdot s2 \cdot s3 \cdot s4 \cdot s5 \cdot s6$$

Los factores s1 a s6 permiten evaluar todas las medidas complementarias de protección establecidas con vistas a la detección y lucha contra el fuego, a saber:

s1 = Detección del fuego.

s2 = Transmisión de la alarma.

s3 = Disponibilidad de bomberos.

(cuerpos oficiales de bomberos y bomberos de empresa).

s4 = Tiempo p/intervención de los cuerpos de bomberos oficiales.

s5 = Instalaciones de extinción.

s6 = Instalaciones de evacuación de calor y de humo.

Para cada uno de los grupos de medidas s1 s6 descrita es preciso elegir el coeficiente correspondiente. Estas medidas pueden estar previstas o ya implantadas.

Cuando en alguno de estos grupos no se haya previsto tomar ninguna medida especial, se introducirá para ese grupo el valor si = 1,0.

11.1) Factor s1. Detección del Fuego

- s11: El servicio de vigilancia está asegurado por vigilantes empleados por la empresa para este cometido o por aquellos de un servicio exterior reconocido. El servicio de vigilancia está convenientemente regulado y se utilizan relojes de control. Durante los días de vacaciones y por la noche se efectuarán, como mínimo, dos rondas. Asimismo, durante el día se realizarán, como mínimo, dos rondas de control.
- El vigilante debe tener la posibilidad de dar la alarma en un perímetro de 100 m de todo lugar donde se puede encontrar, por ejemplo por medio de un teléfono, de un transmisor-receptor o de un botón pulsador de alarma.
- s12: Una instalación automática de detección de incendio debe poder realizar la detección de todo conato de incendio y transmitir la alarma en forma automática a un lugar ocupado permanentemente, desde el cual, los equipos alertados, intervendrán rápidamente con el fin de realizar las operaciones previstas de salvamento y de lucha contra incendio.
- s13: La instalación de rociadores automáticos de agua (sprinklers) es, al mismo tiempo, una instalación de detección de incendio, que actúa como tal en el momento que se sobrepasa una determinada temperatura.

Factor s1			
Detección del Fuego			
Detección del Fuego			s1
s11	Vigilancia	Vigilancia nocturna y de fin de semana con al menos dos rondas.	1,05
		Vigilancia nocturna y de fin de semana con al menos rondas cada dos horas.	1,10
s12	Inst. detección	Automática.	1,45
s13	Inst. rociadores	Automática.	1,20

11.2) Factor s2. Transmisión de la Alarma

- s21: Puesto de control ocupado permanentemente, por ejemplo la conserjería de un pequeño hotel o de un edificio de habitaciones, ocupada durante la noche por una persona. Esta persona está autorizada a descansar cerca del aparato telefónico de alarma y debe tener un cuaderno de incidencias.
- s22: Puesto de alarma ocupado permanentemente, por ejemplo el local del portero o del vigilante perteneciente a la empresa o a un servicio especializado, la sala de control de centrales energéticas, etc., por al menos dos personas formadas que tengan por consigna transmitir la alarma y que se encuentre unido directamente a la red pública de teléfono o a una instalación especial de transmisión de alarma.
- s23: Transmisión automática de la alarma por tele transmisor que se efectúa automáticamente desde la central de la instalación de detección o extinción de incendios por intermedio de la red pública de teléfono o por una red de fiabilidad análoga, propia de la empresa, hasta un puesto oficial de alarma de incendio o, en un plazo muy breve, a tres puntos como mínimo, de recepción de alarmas.
- s24: Transmisión automática de la alarma por línea telefónica, vigilada permanentemente que se efectúa desde la central al igual que en s23 hasta un puesto oficial de recepción de alarma por intermedio de una línea especial y de tal manera que la alarma no pueda ser bloqueada por otras comunicaciones. Las líneas deben estar auto vigiladas permanentemente para garantizar su fiabilidad (cortocircuito y fallos).

Factor s2		
Transmisión de la Alarma		
Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra fuego		s2
s21	Desde un puesto ocupado permanentemente (p.ej.:portería) y teléfono.	1,05

s22	Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono.	1,10
s23	Transmisión de la alarma automática por central de detección o de rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un tele transmisor.	1,10
s24	Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler al puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS).	1,20

11.3) Factor s3. Bomberos Oficiales y de Empresa

Bomberos de Empresa (SPE)

- Nivel 1: Grupo de extinción, alertable al mismo tiempo durante las horas de trabajo, compuesto al menos por 10 personas formadas para extinguir el fuego y, si es posible, incorporadas al servicio local de extinción de incendios.
- Nivel 2: Cuerpo de bomberos de empresa constituido por 20 personas, como mínimo, formadas para el servicio de incendios y que dispongan de organización propia, alertables al mismo tiempo y dispuestas para la intervención durante las horas de trabajo.
- Nivel 3: Cuerpo de bomberos de empresa constituido por 20 personas como mínimo, formadas para combatir el fuego y disponiendo de una organización propia, alertables al mismo tiempo y dispuestos para intervenir tanto durante como fuera de las horas de trabajo.
- Nivel 4: Cuerpo de Bomberos de Empresa que cumple con las condiciones del Nivel 3 y que además organiza, durante los días no laborables, un servicio de guardia compuesto por un mínimo de cuatro personas prestas para la intervención.

Bomberos Oficiales (SP)

- s31: Por Cuerpo de Bomberos de la categoría 1 se reconoce a los Cuerpos de Bomberos Oficiales que no pueden clasificarse al menos en la categoría 2.

- s32: Por Cuerpo de Bomberos de la categoría 2 se reconoce a los Cuerpos de Bomberos Oficiales en los que se puedan localizar mediante “alarma telefónica de grupos” al menos 20 personas bien formadas para la lucha contra el fuego. Durante los días no laborables, deberá disponer de un Servicio de Guardia y el equipo de intervención debe disponer de vehículos.
- s33: Por Cuerpo de Bomberos de la categoría 3 se reconoce a los Cuerpos de Bomberos Oficiales que cumplen las condiciones de la categoría 2 y que además disponen de alguna auto bomba.
- s34: Por Centro de Socorro o de “refuerzo B” o por Cuerpo de Bomberos de la categoría 4 se reconoce a los Cuerpos de Bomberos Oficiales que cumplen las condiciones dictadas por la FSSP Federación Suiza de Bomberos para dichos casos. Al menos 20 personas, bien formadas para la lucha contra el fuego, deben poder ser alertadas por «alarma telefónica de grupos». El equipamiento material mínimo incluirá una auto bomba con 1.200 litros de agua de capacidad mínima. En los días no laborables se deben poder encontrar en el parque de bomberos al menos 3 personas preparadas para efectuar la primera salida en un plazo de 5 minutos.
- s35: Por Centro de «refuerzo A» o Cuerpo de Bomberos de la categoría 5 se reconoce a los Cuerpos de Bomberos que cumplen las condiciones de la FSSP a estos efectos. El equipamiento material mínimo incluirá una auto bomba con 2.400 litros de agua de capacidad mínima. En los días no laborables se deben encontrar en el parque de bomberos al menos 5 personas preparadas para efectuar la primera salida en un plazo de 5 minutos.
- s36: Por Cuerpo de Bomberos de la categoría 6 se reconoce un Centro de Socorro o de “refuerzo tipo A” con Servicio de guardia permanente, según las directrices establecidas por la FSSP a estos efectos, que comprende un servicio de guardia permanente de al menos 4 personas formadas para la lucha contra el fuego y la protección contra los gases.

- **s37:** Por Cuerpo de Bomberos de la categoría 7 se reconoce un Cuerpo profesional cuyos equipos, con sede en uno o varios parques situados en la zona protegida, sean permanentemente alertables y estén preparados para la intervención inmediata. La eficacia de la intervención se garantizará mediante personal con formación profesional y equipo acorde con los riesgos que haya de afrontar.

Factor s3						
Bomberos Oficiales y de Empresa						
s	Bomberos Oficiales	Bomberos de empresa (SPE)				
		SPE Nivel 1	SPE Nivel 2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	Sin SPE
s31	Cuerpos SP	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00
s32	SP + alarma simultánea	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15
s33	SP + alarma simultánea + TP	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30
s34	Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35
s35	Centro A*	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40
s36	Centro A + retén	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45
s37	SP profesional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60

11.4) Factor s4. Tiempo de Intervención de Cuerpos de Bomberos

El tiempo de intervención se cuenta proveyendo el necesario para la llegada al lugar del siniestro de un primer grupo, suficientemente eficaz, una vez producida la alarma. Por regla general, es posible estimar dicho tiempo teniendo en cuenta la distancia a vuelo de pájaro entre el lugar de recepción de la alarma (parque de bomberos) y el lugar del siniestro. En presencia de posibles obstáculos (dificultades de tráfico, caminos montañosos, etc.) el tiempo de recorrido estimado por las instancias competentes o los aseguradores será el que se tome en consideración.

Factor s4							
Tiempo para la Intervención de los Cuerpos de Bomberos Oficiales							
s	Tiempo y Distancia	Instalación de sprinkler		SPE Nivel 1+2	SPE Nivel 3	SPE Nivel 4	Sin SPE
		CI 1	CI 2				
S41	$E_1 < 15 \text{ min}$ $< 5 \text{ Km}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
S42	$E_2 < 30 \text{ min}$ $> 5 \text{ Km}$	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
S43	$E_3 > 30 \text{ min}$	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60

11.5) Factor s5. Instalaciones de Extinción

El valor de protección s13 hace referencia exclusivamente al valor de los rociadores Automáticos de Agua en su función detectora. Los valores s5 califican la acción de extinción. Los valores mencionados no son válidos más que para una protección total del inmueble o de un compartimento cortafuegos. Cuando se trate de una protección parcial, el valor correspondiente se reducirá en forma adecuada.

El valor de protección de una instalación de rociadores automáticos de agua no se puede aplicar, por principio, más que a condición de que dicha instalación se realice de acuerdo con las regulaciones de los aseguradores contra incendios con certificado de conformidad.

Factor s5		
Instalaciones de Extinción		
S50	Instalación de extinción	
S51	Sprinkler cl. 1 (abastecimiento)	2,00
S52	Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o instalación de agua pulverizada	1,70
S53	Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.	1,35

11.6) Factor s6. Instalaciones de Evacuación de Calor y de Humos

Las instalaciones de evacuación de calor y de humos permiten reducir el peligro debido a la acumulación del calor bajo el techo de las naves de gran superficie. Por ello, cuando la carga térmica no es demasiado importante, permiten luchar contra el peligro de una propagación de humos y calor. La eficacia de estas instalaciones no se puede garantizar más que si las clapetas de evacuación de humos y calor se abren a tiempo, en la mayoría de los casos antes de la llegada de los equipos de extinción, por medio de un dispositivo automático de disparo.

Factor s6 Instalaciones Automáticas de Evacuación de Calor y de Humos		
S60	Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)	1,20

Una buena medida, aplicable a los inmuebles de varios pisos, consiste en instalar un sistema de ventilación mecánica para la evacuación regular y eficaz de humos y calor, o una instalación de sobrepresión con dispositivos de evacuación del humo.

En locales con cargas térmicas elevadas protegidos por rociadores automáticos de agua (almacenes), los exutorios o las instalaciones mecánicas de evacuación de calor y humos no deben activarse antes de la entrada en funcionamiento de dichos rociadores.

Las cortinas corta-humos colocadas bajo el techo aumentan la eficacia de tales instalaciones.

12) CÁLCULO DE RESISTENCIA AL FUEGO (F)

Los factores f1 f2 f3 f4 para las medidas de protección relativas a la construcción se indican en el cuadro siguiente. El producto de estos factores constituye el valor de referencia para la resistencia al fuego F del compartimento cortafuegos, así como de

las zonas colindantes en tanto en cuanto estas últimas pueden tener una influencia sobre los citados factores.

$$F = f1 \cdot f2 \cdot f3 \cdot f4$$

12.1) Factor f1. Estructura Portante

La resistencia al fuego de la estructura portante del compartimento cortafuego considerado determina el coeficiente f1.

Factor f1 Estructura Portante		
F	F = f1.f2.f3.f4	f
	Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares)	
f11	F90 y más	1,30
f12	F30 / F60	1,20
f13	< F30	1,10

12.2) Factor f2. Fachadas

El factor f2 cuantifica la resistencia al fuego de las fachadas del compartimento considerado.

El valor de protección del cuadro depende del porcentaje de superficie vidriada AF en relación con el conjunto de la superficie de la fachada, así como de su resistencia al fuego.

Para la evaluación de esta resistencia se tendrá en cuenta el tipo de construcción de la fachada, incluyendo las uniones y los elementos de conexión, pero sin las ventanas. Las partes de la construcción determinantes serán los que presenten la menor resistencia al fuego.

Factor f2 Fachadas		
F	$F = f1.f2.f3.f4$	f
	Fachada Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta	
F21	F90 y más	1,15
F22	F30 / F60	1,10
F23	< F30	1,00

12.3) Factor f3. Forjados

El factor f3 cuantifica la separación entre plantas, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: Resistencia al fuego, Tipos de pasos verticales y aberturas, y Número de pisos de la edificación considerada.

- Resistencia al fuego de los techos
Se han de tomar las partes del techo que presenten la menor resistencia al fuego.
- Conexiones verticales y aberturas
Las conexiones verticales y las aberturas en los suelos se han de separar del resto del edificio por tabiques RF90 (por ejemplo, cajas de escaleras compartimentadas cuyos accesos se encuentran cerrados por puertas cortafuegos, conductos de ventilación provistos de clapetas cortafuegos a su paso por cada piso).

Las conexiones verticales y las aberturas en los techos se consideran protegidas, aun cuando estén normalmente abiertas, si existe una instalación de extinción automática (por ejemplo, rociadores instalados según las reglas en vigor) o si "clapetas", automáticas de tipo K30 aseguran su cierre.

El resto de conexiones verticales o aberturas en los techos se consideran pasos no cerrados o insuficientemente protegidos.

Factor f3 Forjados					
F	F = f1.f2.f3.f4		f		
	Suelos y techos (**) Separación horizontal entre niveles	Nro. de Pisos	Aberturas verticales		
			Z + G	V	V
			Ninguna u obturada	Protegida (*)	No protegida
f31	F90	≤ 2	1,20	1,10	1,00
		> 2	1,30	1,15	1,00
f32	F30 / F60	≤ 2	1,15	1,05	1,00
		> 2	1,20	1,10	1,00
f33	< F30	≤ 2	1,05	1,00	1,00
		> 2	1,10	1,05	1,00

(*) Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio.

(**) No válido para las cubiertas.

12.4) Factor f4. Células Cortafuegos

Se consideran células cortafuegos las subdivisiones de las plantas cuya superficie AZ no sobrepase los 200 m² y cuyos tabiques presenten una resistencia al fuego de RF30 o superior. Sus puertas de acceso deben ser de naturaleza T30. El cuadro presenta los factores f4 de las células cortafuego según las dimensiones y la resistencia al fuego de los elementos de compartimentación y según la importancia de la relación entre las superficies vidriadas y la superficie del compartimento AF/AZ.

Factor f4 Células Cortafuegos					
F	F = f1.f2.f3.f4		f		
	Superficie de células Cortafuegos provistos de tabiques F30 puertas cortafuegos T30. Relación de las superficies AF/AZ		≤ 10%	<10%	<5%
F41	AZ < 50 m ²		1,40	1,30	1,20
F42	AZ < 100 m ²		1,30	1,20	1,10

F43	$AZ \leq 200 \text{ m}^2$	1,20	1,10	1,00
------------	---------------------------	------	------	------

13) EXPOSICIÓN AL RIESGO (B)

El cociente entre el “peligro potencial” y las “medidas de protección” representa la exposición al riesgo B.

$$B = \frac{q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g}{N \cdot S \cdot F} = \frac{P}{N \cdot S \cdot F}$$

14) PELIGRO DE ACTIVACIÓN (FACTOR A)

El factor A representa una aproximación a la cuantificación del peligro de activación o probabilidad de ocurrencia de un incendio.

El cuadro indica la relación entre las categorías de activación y el factor A.

Peligro de Activación (A)		
Factor A	Peligro de Activación	Ejemplos
0,85	Débil	Museos.
1,00	Normal	Apartamentos, hoteles, fabricaciones de papel.
1,20	Medio	Fabricaciones de maquinaria y aparatos.
1,45	Alto	Laboratorios químicos, talleres de pintura.
1,80	Muy elevado	Laboratorios de fuegos artificiales, fabricaciones de barnices y pinturas.

En general se habrá de tomar el uso del local o las materias almacenadas que presenten el peligro de activación más elevado si las mismas alcanzan el 10% de las totales.

15) RIESGO DE INCENDIO EFECTIVO

El producto de los factores “exposición al riesgo” y “peligro de activación” nos dará el factor correspondiente al riesgo de incendio efectivo.

$$R = B \times A$$

16) COMPROBACIÓN DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

16.1) Factores de Corrección ($P_{H,E}$)

16.1.1) Exposición al Riesgo de las Personas

Según el número de ocupantes de un edificio y su movilidad, el factor que da el riesgo de incendio normal R_n , se debe multiplicar por el factor de corrección $P_{H,E}$.

$$R_u = R_n \cdot P_{H,E}$$

El cuadro nos da el factor de corrección $P_{H,E}$ en función de la clasificación de la exposición al riesgo de las personas p , del nivel del piso E y del número de personas H del compartimento cortafuego considerado.

16.1.2) Categoría de la Exposición al Riesgo de las Personas

Para los establecimientos de pública concurrencia la exposición al riesgo de las personas se clasifica de la siguiente manera:

- $p = 1$

Exposiciones, museos, locales de diversión, salas de reunión, escuelas, restaurantes, grandes almacenes.

- $p = 2$

Hoteles, pensiones, guarderías infantiles, albergues.

- $p = 3$

Hospitales, asilos, establecimientos diversos.

- A. Planta baja y 1° piso
- B. Pisos 2-4
- C. Pisos 5-7
- D. Pisos 8 y superiores

El factor de corrección de establecimientos de pública concurrencia para los usos no mencionados es $P_{H,E} = 1,0$.

Para los usos sin indicaciones de categoría específica para la exposición de las personas, el factor de corrección que se tomará será $P_{H,E} = 1,0$.

Clasificación de la Exposición al Riesgo de las Personas													
Factores de Corrección $P_{H,E}$													
	Altura y uso de compartimento (E)												
	1				2				3				$P_{H,E}$
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Nro. de Personas Admitidas en el compartimento cortafuego considerado	> 1000	≤ 30			> 1000				> 1000				1
		≤ 100				≤ 30							0,95
		≤ 300				≤ 100							0,90
		≤ 1000	≤ 30			≤ 300				≤ 30			0,85
		> 1000	≤ 100			≤ 1000	≤ 30			≤ 100			0,80
			≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300			0,75
			≤ 1000	≤ 30		≤ 300				≤ 1000	≤ 30		0,70
			> 1000	≤ 100		≤ 1000	≤ 30			> 1000	≤ 100		0,65
				≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300		0,60
				≤ 1000				≤ 300			≤ 1000	≤ 30	0,55
				> 1000				≤ 1000			> 1000	≤ 100	0,50
								> 1000				≤ 300	0,45
												≤ 1000	0,45
											> 1000	0,40	

16.1.3) Exposición al Riesgo Normal de las Personas

El valor de $P_{H,E}$ se fija en 1.

16.1.4) Exposición al Riesgo Reducido de las Personas

En casos en que se garantice por alguna instancia competente la ocupación muy reducida de personas en un determinado establecimiento, se podrá admitir un valor superior a 1 de $P_{H,E}$. Este hecho no autorizará en ningún caso, a no respetar las medidas de protección exigidas por el riesgo.

17) RIESGO DE INCENDIO ACEPTADO (R_u)

Se calcula multiplicando el riesgo de incendio normal por el factor de riesgo.

$$R_u = 1,3 \cdot P_{H,E}$$

18) PRUEBA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

La seguridad contra incendio resulta de la comparación del riesgo aceptado con el riesgo normal.

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1$$

La seguridad contra incendios es suficiente si las necesidades de seguridad seleccionadas se adaptan a los objetivos de protección y, con ello, $\gamma \geq 1$.

La seguridad contra incendios es insuficiente si $\gamma < 1$.

En este caso, habrá que realizar una nueva hipótesis que será conveniente ajustar a la siguiente lista de prioridades:

- Respetar todas las medidas normales.
- Mejorar la concepción del edificio con objeto de que:
- Resulte un tipo de construcción más seguro
- El valor de F aumente
- El valor de i disminuya
- Prever medidas especiales adecuadas.

La comprobación de que la seguridad contra incendios es suficiente se debe realizar con la nueva hipótesis de protección contra incendios.

BIBLIOGRAFÍA

- Plan de Emergencia y Proyecto de Instalación Contra Incendios para Industria de Envasado, Deshuesado y Relleno de Aceitunas. Anexo N° 4: Método de Greterner. Cálculo del Riesgo de Incendio. Sin Referencias.
- Diseño de un Patrón de Referencia para la Determinación de un Sistema Integral de Seguridad Contra Incendios en una Edificación del Distrito 01d01 de Salud 2016. Universidad de Azuay. Maestría en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo. Autora: Dra. Sara Noemí Criollo Juela.
- Aproximación a los Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio. Francisco Núñez Astray.
- Aproximación al Método de Evaluación del Riesgo de Incendio Estructural y Global de los Buques. Universitat Politècnica de Catalunya. Autor: Ricard Mari Sagarra. Barcelona, Febrero 1991.
- Metodologías para la Evaluación de Riesgos y Amenazas en las Organizaciones. Urbicad architecture s.l.

- Métodos de evaluación del riesgo de incendio (sin referencias).
- Análisis de los Métodos Complejos Cualitativos para Evaluación del Riesgo de Incendio. Aproximación a una Metodología Integral. Tesis de Roberto L. Garza Ruzafa.
- Estudio comparativo de evaluación de riesgo de incendio aplicado a un edificio habitacional. Jorge Enrique Astete y René Orlando Cárcamo. ORP Journal.

