



# Cálculo de cargas térmicas en actividades o establecimientos industriales

<b>Apellidos, nombre</b>	Císcar Cuña, Javier (jaciscu@dig.upv.es)
<b>Departamento</b>	Ingeniería Gráfica
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño Universitat Politècnica de València

## 1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar las características básicas que hay que tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo de la carga térmica asociada a una actividad o establecimiento industrial. Será necesario atender a aspectos relacionados con la superficie de almacenamiento o de actividad productiva así como a la cantidad y tipo de los materiales empleados o almacenados

## 2 Introducción

La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales, o en general en cualquier actividad, determina la probabilidad de que se desencadenen incendios generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

El objetivo último será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios y las edificaciones sufran daños derivados de un incendio de origen accidental a través de un correcto diseño en proyecto, junto con una construcción, uso y mantenimiento adecuados.

Lógicamente, el riesgo intrínseco de cada establecimiento dependerá de la carga de fuego del mismo. Este concepto representa la energía calorífica por unidad de superficie que se liberaría en el caso de incendio de todo el material combustible existente en el local. Por ello, es esencial obtener numéricamente esta carga de fuego y establecer los valores umbral que determinarán la clasificación del nivel del riesgo de la actividad como bajo, medio o alto.

La posterior fase de diseño de las instalaciones activas y pasivas de protección contra incendios dependerá del nivel de riesgo calculado. Lógicamente cuanto mayor sea este nivel de riesgo más requisitos de protección contra incendios se requerirá.

## 3 Objetivos

Una vez que termines de leer este documento serás capaz de:

- Calcular la carga térmica de una actividad o establecimiento industrial y determinar el nivel de riesgo intrínseco de la misma.

## 4 Desarrollo

A continuación vamos a presentarte aquellos aspectos fundamentales que deberás tener en cuenta a la hora de calcular la carga térmica de una actividad o establecimiento industrial. Para ello desarrollaremos los siguientes apartados:

1. Cálculo de la carga térmica. Diferenciaremos el cálculo en función de si conocemos el tipo y cantidad de materiales combustibles o si conocemos el tipo de proceso que se desarrolla.
2. Determinación del nivel de riesgo intrínseco en función del valor de carga térmica obtenido.

Como documentación de referencia emplearemos el texto del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

### 4.1 Cálculo de la carga térmica

#### 4.1.1 Carga térmica por materiales combustibles

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de una área o sector de incendio se determinará mediante la aplicación de la fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad [1]$$

donde:

$Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$G_i$  = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

$q_i$  = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Los valores del poder calorífico  $q_i$ , de cada combustible, pueden deducirse de la tabla 1.4. del RD 2267/2004.

$C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad,  $C_i$ , de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1 del RD 2267/2004 o del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

$R_a$  = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación,  $R_a$ , pueden deducirse de la tabla 1.2. del RD 2267/2004.

$A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en  $m^2$ .

#### 4.1.2 Carga térmica por el tipo de proceso

Como alternativa al caso anterior, puede evaluarse la densidad de carga de fuego en función del tipo de actividad que se desarrolle. En este caso distinguiremos entre si se trata del proceso de fabricación y venta asociado a una actividad productiva o se trata del almacenamiento asociado a dicha actividad.

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento aplicaremos la fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad [2]$$

donde:

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  tienen la misma significación que en el caso anterior.

$q_{si}$  = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio ( $i$ ), en  $MJ/m^2$  o  $Mcal/m^2$ . Estos valores pueden obtenerse de la tabla 1.2. del RD 2267/2004.

$S_i$  = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego,  $q_{si}$  diferente, en  $m^2$ .

Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot S_i \cdot h_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad [3]$$

donde:

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  tienen la misma significación que en los casos anteriores.

$q_{vi}$  = carga de fuego, aportada por cada  $m^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento ( $i$ ) existente en el sector de incendio, en  $MJ/m^3$  o  $Mcal/m^3$ . Estos valores pueden obtenerse de la tabla 1.2. del RD 2267/2004.

$h_i$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, ( $i$ ), en  $m$ .

$S_i$  = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento ( $i$ ) existente en el sector de incendio en  $m^2$ .



### 4.1.3 Establecimientos con varios sectores de incendio

En caso de que un establecimiento tenga varios sectores y/o áreas de incendio, o incluso distintos edificios, la carga de fuego total se determinará a partir de las cargas calculadas específicamente para dichos sectores o edificios.

De esta forma se aplicarán cualquiera de estas expresiones:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} \quad [4]$$

donde:

$Q_e$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_{si}$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_i$  = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

O bien, en el caso de que una actividad se desarrolle en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_E$ , de dicha actividad:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{ei} \cdot A_{ei}}{\sum_1^i A_{ei}} \quad [5]$$

donde:

$Q_E$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento o actividad, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_{ei}$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios, (i), que componen el establecimiento o actividad en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_{ei}$  = superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial, en m<sup>2</sup>.



## 4.2 Determinación del riesgo intrínseco

El nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio determinará según el valor obtenido en el cálculo de la densidad de carga de fuego ponderada, y corregida. Este nivel de riesgo será bajo, medio o alto según se establece en la tabla 1.3. del RD2267/2004, la cual se adjunta:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 1: Nivel de riesgo intrínseco de una actividad  
(extraída del RD 2267/2004, tabla 1.3)



## 5 Ejemplo

Proponemos, a continuación, un ejemplo para que tú mismo seas capaz de determinar el riesgo intrínseco de una actividad. En esta página recogeremos los datos de la actividad para que intentes resolverlo por ti mismo. En la página siguiente se mostrarán los resultados para que puedas contrastarlos con los que hayas obtenido.

Se trata de una industria de la madera que dispone de las siguientes secciones:

- Una sección dedicada a la fabricación de muebles de 600 m<sup>2</sup>
- Una sección dedicada a la fabricación de puertas de 300 m<sup>2</sup>
- Una zona de expedición de productos terminados de 200 m<sup>2</sup>
- Una oficina técnica de producción de 400 m<sup>2</sup>
- Una zona de exposición comercial de muebles de 100 m<sup>2</sup>
- Una oficina de administración y comercial de 50 m<sup>2</sup>

Para resolverlo aplica la expresión [2] con los valores  $q_{si}$  y  $C_i$  obtenidos de la tabla 1.2 del RD 2267/2004 para cada una de las zonas. Tendrás que deducir también cuál será el valor del parámetro  $R_a$ .

## 5.1 Resolución

Debemos localizar en la tabla 1.2 del RD 2267/2004 los procesos descritos para la actividad. Para cada uno de ellos obtendremos los correspondientes valores de los parámetros  $q_{si}$  y  $C_i$ . El parámetro  $R_a$ , en este caso, será el más desfavorable y de valor 1,5.

A continuación aplicaremos la expresión [2] obteniendo los resultados mostrados en la tabla adjunta.

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad [2]$$

Actividad: Industria de la madera	Superficie $S_i$ (m <sup>2</sup> )	Poder calorífico $q_{si}$ (Mcal/m <sup>2</sup> )	$C_i$	Total
Fabricación de muebles de madera	600	120	1	72.000
Fabricación de puertas de madera	300	192	1	57.600
Expedición de muebles	200	144	1	28.800
Oficina técnica	40	144	1	5.760
Exposición de muebles	100	120	1	12.000
Administración/oficina comercial	50	192	1	9.600
Superficie construida (A)	1290	Riesgo de activación ( $R_a$ )		1,50
<b>Densidad de carga (<math>Q_s</math>) Mcal/m<sup>2</sup></b>				<b>216</b>

Comparando el valor obtenido (216 Mcal/m<sup>2</sup>) con los valores de la *tabla 1*, resulta una actividad de **riesgo intrínseco medio de nivel 3**.



## 6 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto cómo determinar el nivel de riesgo intrínseco de una actividad o establecimiento industrial a partir del cálculo de su carga térmica. Además, hemos propuesto varias alternativas para este cálculo en función de los datos de los que dispongamos. Por una parte podemos conocer el tipo y cantidad de materiales combustibles, o bien la información consiste en las áreas de producción y/o almacenamiento de la actividad y la superficie que ocupan cada una de ellas.

Conociendo este nivel de riesgo intrínseco podremos pasar a la fase de diseño de las instalaciones de protección tanto activa como pasiva que sean necesarios reglamentariamente.

## 7 Bibliografía

*Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*

Texto consolidado <<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2004-21216>>  
[consulta 13 de mayo de 2020]

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. *Legislación sobre seguridad contra incendios en establecimientos industriales.*

<[http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Si\\_Ambito.aspx?id\\_am=97](http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Si_Ambito.aspx?id_am=97)>  
[consulta 13 de mayo de 2020]

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (revisión 2, febrero de 2019). *Guía técnica de aplicación del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*

<[http://www.f2i2.net/documentos/lsi/SegIncEstInd/20190218%20v2%20GUIA\\_TECNICA\\_RSCIEI.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lsi/SegIncEstInd/20190218%20v2%20GUIA_TECNICA_RSCIEI.pdf)> [consulta 13 de mayo de 2020]

TURMO SIERRA, E. (2007). *Nota técnica de prevención: Carga de fuego ponderada: parámetros de cálculo.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.