



SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS 2013

**- ESTUDIO DE CARGA DE
FUEGO-**

CARGA DE FUEGO

Cálculo, Aplicación e Importancia

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Determinar la cantidad total de calor que es capaz de desarrollar la combustión completa de todos los materiales contenidos en un sector de incendio

Con el resultado obtenido se puede establecer:

El comportamiento de los materiales constructivos

La resistencia de las estructuras

Tipos de ventilación: ya sea mecánica o natural

Calcular la capacidad extintora mínima necesaria a instalar en el sector de incendio, que no se debe confundir con la cantidad de extintores requeridos.--

FUNDAMENTOS DE LA PROTECCION PASIVA

Elementos de protección pasiva

Son las Piezas diseñadas, producidas e instaladas en forma PERMANENTE dentro de cualquier volúmen arquitectónico y que no actúan sobre el foco potencial del peligro, sino que **desarrollan labores de compartimentación y sectorización** tanto horizontal como vertical.

Objetivo

Generar espacios estancos llamados **SECTORES DE INCENDIO** para reducir la incidencia del fuego (o humos) en éstas zonas permitiendo la evacuación a través de pasillos seguros y concediendo un TIEMPO vitalmente necesario para la llegada de los equipos de extinción. --

Clave del éxito

Calidad y grado de resistencia al fuego de todos los elementos que componen dichos sectores. Calidad y correcta aplicación de los elementos resistentes al fuego, tratamientos con pinturas, barnices y barreras contra el fuego.

También todas las tuberías, cables, suelos, forjados, puertas cortafuego, elementos decorativos, pinturas, barnices, placas, paneles, etc. ya que cuando se inicia un incendio, y debido a la gran presión generada por el incremento de temperatura, éste puede avanzar a una velocidad de **más de 15 metros por segundo y alcanzar temperaturas superiores a 1000 grados**, por lo que cualquier defecto en estos elementos, tanto de calidad como de instalación, dará vía libre a la expansión sin control del fuego.

RESISTENCIA AL FUEGO DE MAMPOSTERÍA REALIZADA CON LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS

La seguridad al fuego en la construcción de edificios no siempre es tomada en cuenta. Sin embargo representa un aspecto muy importante en la industria de la construcción pues la pérdida de vidas a causa del fuego es mucho mayor que la debida a problemas estructurales (derrumbes).

Aspectos Teóricos

Las normas de resistencia al fuego dan una serie de definiciones y prescripciones que deben cumplir los materiales y elementos constructivos.

En primer término las normas clasifican a los materiales de acuerdo a su grado de combustibilidad en categorías que van desde "incombustible" hasta "explosivos".

Lamentablemente existen varias normas al respecto y no siempre coinciden los criterios de clasificación.

CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

IRAM 11911

Los clasifica en SEIS categorías desde incombustibles (RE 1) hasta muy elevada combustibilidad (RE 6)

Código de Edificación CABA Cap. 4.12

Los clasifica en SIETE categorías desde REFRACTARIOS (Riesgo 7) hasta explosivos (Riesgo 1). Actualmente el documento está en revisión y actualización.

Decreto 351 Anexo VII

Los clasifica en SEIS categorías desde incombustibles (RE 1) hasta muy elevada combustibilidad (RE 6)

MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Materiales Constructivos

Son aquellos componentes que forman parte de los “ingredientes” de algún compuesto de construcción (arena, cales, cementos, etc.).

Elementos Constructivos

Son aquellos cuya misión es:

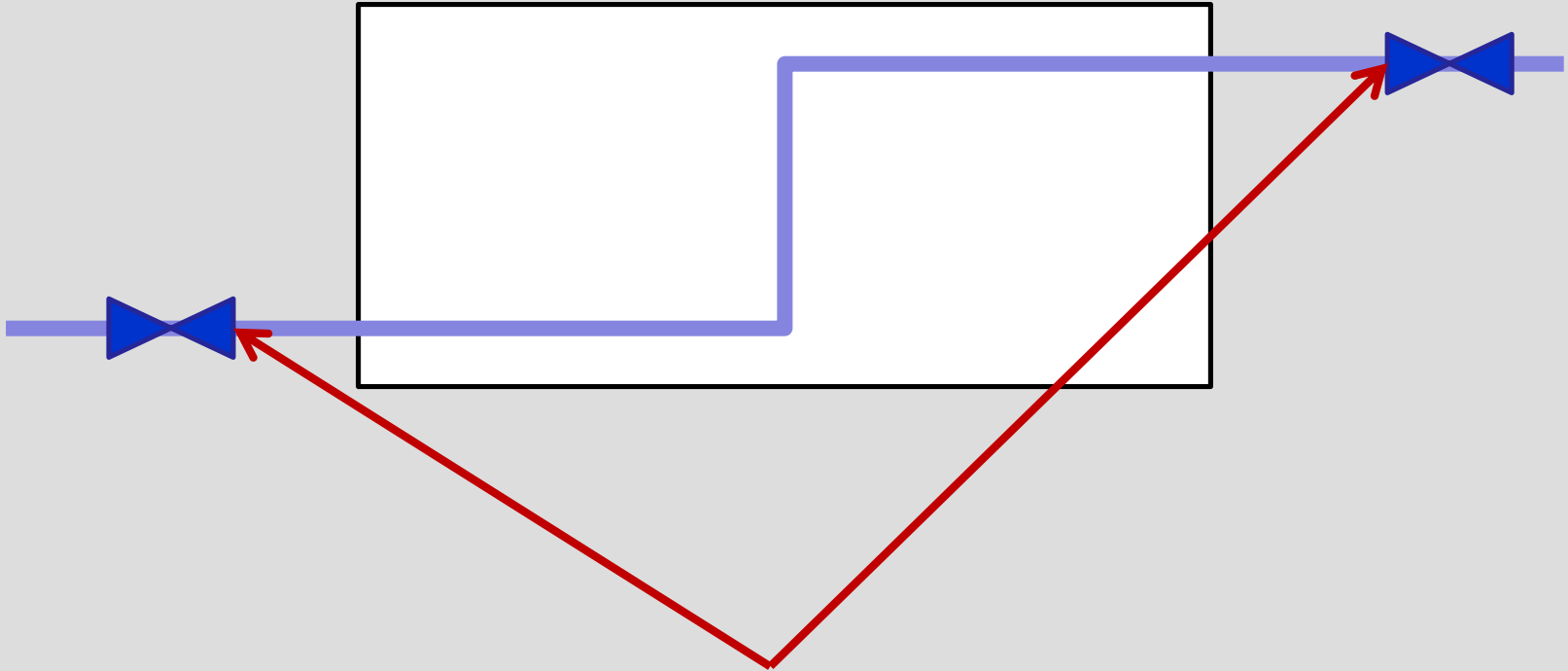
- Portantes (soportan el edificio, vigas, columnas, etc.).
- Separadores (Separan diferentes espacios, tabiques, mamparas, etc.).
- Portantes-Separadores (Sirven para ambos cometidos, por ejemplo “forjados”). --

Carga de fuego: (Ley 19587, Dto. 351/79 Anexo VII Inciso 1.2)

Se define a la carga de fuego de un sector de incendio el equivalente al peso en madera por unidad de superficie (kg/m^2) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en dicho sector de incendio.

Como patrón de referencia se considerará a la madera con poder calorífico de 18,41 MJ/kg o lo que es lo mismo **4400 kcal/kg.**

Los materiales líquidos o gaseosos contenidos en tuberías, barriles y depósitos, se consideran como uniformemente repartidos sobre toda la superficie del sector de incendio.--



De esta manera se desprende la siguiente ecuación que nos ayudará a realizar el cálculo correspondiente:

$$Cf = \frac{\sum P \times Pc}{4400 \frac{kcal}{kg} \times A}$$

Donde:

Cf: Carga de Fuego dada en (kg/m²)

P: Cantidad de material contenido en el sector de incendio (kg)

Pc: Poder calorífico del material (kcal/Kg)

A: Área del sector de incendio (m²)

4400: Poder calorífico de la madera, es un valor constante kcal/kg).--

Dicho de otra manera, realizar un estudio de carga de fuego, es convertir el peso de todos los materiales presentes en un sector de incendio, relacionando su poder calorífico con el de la madera, utilizando el patrón de referencia, (4400 kcal/kg).

Esto significa que si uno cambiara todos los elementos presentes en ese sector y colocara la cantidad de kgs de madera calculada, en el caso de un incendio se generaría la misma cantidad de calor.

Para tener un dato más representativo, pero con el mismo criterio, se divide a la cantidad de madera equivalente por la superficie del sector de incendio, de esta forma nos da la cantidad de madera por metro cuadrado de superficie equivalente (kg/m^2).--

Para que quede totalmente claro, a continuación se verá una equivalencia entre el **cuero** y la **madera**.

Poder calorífico de la madera: 4400 kcal

Poder calorífico del cuero: 5000 kcal

4400 kcal ----- 1 kg de madera

5000 Kcal (cuero) ----- x

$$x = \frac{5000 \text{ kcal} \times 1 \text{ kg}}{4400 \text{ kcal}} = 1.14 \text{ kg}$$

Por lo tanto una combustión de **1 kg.** de cuero desprendería las mismas calorías que **1.14 kg** de madera.--

Al comenzar un estudio o cálculo de carga de fuego pueden aparecer muchas inquietudes, por ejemplo:

¿Cómo reconozco los límites del sector de incendio?

¿Qué tipo de elementos constructivos se utilizaron?

¿Que resistencia al fuego posee esta estructura?

¿Que poder calorífico tiene este material?

Si no puedo pesar un material, ¿como determino su peso aproximado?

Para responder a estas preguntas vamos a realizar un ejemplo explicando y definiendo paso a paso la metodología a seguir.--

Primer Paso

Se debe conseguir el plano del establecimiento y realizar una visita técnica para hacer una inspección ocular del mismo, observando:

Las condiciones de higiene y seguridad del lugar

El estado de la estructura

El estado de la instalación eléctrica

El estado de los servicios en general

Ésto será de mucha ayuda a la hora de dar una conclusión sobre el calculo de la carga de fuego, porque con una buena inspección ocular se pueden encontrar todos los riesgos presentes en el sector y luego mitigarlos para reducir las posibilidades de un incendio.

En el caso que el calculo sea requerido para un proyecto futuro, se debe conseguir el pliego de contrataciones y observar que tipo de materiales se van a colocar, ya sean estructurales, eléctricos, etc.--

Segundo Paso

Se debe delimitar el sector de incendio correctamente

Éste paso es uno de los más importantes y también uno de los *más complicados*, ya que **una selección errónea** en el sector de incendio involucraría que el valor obtenido en la carga de fuego **no sea representativo**.

porque al dividir la cantidad total de calorías **por un área menor** a la que corresponde, la carga de fuego resultaría con **valores muy altos** y si se divide por un área mayor a la correspondiente, el valor dará menos de lo real.--

Según el Decreto 351/79 cuando habla de un sector de incendio:

Se refiriere a un local o conjunto de locales, delimitados por muros y entrepisos de resistencia al fuego acorde al riesgo y a la carga de fuego que contiene, comunicando con un medio de escape.

Los trabajos que se desarrollen en el aire libre se consideraran como sector de incendio.

un medio de escape es aquel que constituye una línea natural de tránsito que garantiza una evacuación rápida y segura.

Cuando la edificación se desarrolla en uno o más niveles el medio de escape esta construido por una ruta horizontal que va desde cualquier punto de un nivel hasta la salida.

Una ruta vertical desde las escaleras hasta el pie de las mismas y una ruta horizontal que va desde el pie de la escalera hasta el exterior de la edificación.--

La evacuación de las personas se realiza siempre en sentido descendente, salvo en garajes u otros casos particulares en los cuales la legislación agrega requisitos de seguridad más exigentes.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores ya se puede tener una cierta aproximación de los límites del sector, pero muchas veces se encuentran edificaciones con falsos techos o pisos técnicos, lo cual hace que el sector de incendio sea más grande.

Ejemplo

Se tiene un edificio en forma rectangular, construido con ladrillos portantes en todo su perímetro y techo a dos aguas, luego se desea hacer oficinas y se subdivide todo el establecimiento en cuatro partes iguales con paredes de ladrillos y se le coloca un falso techo.

Las paredes divisorias no llegarían hasta el techo a dos aguas sino hasta el falso techo (no constituyen muros corta fuegos).--

Este es un típico caso en el cual no se puede realizar carga de fuego por oficinas separadas, hay que realizar una UNICA carga de fuego para todo el establecimiento general ya que no cumple con la definición de sector de incendio.

¿Porqué?

Porque si se produjera un incendio en uno de los extremos del edificio, el fuego, la temperatura y los humos circularían por encima del falso techo propagándolo de un extremo a otro y la cantidad total de combustible a quemar sería la suma de los combustibles en las cuatro oficinas.--

Tercer Paso

Una vez reconocido el sector de incendio se debe anotar detalladamente y de la forma más exacta posible la cantidad de materiales y objetos que se encuentran, para luego buscar los poderes caloríficos de cada material.

Si un objeto está compuesto por varios tipos de materiales, se debe verificar los porcentajes de composición de cada uno para hacer el cálculo más exacto.

*Por ejemplo las telas no son de un sólo material, sino de varios, uno de los casos típicos sería la tela de los guardapolvos que están constituidas por un **65 % de poliéster** y un **35 % de algodón** así tenemos un poder calorífico de 6000 kcal para el poliéster y 4000 kcal para el algodón, ya obtenidos los datos del porcentaje de composición, peso total de tela presente en el sector y poder calorífico estamos en condiciones de hacer el cálculo.--*

Si hay un rollo de 100 kg de tela y el mismo está compuesto por un 60 % de poliéster y un 40 % de algodón se debe realizar un cálculo muy sencillo:

$$\begin{array}{l} 100 \% \text{ -----} 100 \text{ kg} \\ 60 \% \text{ -----} X \end{array}$$

$$X = \frac{60 * 100}{100} = 60 \text{ Kg de poliéster}$$

100 kg totales – 60 kg de poliéster = 40 kg de algodón

60 kg de poliéster * 6000 kcal = 360.000 kcal

40 Kg de algodón * 4000 kcal = 160.000 kcal

O sea que los 100 kg de tela desprenderían 520.000 kcal en el caso de una combustión completa.--

En varias ocasiones no se tiene el dato exacto de cuanto pesa un determinado material, esta circunstancia suele pasar en depósitos de materiales a granel o con materiales que son imposible de pesar,

Por ejemplo si hay que calcular el peso de un entretecho de madera o de un revestimiento de madera de una pared, es imposible desarmarlo por razones que son lógicas.

¿Cómo calculo el peso de la madera si no puedo pesarlo?

hay varias formas posibles, pero a continuación se detallan las dos más comunes de realizar: --

1º Caso: Calcular el peso de un entrepiso de madera, donde se puede obtener una muestra sobrante del material con el que fue construido:

Una vez conseguida la pieza representativa y tratando que tenga una forma conocida como la de rectángulo o cuadrado, se la debe pesar y tomar todas las medidas (largo, alto y espesor) para calcular el volumen (m^3).

una vez obtenido el metraje cúbico (m^3) de esa pequeña pieza representativa, se debe hacer el mismo calculo para el entrepiso y luego con un sencillo cálculo matemático obtendremos el peso total del entrepiso. --

2 ° Caso: Calcular el peso de un entrepiso de madera donde no se puede obtener una muestra: (Para comparar los resultados se utilizarán las medidas del entrepiso anterior).

Para realizar un cálculo de este tipo, se debe tener presente la fórmula de la densidad de un material y del peso

$$\rho = \text{Densidad} = \frac{\text{masa.}}{\text{volumen}} \quad (1)$$

$\rho = 650 \text{ Kg/m}^3$ densidad de enchapado fenólico (Dato obtenido del fabricante)

Área del solado: $9.6 \text{ m} \times 13.50\text{m} = 129.6 \text{ m}^2$

Volumen del solado: $129.6 \text{ m}^2 \times 0.045 \text{ m}$ (espesor de la madera) = 5.85 m^3

Volumen del suelo = 5.85 m^3

Despejando de (1)

Masa = **densidad x volumen**

Masa = $650 \text{ Kg/ m}^3 \times 5.85 \text{ m}^3$

Masa=3802 Kg

.--

Cuarto Paso

Una vez calculado el peso de los materiales, se debe hacer una planilla general del sector de incendio que contenga, el tipo de material presente, cantidad en kg y su poder calorífico, para realizar la suma total de calorías.

Luego se divide el valor obtenido por 4400 kcal (patrón de referencia) y a ese resultado se lo divide nuevamente por el área del sector de incendio, y así finalmente obtenemos el resultado del estudio que nos da la cantidad equivalente en madera por metro cuadrado de ese recinto.

A continuación se presenta un extracto con los datos que se consignaron más arriba.--

Superficie del Sector:	130	m ²	
Riesgo del Sector:	R3 Muy Combustible		
Material Combustible	Cantidad Total en Kg	Poder calorífico en Kcal/kg	Incendio asociado al sector
Solado			
Fenólico Enchapado	3670	4400	16.148.000
Tela			
Poliéster (65%)	4160	6000	24.960.000
Algodón (35%)	2240	4000	8.960.000
Cajas de cartón			
105 paquetes de 10 kg	1050	4000	4.200.000
Escritorio			
1 Escritorios (Madera)	30	4400	132.000
1 Sillas (Madera)	8	4400	35.200
		Total de Calorías	54.435.000 Kcal
<p>Kilos de madera Equivalente: $\frac{54.435.000 \text{ Kcal}}{4400 \text{ Kcal/Kg}} = 12371,6363 \text{ Kg}$</p> <p>Carga de Fuego: $\frac{12371,65909 \text{ Kg}}{130 \text{ m}^2} = 95,16 \text{ Kg/m}^2$</p>			
		Total Carga de Fuego:	95 Kg/m ²

Al observar detalladamente el ejemplo anterior, se puede apreciar que todos los materiales combustibles son de "clase A", este cálculo es suficiente pero *no necesario* para concluir con un estudio de carga de fuego, ya que puede darse que dentro del sector de incendio haya combustibles líquidos o gases inflamables, o sea *combustibles "clase B"*, para que dicho cálculo quede finalizado y se obtenga un resultado próximo a la realidad se deben repetir todos los pasos anteriores y hacer una nueva tabla con un nuevo cálculo para combustibles "clase B"

Como se dijo desde el principio a este cálculo se lo utiliza generalmente para averiguar el potencial extintor *mínimo* de un sector de incendio, esto quiere decir que muchas veces hay que colocar mas extintores de lo que nos indica, ya sea por distancia entre extintores o por superficie del sector.

Utilizando el criterio profesional nos damos cuenta que este tipo de estudio no contempla todas las situaciones, como por ejemplo la velocidad de combustión de cada material o el estado de agregación.--

Estos datos son muy importantes a la hora de decidir cuantos extintores se deben colocar, mas allá del resultado obtenido, pero nunca por debajo de lo calculado, este es el momento en el cual el encargado del sector debe decidir si desea cumplir sólo con la legislación o realmente desea estar preparado ante un posible siniestro.

Por último, para calcular la cantidad de extintores a colocar según el resultado obtenido, se debe hacer referencia a la Tabla 1 que se encuentra en el Decreto 351/79, Capítulo VII, Inciso 4.1 para fuegos "clase A" y la Tabla 2 en el inciso 4.2 del mismo decreto para fuego "clases B"

2.3. Como alternativa del criterio de calificación de los materiales o productos en "**muy combustibles**" o "**combustibles**" y para tener en cuenta el estado de subdivisión en que se pueden encontrar los materiales sólidos, podrá recurrirse a la determinación de la velocidad de combustión de los mismos, relacionándola con la del combustible normalizado (madera apilada, densidad). --

TABLA: 2.1.

Actividad Predominante	Clasificación de los materiales Según su combustión						
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7
Residencial Administrativo	NP	NP	R3	R4	--	--	--
Comercial 1 Industrial Deposito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos Cultura	NP	NP	R3	R4	--	--	--

NOTAS:

Riesgo 1= Explosivo

Riesgo 2= Inflamable

Riesgo 3= Muy Combustible

Riesgo 4= Combustible

Riesgo 5= Poco Combustible

Riesgo 6= Incombustible

Riesgo 7= Refractarios

N.P.= No permitido

El riesgo 1 "Explosivo se considera solamente como fuente de ignicion.

2.2. La resistencia al fuego de los **elementos estructurales y constructivos**, se determinará en función del riesgo antes definido y de la "carga de fuego" de acuerdo a los siguientes cuadros: (Ver cuadros 2.2.1. y 2.2.2.).

CUADRO: 2.2.1. (elementos estructurales)					
Carga de fuego	Riesgo				
	1	2	3	4	5
hasta 15 kg/m ²	--	F 60	F 30	F 30	--
desde 16 hasta 30 kg/m ²	--	F 90	F 60	F 30	F 30
desde 31 hasta 60 kg/m ²	--	F 120	F 90	F 60	F 30
desde 61 hasta 100 kg/m ²	--	F 180	F 120	F 90	F 60
mas de 100 kg/m ²	--	F 180	F 180	F 120	F 90

CUADRO: 2.2.2. (elementos constructivos)

Carga de fuego	Riesgo				
	1	2	3	4	5
hasta 15 kg/m ²	--	NP	F 60	F 60	F 30
desde 16 hasta 30 kg/m ²	--	NP	F 90	F 60	F 60
desde 31 hasta 60 kg/m ²	--	NP	F 120	F 90	F 60
desde 61 hasta 100 kg/m ²	--	NP	F 180	F 120	F 90
mas de 100 kg/m ²	--	NP	NP	F 180	F120

NOTA: N.P. = No permitido

4.2. El potencial mínimo de los matafuegos para fuegos de **clase B**, responderá a lo establecido en la tabla 2, exceptuando fuegos líquidos inflamables que presenten una superficie mayor de 1 m².

TABLA 1					
CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo Explos. 1	Riesgo Inflam. 2	Riesgo Muy Comb. 3	Riesgo Comb. 4	Riesgo Por comb. 5
hasta 15kg/m ²	--	6 B	4 B	--	--
16 a 30 kg/m ²	--	8 B	6 B	--	--
31 a 60 kg/m ²	--	10 B	8 B	--	--
61 a 100kg/m ²	--	20 B	10 B	--	--
> 100 kg/m ²	A determinar en cada caso				

4. Potencial extintor.

4.1. El potencial extintor mínimo de los matafuegos para fuegos **clase A**, responderá a lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1						
CARGA FUEGO	DE	RIESGO				
		Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Por comb.
hasta 15kg/m ²		--	--	1 A	1 A	1 A
16 a 30 kg/m ²		--	--	2 A	1 A	1 A
31 a 60 kg/m ²		--	--	3 A	2 A	1 A
61 a 100kg/m ²		--	--	6 A	4 A	3 A
> 100 kg/m ²		A determinar en cada caso				