

## Métodos de evaluación del riesgo de incendio

Un método de evaluación del riesgo de incendio, es una herramienta decisiva en la aplicación de las medidas de prevención y protección contra incendios de personas, bienes y actividades y no debe constituir un modelo de cálculo aislado de otros, sino que todos deben estar unidos por un mismo fin y afectado de una serie de parámetros en común.

Cuando se aplican los métodos a una serie de compartimentos, es evidente que éstos coinciden en algunos factores a estudio, pero obviamente cada método hace hincapié en unos parámetros diferentes.

Por lo tanto esto no hace más que enriquecer al profesional que los aplica, ya que el considerar más de un método de evaluación del riesgo de incendio, hace que se tenga una visión más fehaciente, al haber considerado más factores de los posibles riesgos potenciales a los que se enfrenta, dotándole por tanto de un juicio más enriquecedor y real de la situación.

No obstante el objetivo no es otro que el de analizar y estudiar comparativamente los métodos de evaluación del riesgo de incendio. Por lo tanto del estudio realizado se desprenden una serie de conclusiones que resultan ser bastantes significativas y que se sintetizan a continuación.

La intención, era reunir los métodos más importantes a escala internacional en un mismo proyecto. La investigación se desarrolló en bases de datos, tesis doctorales, revistas especializadas, internet y notas técnicas de prevención. Finalmente los seleccionados fueron: el método del Coeficiente K y Factores alfa; Edwin E. Smith y G.A. Herpol; Riesgo Intrínseco; Meseri; Gustav Purt; Gretener; E.R.I.C. y F.R.A.M.E.

Una vez reunidos todos, se realizó un análisis crítico de cada uno, de forma individual. Para posteriormente tras la aplicación práctica, poder ofrecer un estudio comparativo completo, donde se muestren las características de cada uno esperando de esta forma que resulte del agrado de los lectores.

Si bien es cierto que la aplicación de un método de evaluación del riesgo de incendio no representaría gran dificultad a un prevencionista, el desconocimiento de la variedad existente puede llevarle a no aplicar el que mejor se adecua en función del tipo de establecimiento con el que se enfrenta.

Por lo tanto lo que queremos ofrecerles de una forma escueta es un acercamiento a cada uno de éstos y poder orientarles de cara a una posible utilización en un marco teórico práctico.

### **Coeficiente K y Factores alfa.**

El método de los factores alfa y del coeficiente K no resultaron ser de evaluación del riesgo de incendio tal como pretendían hacernos ver algunos autores. La finalidad de éstos es la de determinar para un sector de incendio la resistencia al fuego de los elementos constructivos.

$$RF(\min) = K \cdot \frac{Q_i}{4} \quad V = \beta \sum_1^7 \alpha_i \quad \sum_1^7 \alpha_i = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7$$

Se trata por lo tanto de los métodos de reconocido prestigio a los que hace referencia la CPI-96 [1](artículo 14: pag.28) y la propuesta del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [2](apéndice 2, artículo 4: pag. 52).

Las posibles aplicaciones de ambos métodos son idénticas, los planteamientos son similares aunque con índices de valoración diferentes tal como puede observarse en [3] el anexo de las "Ordenanzas sobre normas constructivas para la prevención de incendios y normas complementarias" del Ayuntamiento de Barcelona (1974).

Resaltar que el método del coeficiente K hace una extensa referencia al tema del equipamiento y de las medidas de seguridad de una forma detallada pero a su vez demasiada compleja para una comprensión acertada. Por el contrario el método de los factores alfa lo hace de forma más clara y simple, sin embargo

no considera las medidas de protección normales como extintores y bies.

### Edwin E. Smith y G. A. Herpol.

Tanto el método propuesto por el señor Edwin E. Smith como el propuesto por el profesor Herpol tal como nos lo muestra [4] Ricard Mari Sagarra en su tesis doctoral, nos ha resultado imposible su aplicación práctica de una forma definitiva y concluyente. En el primero debido al bajo nº de productos proporcionados en las tablas y la escasez de materiales experimentados, los cuales no se utilizan en la actualidad. Éste iba más encaminado a la investigación de la evolución de la peligrosidad de un incendio en un compartimento y el desarrollo de un modelo cinético del incendio en el interior, que a la evaluación del riesgo de incendio de una forma más global.

En el caso del profesor Herpol, el método presenta dificultades en la aplicación debido a la inexistencia de tablas concretas para el caso que nos ocupa además de no estar concluido su método, ya que a la muerte del profesor su equipo no continuó la investigación.

### Riesgo Intrínseco

El único método de evaluación del riesgo de incendio que calcula la carga térmica es el método del riesgo intrínseco, basándose además su evaluación precisamente en esta carga de fuego corregida para un sector, edificio o establecimiento con su respectiva actividad. Aunque realmente las medidas que aparecen en los apéndices posteriores son referentes a sectores de incendio.

$$Q_s = \sum_1^i q_{msi} \cdot C_i \cdot R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) (Mcal / m}^2\text{)}$$

Reseñar además que se trata, a nuestro entender, de un referente de cálculo de la carga térmica que tanto aparece en los restantes métodos pero que ninguno se molesta en calcular.

Si bien es cierto que su aparición fue en el año 1981, ahora con su presencia en la propuesta del reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, reúne aún más poder, ya que el reglamento dota a este método de dos apéndices que ofrecen al método la posibilidad de aplicar medidas constructivas y de protección, en función de este riesgo intrínseco y de la ubicación o tipo de edificio.

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	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Figura 1.

#### NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

(Fuente: Propuesta de Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, 2000:49)

Este es un método de evaluación del riesgo de incendio bastante completo y de clara utilización en el territorio nacional. Sin embargo, tiene un gran particularidad que lo caracteriza y este no es otro que la utilización del mismo solo para establecimientos de uso industrial.

El reglamento aporta una serie de matices que la CPI pasa por alto, mientras el objetivo de ésta es la protección contra el incendio una vez declarado este, el objetivo del reglamento va más allá. Tiene como objeto establecer y definir los requisitos y condiciones de los establecimientos industriales para prevenir

los incendios.

Calificamos de positiva la aparición de este reglamento, ya que de una vez por todas, aportará seriedad a los cálculos para las instalaciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales.

### Meseri

Si lo que queremos es un método sencillo, rápido y ágil que nos ofrezca un valor del riesgo global en empresas de riesgo y tamaño medio, Meseri es el ideal. Éste podrá ser aplicado en pocos minutos in situ en la zona de riesgo, resultando decisiva la apreciación visual del compartimento por parte del profesional.

Por supuesto se trata de un método orientativo y limitado que nos servirá únicamente para una visualización rápida del riesgo global de incendio ya que los resultados suelen ser más restrictivos de lo normal.

En este método se conjugan de forma sencilla, las características propias de las instalaciones y los medios de protección, de cara a obtener una cualificación del riesgo ponderada por ambos factores.

Meseri tiene en consideración una serie de factores que generan o agravan el riesgo de incendio, éstos son los factores propios de las instalaciones (X), y de otra parte, los factores que protegen frente al riesgo de incendio (Y).

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{34}$$

La mayor parte de los puntos de la tabla [5] se consideran desde tres perspectivas o tres grados, alto, bajo o medio, esto ofrece por una parte sencillez y por otra limitaciones al no matizar para algunos casos en concreto.

En su contra solo podemos decir las limitaciones que por su sencillez el propio método se impone, ya que no se puede aplicar a grandes empresas ni de riesgos graves o peligrosos para la vida humana.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy Malo		Malo			Bueno			Muy Bueno		

Figura 2

### CALIFICACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO

(Fuente: Fundación Mapfre, 1997:458)

### Gustav Purt

Si la finalidad del método consiste en deducir de la evaluación del riesgo las medidas de protección contra incendios, entonces el más apropiado es el del Dr. Gustav Purt [6]. Se trata de una derivación simplificada del Gretener. Este método ofrece una valoración de riesgos medianos (no aplicable a la industria petroquímica) de una forma rápida y de carácter orientativo, en dos ámbitos, en los edificios (GR) y en su contenido (IR).

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

$$IR = H \cdot D \cdot F$$

Una vez calculado los valores en los distintos ámbitos de nuestro caso en estudio, el método aporta mediante el uso de una gráfica, medidas de protección orientativas para el riesgo calculado. Éstas serán medidas especiales referente a la detección del incendio (proteger el contenido) o referente a la extinción (proteger el edificio). Por contra el método no determina el tipo de detección de incendio idóneo o el medio de extinción óptimo en particular.

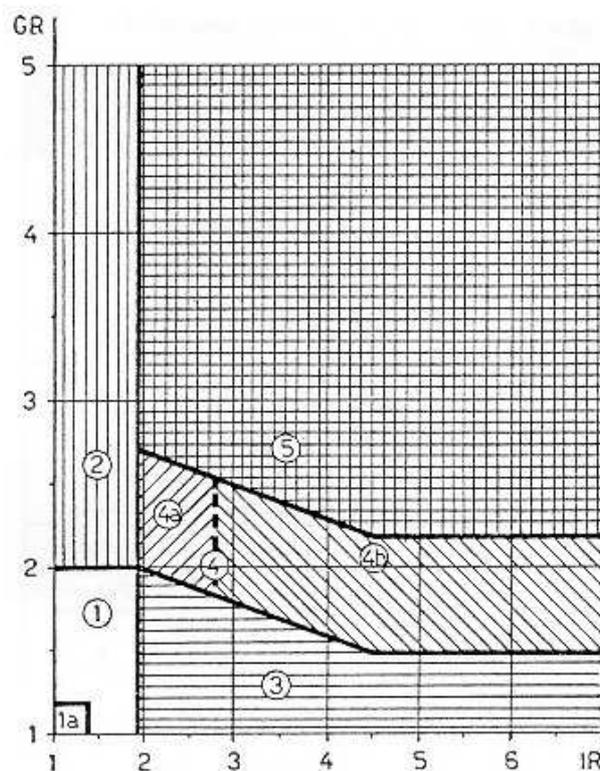


Figura 3

DIAGRAMA DE MEDIDA

(Fuente: Villanueva Muñoz, J.L., 1984:11)

### Gretener

Se puede considerar como el padre de todos los métodos y se ha convertido además en el referente de cualquier otro que se precie. Se trata del primero, el fundador de la evaluación del riesgo de incendio en la industria, pudiéndose aplicar a todo tipo de edificaciones.

El método se refiere al conjunto de edificios o partes del edificio que constituyen compartimentos cortafuegos separados de manera adecuada [7].

Gretener nos ofrece un cálculo del riesgo de incendio global bastante completo, con un valor que nos dictará si el riesgo en la instalación es aceptable o si por el contrario hay que volver a hacer los cálculos de nuevo con medidas de protección que se adecuen a reducir el riesgo.

Se basa en comparar el resultado del cálculo del riesgo potencial de incendio efectivo con el riesgo potencial admisible. La seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado.

$$r = \frac{R_u}{R} = \frac{1.3 \times P_{H,B}}{q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g} \cdot \frac{\sum N \cdot \sum S \cdot \sum F}{\sum N \cdot \sum S \cdot \sum F}$$

Para comprobar la seguridad contra incendio es suficiente ver si las necesidades de seguridad seleccionadas se adaptan a los objetivos de protección y con ello .

La seguridad contra incendio será insuficiente si  $<1$ , en este caso habrá que realizar una nueva hipótesis en la que será conveniente, respetar todas las medidas normales, mejorar la concepción del edificio y prever medidas especiales adecuadas.

Resaltar la gran cantidad de factores que intervienen en el método al igual que los extensos medios de protección que el método abarca. Sin embargo los parámetros que dedica al riesgo de las personas son excesivamente pobres.

### E.R.I.C.

Es pionero en el cálculo de dos tipos de riesgos, ya que enfoca éstos en una doble vertiente, por un lado el cálculo del riesgo de las personas y por el otro el cálculo del riesgo para los bienes.

$$R_1 = \frac{P_1}{M_1 \cdot F_1} \quad R_2 = \frac{P_2}{M_2 \cdot F_2}$$

Este método, poco difundido en España, viene a solventar algunas deficiencias del Gretener como la inclusión de un riesgo particular para las personas, la inclusión de nuevos factores o coeficientes que enriquecen el método como son los tiempos de evacuación, opacidad y toxicidad de los humos.

Además ofrece tres tipos de gráficas [8], dependiendo del tipo de edificio, industria, vivienda, oficinas, en los que se relacionan las dos vertientes de los riesgos para ofrecer así unos límites de protección muy parecidos a los del Dr. Gustav Purt. Ya que la forma de evaluar no es como la del Gretener, mediante un valor de una ecuación, si no relacionando de forma directa en un diagrama de juicio los dos cálculos de riesgo, el de las personas y el de los bienes.

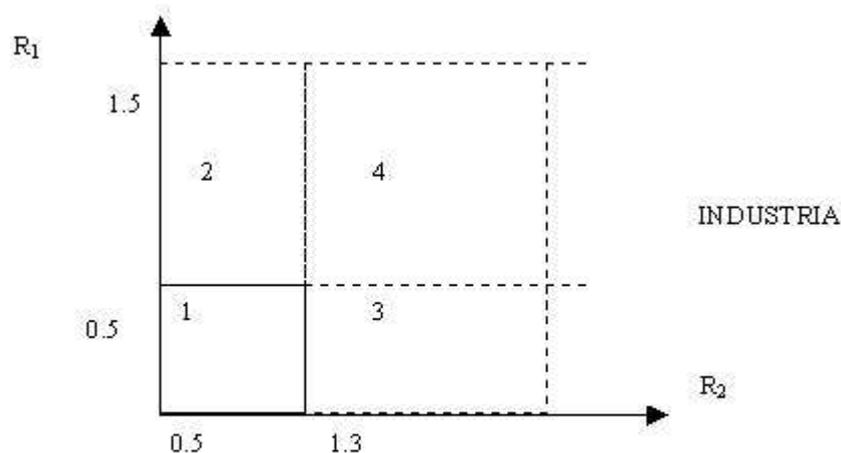


Figura 4  
DIAGRAMA DE JUICIO PARA LAS INDUSTRIAS  
(Fuente: Sarrat y Cluzel, 1977:30)

El método E.R.I.C. es empírico, sin embargo, considerando separadamente el riesgo para los bienes y el riesgo para las personas, este acercamiento establece un lazo entre dos concepciones de la seguridad, bienes-personas, que si no son divergentes prosiguen fines sensiblemente diferentes.

E.R.I.C incluye una valoración muy amplia de las medidas de seguridad y equipos, por cuanto los principios de la eficacia de la intervención descansan en tres aspectos fundamentales, la detección, la alarma y alerta y los medios de protección contra la transmisión.

### F.R.A.M.E.

Y para finalizar, el último método publicado en Europa, F.R.A.M.E. Éste se basa en el método E.R.I.C. y en el Gretener. Si por algo se caracteriza es por haber superado con creces la veracidad de los resultados obtenidos por sus antecesores. Se trata por tanto del método más completo, transparente y útil que se encuentra disponible en estos momentos [9].

Una vez aplicado F.R.A.M.E., podemos darnos cuenta de su generosidad, obviamente nos estamos refiriendo a los tres guiones existentes para el cálculo del riesgo de incendio, con nuevos factores que hacen el cálculo más completo. Los tres guiones a los que nos referimos no podían ser otros que al cálculo del riesgo del patrimonio, al de las personas y al de las actividades, comprobando de esta forma, que el valor de estos no supera la unidad. En tal caso daríamos por satisfactoria las medidas de protección instaladas en nuestro edificio.

$$\text{- Patrimonio: } R = \frac{P}{A * W * N * S * F}$$

$$\text{- Personas: } R_1 = \frac{P}{A_1 * N * U}$$

$$\text{- Actividades: } R_2 = \frac{P}{A_2 * W * N * S * Y}$$

Esto nos permite obtener unos resultados coherentes y más cercanos a la realidad. Además nos ofrece la posibilidad de efectuar un cálculo inicial sin ningún tipo de medida de protección, para medir mediante una escala, las medidas de protección que haría falta a priori. Este valor del cálculo previo obtenido,  $R_0$ , nos ofrecerá una orientación de cara a la protección que el compartimento necesita.

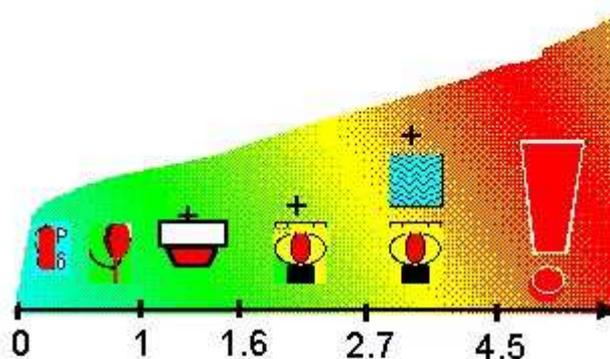


Figura 5

ESCALA DE RIESGO DE  $R_0$

(Fuente: De Smet, Erik, 2000:51)

Después de comprobar la eficacia de éste solo podemos afirmar que se trata de uno de los mejores métodos de cálculo del riesgo de incendio, es bastante claro y transparente en su metodología. Por último queremos destacar la gran cantidad de factores que utiliza de forma independiente para cada uno de los tipos de riesgos además de los medios de protección existentes en el mercado.

Finalmente destacar que el único problema que podía achacársele a FRAME era que en algunos casos las ecuaciones resultaban entramadas, pero con la puesta en el mercado del método en soporte informático, resulta aún más fácil la utilización del mismo.

### CUADRO COMPARATIVO

A continuación entramos de lleno en la comparativa de los métodos que realmente se utilizan para el estudio y la evaluación del riesgo de incendio.

Para una mayor comprensión y entendimiento por parte del lector se ha creído en la conveniencia de exponer dicha comparativa en un cuadro, mostrando así y de una forma significativa, los puntos en común y las diferencias observadas de la aplicación práctica a que han sido sometidos por nuestra parte.

COMPARATIVA DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO						
	INTRÍNSECO	MESERI	G. PURT	GRETENER	E.R.I.C.	F.R.A.M.E.
<b>Autor</b>	M.I.N.E.R.	MAPFRE	G.PURT	M.GRETENER	SARRAT Y	E. DE SMET
<b>Año</b>	1981	1978	1971	1965	CLUZEL	1988
<b>Pais</b>	ESPAÑA	ESPAÑA	ALEMANIA	SUIZA	1977 FRANCIA	BÉLGICA
<b>Basado</b>	ORIGINAL	ORIGINAL	GRETENER Derivación simplificada	ORIGINAL	GRETENER	GRETENER Y ERIC
<b>Aplicación</b>	Estableci- mientos de uso industrial	Industrias de riesgo y tamaño medio	Edificios e industrias medianas	Toda clase de edificaciones e industrias	Toda clase de edificaciones e industrias	Toda clase de edificaciones e industrias
<b>Objetivo</b>	Establecer un nivel de riesgo	Cálculo del riesgo global simple y orientativo	Cálculo orientativo de las medidas de protección necesarias	Un grado de evaluación del riesgo de incendio	Un grado de evaluación del riesgo de incendio para cada vertiente	Un grado de evaluación del riesgo de incendio para cada uno de los guiones
<b>Riesgo</b>	Un solo riesgo global	Un solo riesgo global	Dos cálculos de riesgos, edificio y contenido	Un riesgo global y muy completo	Dos cálculos del riesgo, personas y bienes	Tres cálculo del riesgo, patrimonio, personas y actividades
<b>Cálculo</b>	Numérico, mediante una ecuación	Numérico, mediante una ecuación	Introducimos los dos valores del riesgo en una gráfica, nos ofrece la protección	Numérico, mediante una ecuación. Compara el riesgo admisible con el efectivo	Introducimos los dos valores del riesgo en una gráfica para averiguar si necesita más protección el sector	Numérico, mediante tres ecuaciones.

<b>Reducción del riesgo</b>	No se reduce, se adecua el establecimiento, en función del nivel de riesgo intrín. y del tipo de ubicación del establecimiento, mediante medidas constructivas y medios de prevención del reglamento.	Mediante los factores que agravan el riesgo, limpieza y orden... y aumento del grado de protección. Es suficiente con un servicio de vigilancia	No se reduce el riesgo, si no que el método propone unas medidas de protección especiales para tener un riesgo aceptable	El riesgo se reducirá con un aumento de las medidas de protección en el caso de que se necesario o el riesgo no sea aceptable	El riesgo se reducirá con un aumento de las medidas de protección en el caso de que se necesario o el riesgo no sea aceptable	El riesgo se reducirá con un aumento de las medidas de protección en el caso de que se necesario o el riesgo no sea aceptable
<b>Factores que agravan el riesgo de incendio</b>	El riesgo de la actividad, coeficiente de combustibilidad y densidad de la carga de fuego	Construcción, situación, procesos, factores de contracción, propagabilidad y destructibilidad	Carga térmica, combustibilidad, carga térmica inmueble, sector cortafuego, peligro a las personas, bienes y humos	Carga de incendio mobiliaria, combustibilidad, humos toxicidad, carga inmobiliaria, nivel de planta y dimensión superficial	Las mismas que Gretener más opacidad de humos y tiempo de evacuación	Igual que ERIC y Gretener más un factor de dependencia, un factor ambiente, acceso y ventilación
<b>Factores que reducen el riesgo de incendio</b>	Todas las posibles, ver el reglamento	Diferencia entre vigilancia y sin vigilancia. Extintores, bies, columnas hidrantes, detección automática, rociadores y extinción	No los tiene en cuenta, solo el resultado del diagrama nos dirá el tipo de medida especial de protección	Normales (extintores, bies, hidrantes...), Especiales (detección, transmisión....) y Construcción (resistencia al fuego portante, fachada...)	Idem Gretener	Idem Gretener y ERIC más unos factores Escape y de Salvamento.

<b>Observaciones</b>	Se trata de un método que viene respaldado por un reglamento en cuanto a las medidas constructivas y de protección	Método muy adecuado para las compañías de seguros, ofrecen resultados demasiados estrictos	Método muy válido para compañías de venta de sistemas especiales de protección contra incendios	Método completo y muy metódico, se agradece la disposición del programa, facilita los cálculos y ofrece un informe al final	Método que tiene en cuenta a las personas como riesgo independiente, lo relaciona con los bienes para ver el riesgo final.	Mejor método, veraz en sus resultados y muy completo. Se agradece sus tres vertientes de cálculo por separado, patrimonio, personas y actividades
----------------------	--	--	---	---	--	---

#### REFERENCIAS

1. Real Decreto 2177/1996, de 4 de Octubre por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
2. Propuesta Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (2000).
3. Ordenanza sobre normas constructivas para la prevención de incendio y normas complementarias. Ayuntamiento de Barcelona 1974.
4. MARÍ SAGARRA, RICARD (1991): Aproximación al método de evaluación del riesgo de incendio estructural. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.
5. FUNDACIÓN MAPFRE (1997): Manual de Seguridad contra incendios. Fundación Mapfre. Madrid.
6. VILLANUEVA MUÑOZ, J.L. (1984): "Evaluación del riesgo de incendio. Método Gustav Purt". Notas Técnicas de Prevención. NTP.100-1984. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.
7. GREENER, M. (1991): Evaluación del riesgo de incendio. Método de cálculo. Cepreven. Madrid.
8. CLUZEL, D. Y SARRAT, P. (1977): "Evaluation du risque incendie par le calcul. Méthode E.R.I.C.". Union Technique Interprofessionnelle. Direction de la Recherche, F-78470 Saint-Rémy les Chevreuse, France. (Tômes I, II, Annexe).
9. DE SMET, ERIK (1988): Evaluation des risques. F.R.A.M.E. Dossier Technique 73. Supplément à la "Revue Belge du Feu" n° 92, Octobre 1988. Association Nationale pour la Protection contre l'Incendie. DE SMET, ERIK (2000): Handbook for the use of this Fire Risk Assessment Method for Engineering. Second edition, includes FRAME 2.0 for Windows.