

Organiza



CLÚSTER DE SEGURETAT  
CONTRA INCENDIS

JORNADA TÉCNICA DE APLICACIÓN  
30 de junio de 2021

Colabora



ENGINYERS BCN

**Enginyers**  
Industrials de Catalunya



# GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL (PBD)

PARA LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS  
EN NAVES INDUSTRIALES

# GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL

# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO

Mercedes LAGO  
Jefa de Proyectos



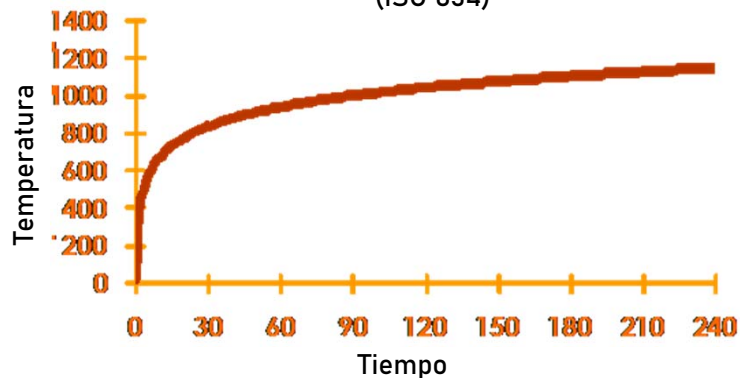
# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO

## UNE-ISO 13943 Seguridad contra incendio - Vocabulario

**RESISTENCIA AL FUEGO:** capacidad de una probeta para resistir el fuego o dar protección frente a él durante un período de tiempo

- **ESTABILIDAD AL FUEGO (R):** capacidad de un elemento constructivo para resistir el colapso durante un período de tiempo establecido, en el ensayo normalizado de resistencia al fuego
- **INTEGRIDAD AL FUEGO (E):** capacidad de un elemento de separación, cuando se expone al fuego por un lado, para impedir el paso de las llamas y gases calientes o la ocurrencia de llamas en el lado no expuesto durante un período de establecido en un ensayo normalizado de resistencia al fuego.
- **AISLAMIENTO TÉRMICO (I):** capacidad de un elemento de separación, cuando se expone al fuego por un lado, para limitar la transmisión de calor.

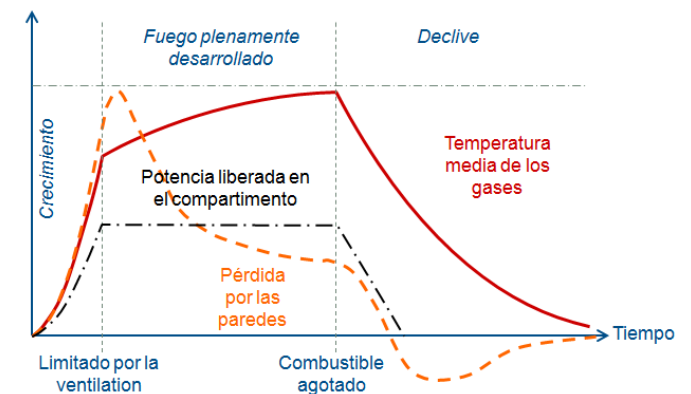
Soluciones prescriptivas - Fuegos normalizados  
(ISO 834)



Anexo II RSCIEI tabla 2.2  
Estabilidad al fuego de elementos  
estructurales portantes

NIVEL RIESGO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Sótano	Sobre rasante	Sótano	Sobre rasante	Sótano	Sobre rasante
BAJO	R120 (EF120)	R90 (EF90)	R90 (EF90)	R60 (EF60)	R60 (EF60)	R30 (EF30)
MEDIO	NO AD	R120 (EF120)	R120 (EF120)	R90 (EF90)	R90 (EF90)	R60 (EF60)
ALTO	NO AD	NO AD	R180 (EF180)	R120 (EF120)	R120 (EF120)	R90 (EF90)

Soluciones prestacionales - Fuegos reales



# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO

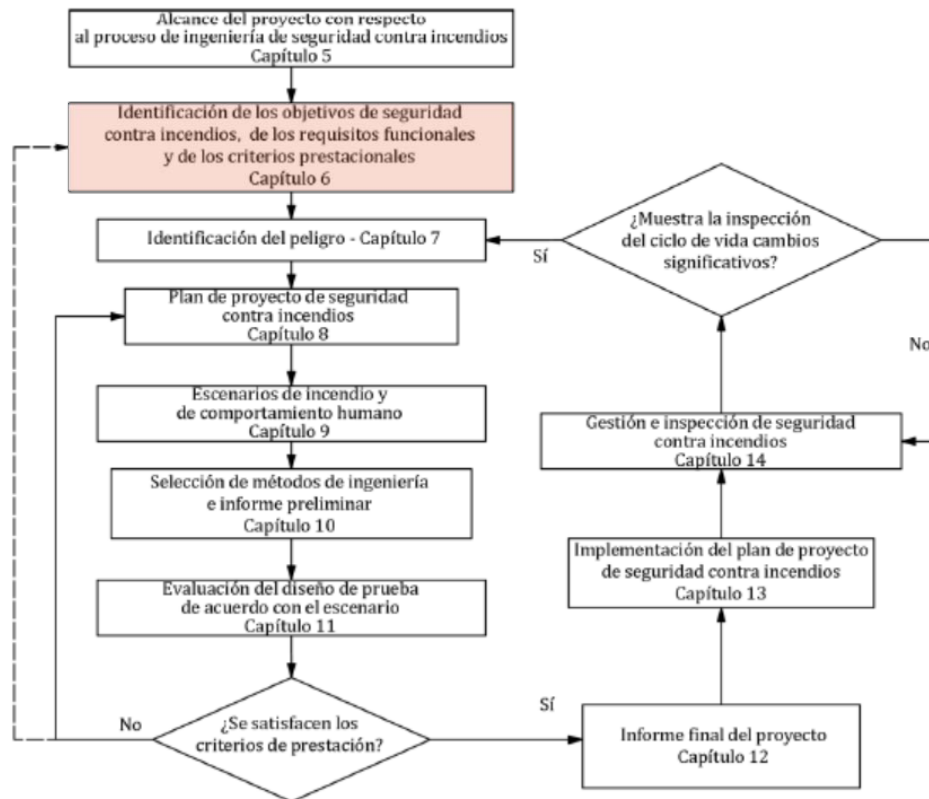


## SOLUCIONES PRESTACIONALES – GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL (PBD)

- En general, la estructura de los establecimientos industriales nuevos cumple las exigencias de estabilidad estructural de forma prescriptiva
  - Porque la estructura intrínsecamente consigue alcanzar la estabilidad al fuego requerida (habitual en estructura de hormigón)
  - O porque se protege con algún sistema de protección pasiva (habitual en el caso del acero)
- ¿Cuándo se suele recurrir a soluciones prestacionales ante incumplimientos de las exigencias de estabilidad estructural?
  - En establecimientos antiguos con estructura de acero no protegida en los que no es viable aplicar sistemas de protección pasiva
  - En sistemas de almacenamiento de estructura de acero sin proteger con presencia de trabajadores en distintos niveles
  - ...

## SOLUCIONES PRESTACIONALES – GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL (PBD)

UNE-ISO 23932



### OBJETIVOS GENERALES DE ESTRUCTURA Y RESISTENCIA AL FUEGO

05.01.03. Garantizar una resistencia al fuego suficiente que permita la evacuación de los ocupantes

05.02.03 Garantizar la resistencia al fuego de la estructura suficiente para permitir la intervención

# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO



## OBJETIVOS GENERALES DE ESTRUCTURA Y RESISTENCIA AL FUEGO

- GARANTIZAR UNA RESISTENCIA AL FUEGO SUFICIENTE QUE PERMITA
  - LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES
  - LA INTERVENCIÓN

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	COMENTARIOS
<p><b>05.01.03. LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES</b> El tiempo de colapso de la estructura principal ante escenarios de incendio que consideren la curva del incendio sin tener en cuenta el efecto de un sistema de mitigación (rociadores u otros), durante el tiempo que dura la evacuación, es superior al tiempo necesario para la evacuación.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si la estructura no cumple la estabilidad de forma prescriptiva se recurre a cálculos avanzados según Eurocódigos.</li><li>• El incendio de cálculo ya no es el fuego normalizado usado en los ensayos normalizados de laboratorio (ISO 834)</li><li>• El incendio real de cálculo debe ser representativo del riesgo del establecimiento y<ul style="list-style-type: none"><li>• no puede tener en cuenta el efecto de los sistemas de mitigación en el caso de análisis durante la evacuación</li><li>• tiene en cuenta el control que producen los sistemas de mitigación (como rociadores) en caso de análisis de la seguridad durante la intervención</li></ul></li></ul>
<p><b>05.02.03. LA INTERVENCIÓN</b> El tiempo de colapso de la estructura principal ante escenarios de incendio que, pudiendo tener en cuenta el efecto de un sistema de mitigación, es superior al tiempo necesario para la intervención (<math>\geq 60</math> min).</p>	

# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO



## OBJETIVOS GENERALES DE ESTRUCTURA Y RESISTENCIA AL FUEGO

- GARANTIZAR UNA RESISTENCIA AL FUEGO SUFICIENTE QUE PERMITA
  - LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES
  - LA INTERVENCIÓN

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	COMENTARIOS
<p>05.01.03. LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES</p> <p>Ausencia de colapso generalizado o progresivo de la estructura principal para evitar que afecte a vías de evacuación alejadas del foco de incendio.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si el incendio de cálculo no es controlado o extinguido por los sistemas de mitigación (p. ej. rociadores), como es el caso, el incendio no deja de crecer o permanece estable, pero no se extingue, por tanto, las zonas de la estructura afectadas por el incendio no dejan de crecer.</li><li>• Los elementos más próximos al foco del incendio serán los primeros en fallar, produciendo un colapso local en esa zona. Ese colapso local no tiene porque ser peligroso para la evacuación o intervención ya que si ocurre solo en las zonas próximas al incendio, no podría haber ocupantes. <u>Las condiciones ambientales del incendio impedirían la presencia de personas.</u></li><li>• Para garantizar la evacuación y la intervención, el colapso local no puede producir un colapso en cadena o colapso generalizado o progresivo repentino. El fallo de estos primeros elementos implica la redistribución de esfuerzos al resto de los elementos que conforman la estructura. Si el resto de los elementos no calentados por el incendio es capaz de asumir estos esfuerzos, el fallo local no implica que colapse de forma inmediata toda la estructura.</li></ul>
<p>05.02.03. LA INTERVENCIÓN</p> <p>Ausencia de colapso generalizado o progresivo de la estructura principal para evitar que afecte a las zonas donde sea posible la presencia de bomberos.</p>	

# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO



## OBJETIVOS GENERALES DE ESTRUCTURA Y RESISTENCIA AL FUEGO

- GARANTIZAR UNA RESISTENCIA AL FUEGO SUFICIENTE QUE PERMITA
  - LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES
  - LA INTERVENCIÓN

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	COMENTARIOS
<p>05.02.03. LA INTERVENCIÓN</p> <p>En caso de colapso de la estructura principal o de los elementos de fachada, el colapso se produce hacia el interior para evitar que afecte a los bomberos que están en el exterior.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si la estructura llega al colapso, este debe producirse hacia el interior para evitar:<ul style="list-style-type: none"><li>• Daños a los bomberos que realizan la intervención desde el exterior</li><li>• Provocar el derrumbe de los elementos de la fachada hacia el exterior</li><li>• Provocar el daño a construcciones cercanas y a elementos de sectorización</li></ul></li><li>• En las estructuras de hormigón es importante que los pilares tengan armado suficiente para soportar los esfuerzos horizontales en cabeza producidos por el fallo de las vigas (normalmente con menor resistencia al fuego)</li><li>• En las estructuras de acero, es importante que los arriostramientos sean capaces de soportar los esfuerzos horizontales provocados por el incendio.</li><li>• Es importante que los sistemas de almacenamiento de acero cuenten con arriostramientos para soportar esfuerzos horizontales. Estos sistemas en muchos casos no cuentan con ellos por estar ubicados en el interior de los edificios y no estar sometidos a la acción del viento. El estructurista no debe de olvidarse de los esfuerzos horizontales producidos por el incendio!</li></ul>
<p>05.02.03. LA INTERVENCIÓN</p> <p>Se debe evitar el colapso hacia el exterior de los elementos de fachada y de sectorización (especial atención a las uniones de elementos prefabricados).</p>	



## MODELOS AVANZADOS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL (EUROCÓDIGOS)

- Enfoque basado en ingeniería para proporcionar un análisis realista del comportamiento de las estructuras expuestas al fuego
- Posibilidad de evaluar comportamiento ante incendios reales
- Uso de software específico para simular
  - La respuesta térmica de la estructura expuesta al incendio (fenómeno de transferencia térmica por conducción en el interior del material expuesto al incendio)
  - La respuesta mecánica de la estructura expuesta al incendio: comportamiento estructural en caso de incendio
  - Los programas de cálculo incluyen las propiedades térmicas y mecánicas de los materiales a altas temperaturas
- El principal interés de los modelos avanzados es:
  - Optimizar el comportamiento estructural en caso de incendio: obtener resultados más precisos (menos conservadores)
  - Tener en cuenta la configuración real y completa de la estructura
  - Dar respuesta a configuraciones complejas en las que no es posible o no es eficiente utilizar métodos prescriptivos y simplificados

## MODELOS AVANZADOS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL (EUROCÓDIGOS)

- ¿De dónde salen los incendio de cálculo?: de los ensayos de fuego a media y gran escala



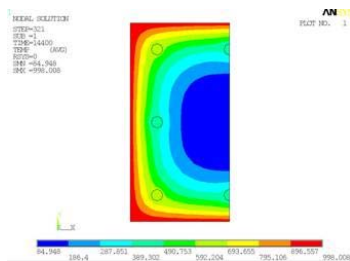
Campana calorimétrica



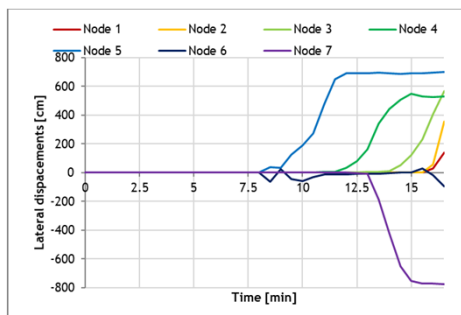
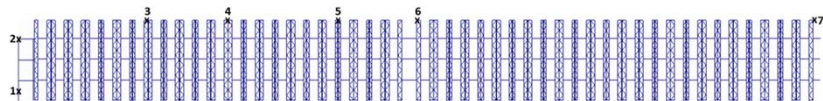
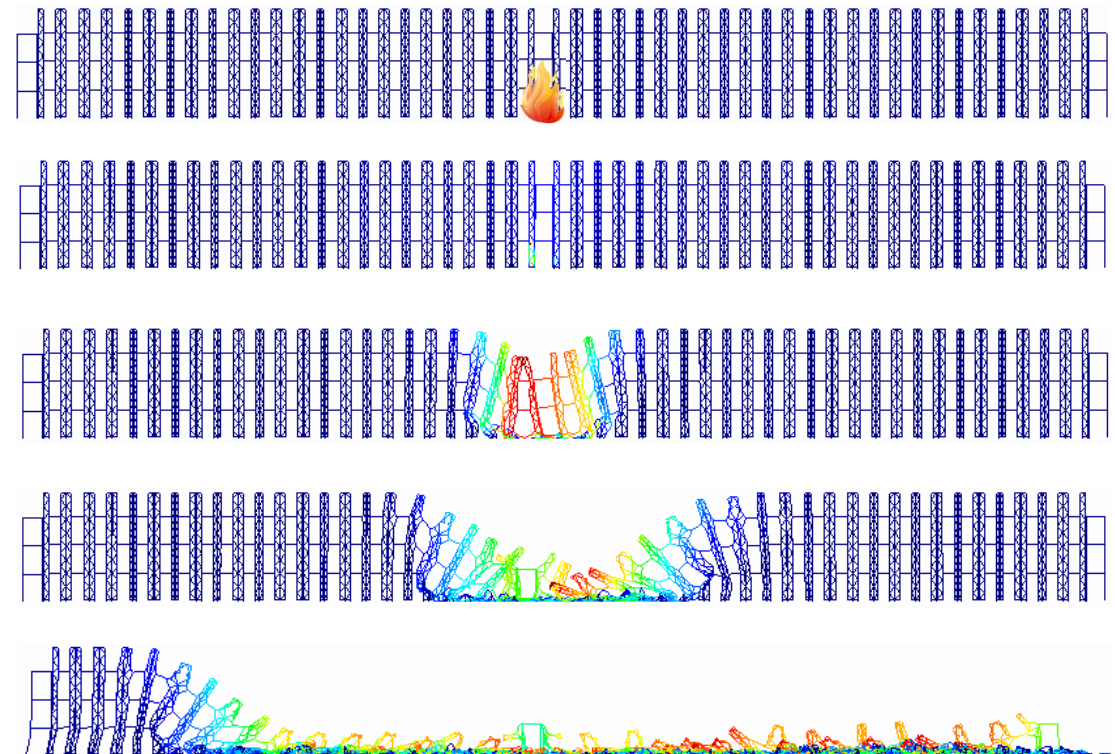
*Efectis*

## MODELOS AVANZADOS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL (EUROCÓDIGOS)

CALENTAMIENTO



MODO DE RUINA



# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO



## OBJETIVOS GENERALES DE ESTRUCTURA Y RESISTENCIA AL FUEGO

- GARANTIZAR UNA RESISTENCIA AL FUEGO SUFICIENTE QUE PERMITA
  - LA EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES
  - LA INTERVENCIÓN

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	COMENTARIOS
<p>05.02.03. LA INTERVENCIÓN Los elementos sectorizadores mantienen su función/integridad para realizar la evacuación y la intervención.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Generalmente los sistemas de sectorización cumplen las exigencias del reglamento de forma prescriptiva</li><li>• Es importante verificar el contenido de los informes de clasificación de los sistemas de sectorización, para comprobar que se ajustan a las necesidades del proyecto</li><li>• Cuando el campo de aplicación de un sistema de sectorización no cubre las necesidades de un establecimiento, es necesario que un laboratorio de ensayos de fuego o técnico especialista evalúe las necesidades de puesta en obra y valide su instalación en ese caso concreto en las condiciones fuera del alcance de su campo de aplicación validado por los resultados del ensayo de fuego. En algunos casos son necesarios refuerzos o modificaciones resultado de ensayos a escalas superiores o estudios termo-mecánicos</li><li>• Si los sistemas de sectorización van anclados a la estructura del edificio esta estructura debería de tener, al menos, la misma resistencia al fuego que el sistema de sectorización</li></ul>

# ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO



MUCHAS GRACIAS

[mercedes.lago@efectis.com](mailto:mercedes.lago@efectis.com)



JORNADA TÉCNICA DE APLICACIÓN DE LA GUÍA DE DISEÑO PRESTACIONAL – 30/6/2021