



CONGRESO NACIONAL
DE **INGENIERÍA**

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



La protección al fuego en estructuras Metálicas, salva vidas.

Ing. Jhon Ferney Moreno Hernández

AkzoNobel





CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Protección Pasiva Contra Fuego



Comportamiento del fuego en estructuras de acero y hormigón



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



ACERO
World Trade Center 1973
Nueva York, 417 mts
Atentado sep. 2001



HORMIGÓN
Torre Windsor, 1979
Madrid 106 mts
Incendio feb. 2005

- Alta Conductividad térmica 47 - 58 W/(°K.m)
 - Bajo Calor específico 460 J/(Kg.°K)
 - Alto coeficiente de dilatación

Objetivos: Protección contra fuego



1

Reducir en todo lo posible el riesgo de un incendio en edificaciones.

2

Evitar la propagación del fuego tanto dentro de las edificaciones como hacia estructuras aledañas.

3

Minimizar el riesgo de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción.

Sistemas ACTIVOS: Protección contra fuego



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Emplean dispositivos automáticos o de acción humana para iniciar medidas para combatir el fuego, alertar a los ocupantes o atacar y suprimir el fuego.



Sistemas de rociadores automáticos



Alarmas y sistemas de detección de humo y fuego



Sistemas de suministro de agua, gabinetes para mangueras y extintores

Sistemas PASIVOS: Protección contra fuego



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



PROTECCIÓN DE LA VIDA

Permite evitar de manera segura a las personas, favoreciendo la búsqueda de un área / refugio seguro.

PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO

- Protege la estructura o unidad, así como los inventarios;
- Previene el aumento del fuego mitigando sus efectos;
- Contiene o endurece el fuego de otros activos.

Sistemas PASIVOS: Protección contra fuego



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Operan sin necesidad de acción externa, para limitar la combustibilidad de productos al interior de las edificaciones (muebles, equipos, etc.) con soluciones que den resistencia al fuego a elementos portantes.



Masillas



Proyectados



Pinturas intumescentes



Puertas corta fuego



Franja Cortafuegos
de cubierta



Ductos con
resistencia al fuego

Tipos de fuego: En qué proyectos se presentan



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



FUEGO CELULÓSICOS

Protección al fuego en obras civiles, Comerciales, residenciales.

Ágora-Bogotá



FUEGO DE HIDROCARBUROS

Protección al fuego en plantas petroquímicas y Off-Shore



Tipos de fuego: Diferencias

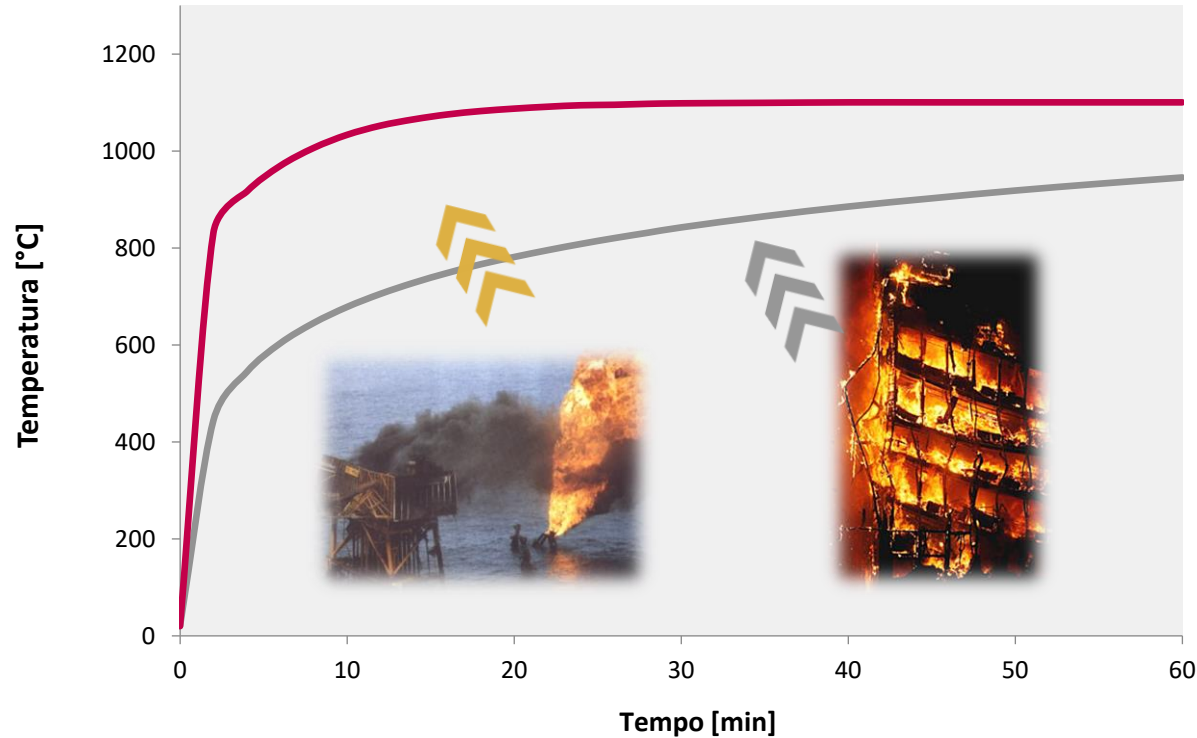


CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



— Curva Fuego Celulósico — Curva Fuego Hidrocarburo

Fuego de Hidrocarburos

Combustible: fuentes de hidrocarburos, por ejemplo, gasolina, diesel.

Se caracteriza por el rápido aumento del calor y el flujo de aire turbulento.

Ejemplos: fuego de charco y chorro de fuego.

Fuego celulósico

Combustible: materiales que contienen celulosa, por ejemplo: Madera, papel

Menor gravedad en calor y temperatura en comparación con el fuego de hidrocarburos. Sin embargo, puede ser igualmente devastador para vidas y propiedades.

Tipos de fuego

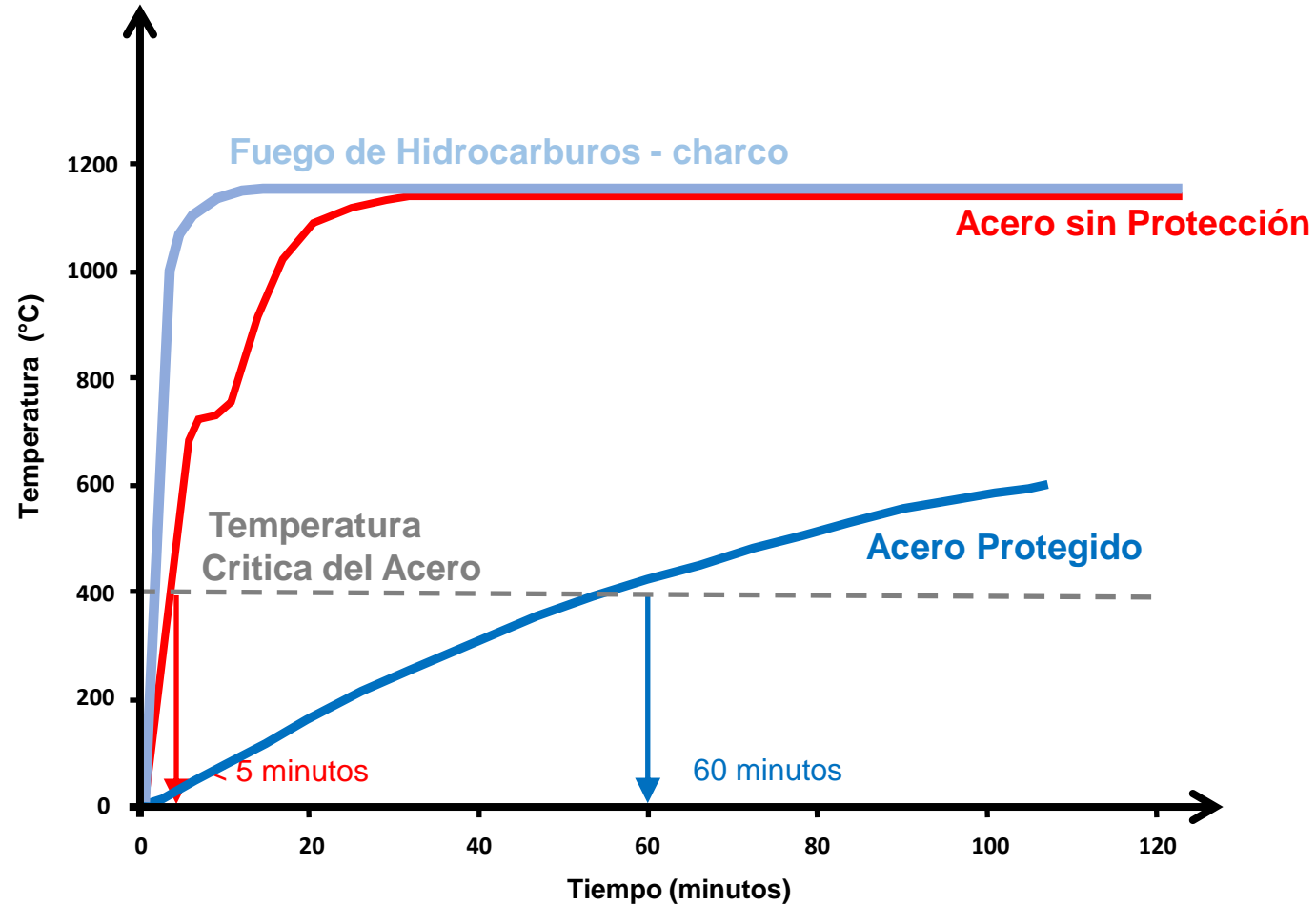


CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Tipos de fuego:



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

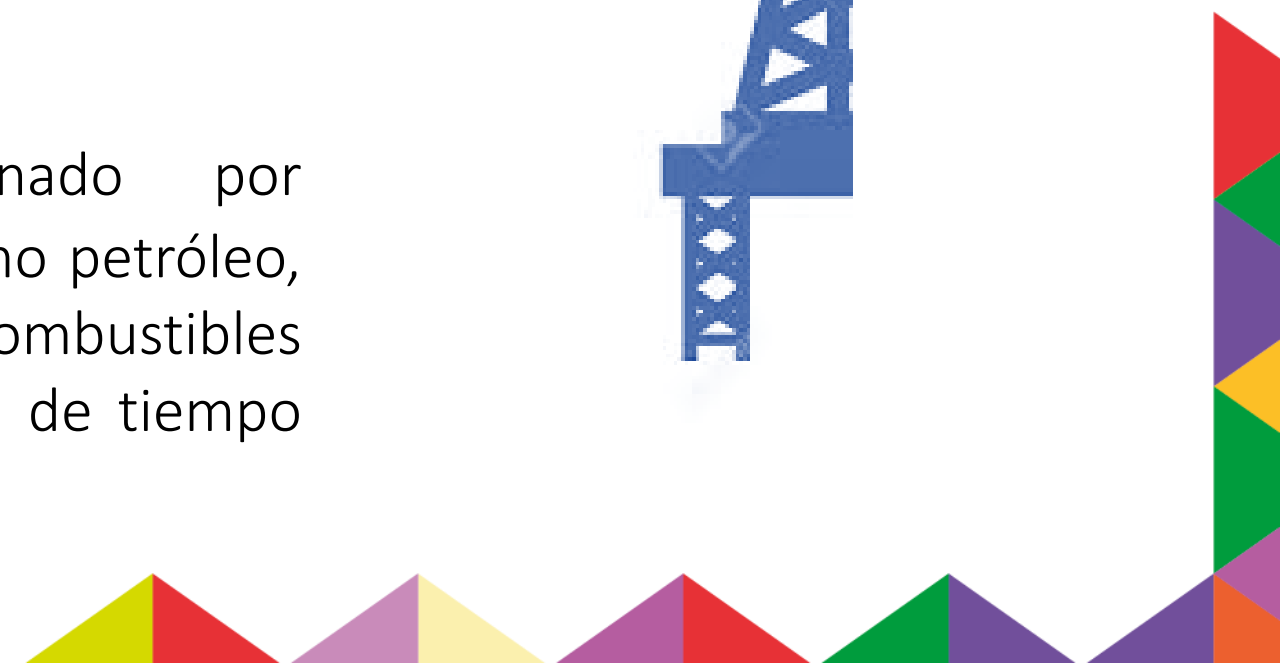
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Fuego celulósicos. Se presenta en edificaciones de uso comercial, usualmente es causado por la combustión de madera, papel, u otros materiales que arden (*test : British Standards 476 - NFPA 251 / UL 263 / ASTM 119 / ENV 13381-8*)

Fuego de hidrocarburos. Originado por hidrocarburos altamente inflamables tales como petróleo, gasolinas, gas natural, GLP, entre otros; estos combustibles arden más rápidamente en un periodo de tiempo muy corto. (*test : UL 1709 ASTM E1529*)



Consideraciones en relación con la carga



CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA

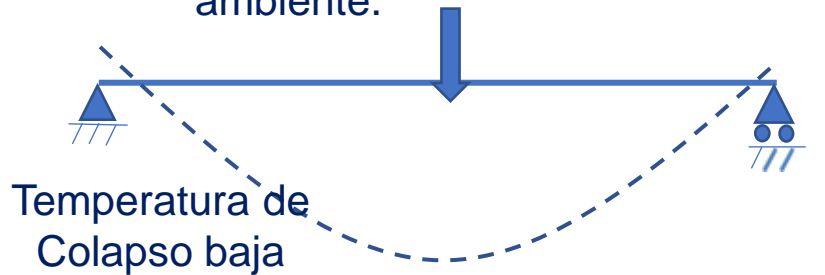
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Escenario A

Viga cargada al 100% de su capacidad a temperatura ambiente.



Temperatura de Colapso baja

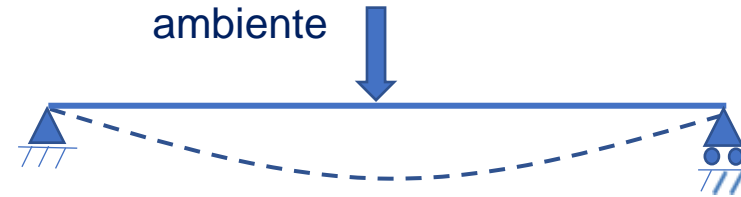
Espesor indicativo de la Protección contra Fuego



Protection Steel

Escenario B

Viga cargada al 50% de su capacidad a temperatura ambiente



Temperatura de Colapso elevada

Espesor indicativo de la Protección contra Fuego



Concepto de PFP



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

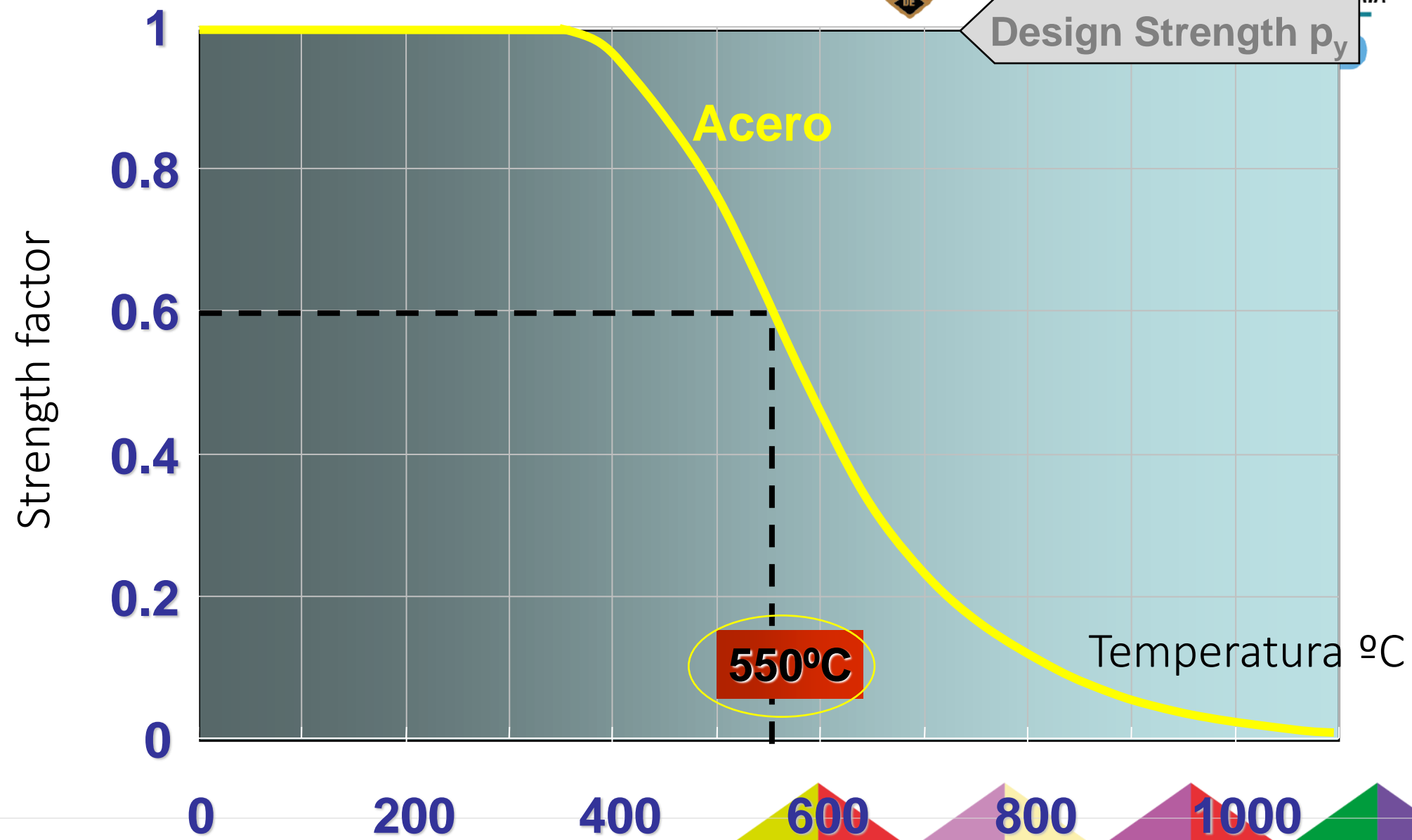


*El termino “Protección Pasiva contra Fuego” se refiere a cualquier tipo de **sistema de protección contra fuego**, como ser barreras estructurales, sistemas fijos, materiales o revestimientos que no requieren de operación manual o automática para cumplir su función.*

La “Resistencia al fuego” esta asociada con la habilidad del elemento constructivo para continuar desempeñando su función como barrera o componente estructural durante una situación de incendio.

The term Passive Fire Protection (PFP) refers to any fire protection measures such as structural barriers or fixed systems or special coverings or coatings that do not require manual or automatic actuation for them to function to their design intent.

Concepto de PFP



Concepto de Intumescencia



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



- Origen:
Del Latin “in” y “tumescere”
= “incharse”
- El calor del fuego causa que la resina del recubrimiento intumescente primero se funde y luego se carbonice. Al mismo tiempo se activa una reacción química formando dióxido de carbono y vapor de agua.
- Como resultado se forma una capa aislante porosa producto del material carbonizado.

Intumescente Celulosico

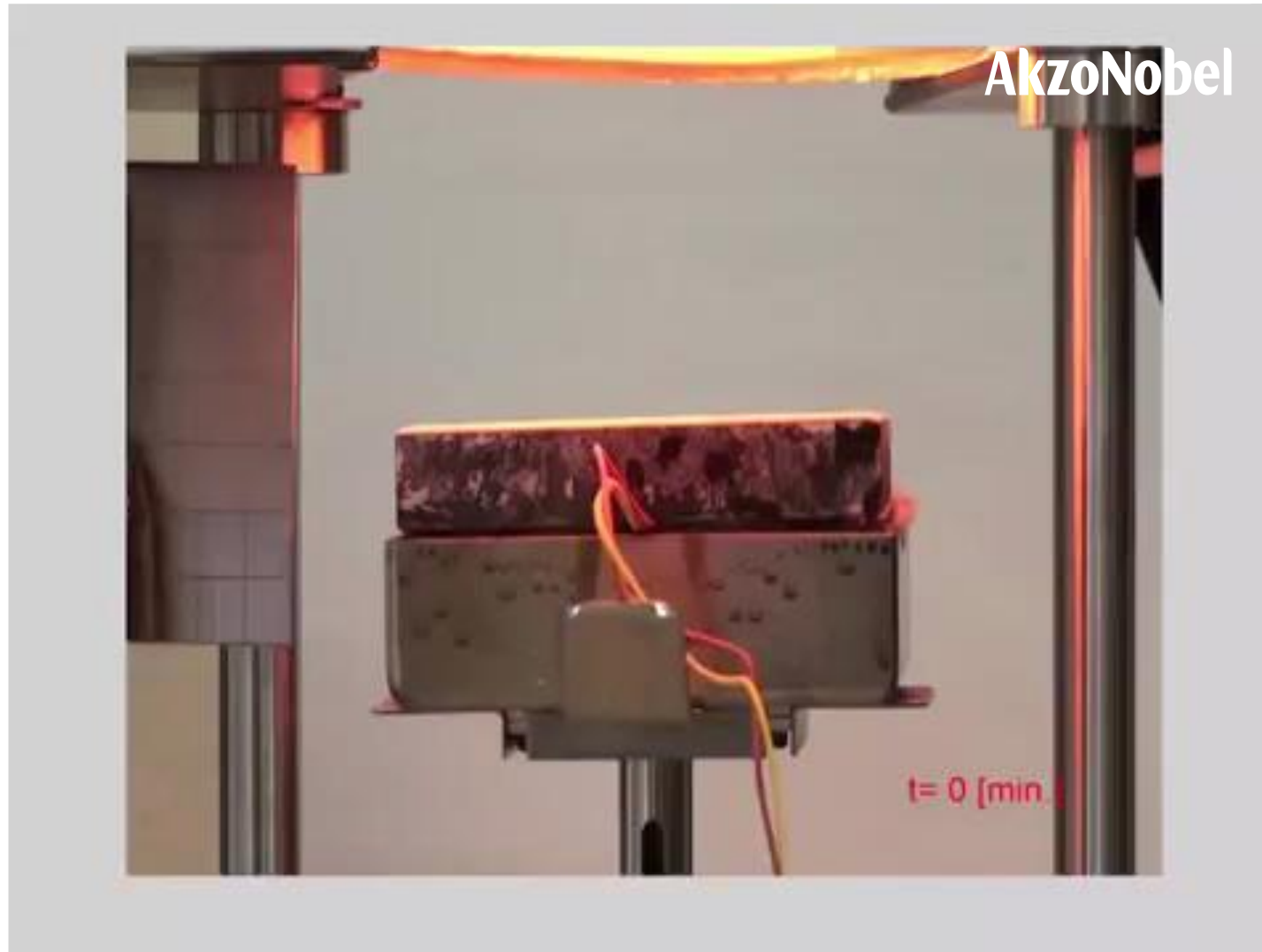


CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



¿Qué pasa si no uso elementos ignífugos?



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-40282384>

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Incendio:
Torre Grenfell
Londres 2017
24 plantas
120 apartamentos

los expertos en seguridad
contra incendios creen
que el revestimiento del
edificio es un material que
mal instalado juega un
papel en la rápida
propagación de las llamas.



00:44

¿Qué pasa si no uso elementos ignífugos?



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Incendio residencial
Av. Maestro Rodrigo
Campanar , Valencia
Marzo 2021

Intumescente / Ignifugo



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

PINTURA IGNIFUGA

buen comportamiento al estar en contacto con el fuego. Normalmente B-s1,d0

Pintura INTUMESCENTE

Reacciona con el fuego produciendo una espuma que demora el calentamiento del acero.

Ensayos que deben superar las pinturas Intumescentes



CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Clasificación de su **reacción** al fuego

UNE EN-13501-1

SECUENCIA DE ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Ensayos para determinar la contribución a la **resistencia** al fuego de los elementos estructurales

UNE ENV – 13381 / 4:2005



PEQUEÑA LLAMA
UNE EN ISO 11925

ENSAYO SBI
UNE EN ISO 11925

UNE EN ISO 1182

Bomba Calorimétrica UNE EN ISO 1718

EUROCLASES E, D, C, B

EUROCLASES A1, A2

Ensayos que deben superar las pinturas Intumescentes



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

EXPRESIONES adicionales
para emisión de humo
S1, S2, S3

EXPRESIONES adicionales
para caída de
gotas/partículas
D0, D1, D2

S1 – Humo claro.



S2 – Humo medio



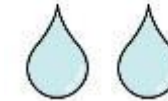
S3 – Humo opaco



D0 - no gotas durante 600 seg.



D1 - Gotas inflamadas 10 .



Durante los primeros 600 seg.

D2 - no es d0 ni d1



Reacción al Fuego



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



ASTM E 84

Índice de propagación de llama y humo

ASTM E84 Steiner Tunnel Chamber

Class	Flame Spread Index And Smoke Developed
A or 1	0 to 25 - and 450 or less smoke developed
B or 2	26 to 75 - and 450 or less smoke developed
C or 3	76 to 200 - and 450 or less smoke developed

Reacción al Fuego



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



UNE EN-13501-1 SECUENCIA DE ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO



PEQUEÑA LLAMA
UNE EN ISO 11925

ENSAYO SBI
UNE EN ISO 11925

UNE EN ISO 1182

Bomba Calorimétrica UNE EN ISO 1718

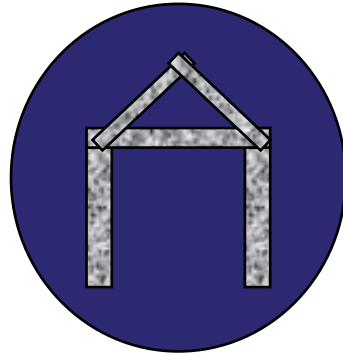


EUROCLASES E, D, C, B



EUROCLASES A1, A2

Elemento compartimentador



Estabilidad o
Cap. portante



Aislamiento
térmico



Estanqueidad
de llamas



Estanqueidad
de humos

La Resistencia al Fuego es el tiempo en minutos, ej: (REI-30) hasta que un elemento constructivo deja de satisfacer una de las 4 condiciones

Elemento compartimentador



Una estructura NO es un elemento compartimentador,
por lo tanto solo debe satisfacer 1 de las 4 condiciones que es la ***Estabilidad o "Capacidad Portante"***



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Resistencia/Estabilidad

Clase exigida por la reglamentación vigente para elementos portantes sin función de separación frente al fuego:

R-t

R = resistencia

t = tiempo en minutos

CLASIFICACIONES

R-15 / R-20 / R-30 / R-45 / R-60 / R-90 /
R-120/ R-180 y R-240

Elemento compartimentador

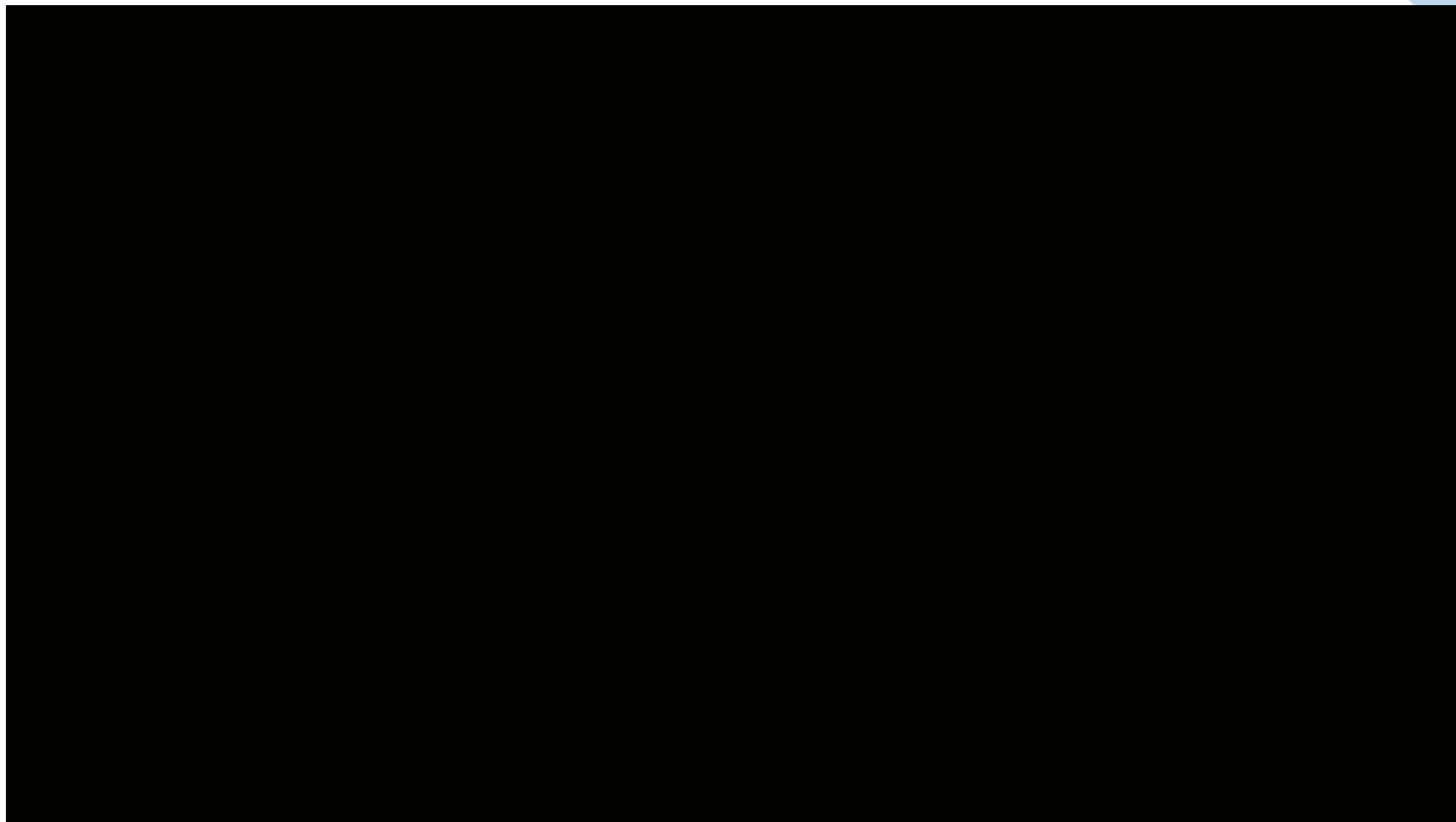


CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Pruebas de Laboratorio



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Preparación para el ensayo bajo la norma europea



Pruebas de Laboratorio



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Pruebas de Laboratorio

Ensayo de vigas



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Pruebas de Laboratorio



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Pruebas de Laboratorio



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Cálculo de espesores



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Para determinar el espesor de película seca apropiado para cada proyecto se debe determinar:

Tipo de estructura (Vigas,
Columnas, etc.)

Periodo de protección
(30,60, 90, 120 minutos)

Temperatura de diseño
(usualmente 550 °C o 650 °C)

Número de caras expuestas
al fuego

Calcular la masividad de
cada elemento estructural
(tablas o expresiones
matemáticas)

Tomar el espesor del
certificado correspondiente

Método de cálculo



1. PRESTACIONALES

- Métodos analíticos básicos tiempo equivalente
- Métodos analíticos avanzados ingeniería de fuego, estudios de fuego dinámica de fluidos computacional.

2. PRESCRIPTIVOS

- Son mas cómodos
- Tiene un factor de seguridad muy alto mas seguro.
- Se obtienen directamente en tablas
- Tipo de actividad del sector, altura de evacuación del edificio

Factor de Forma



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

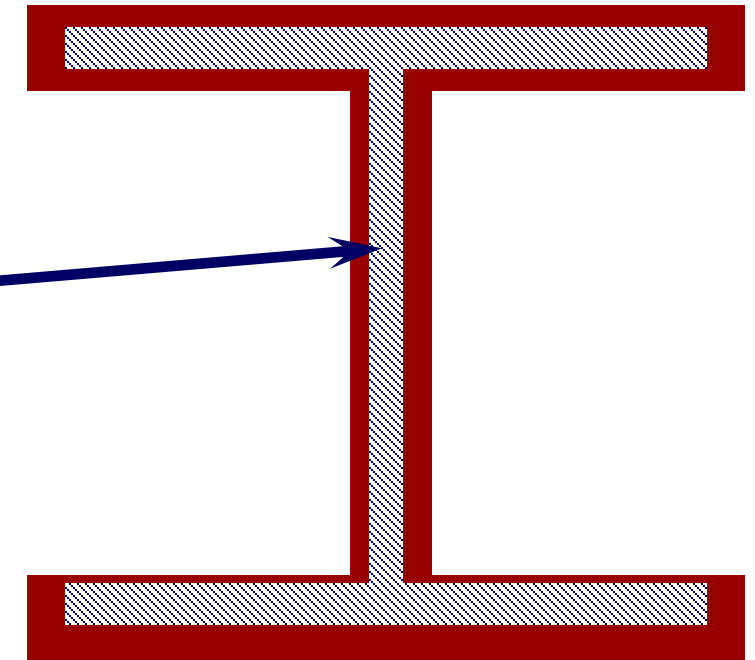
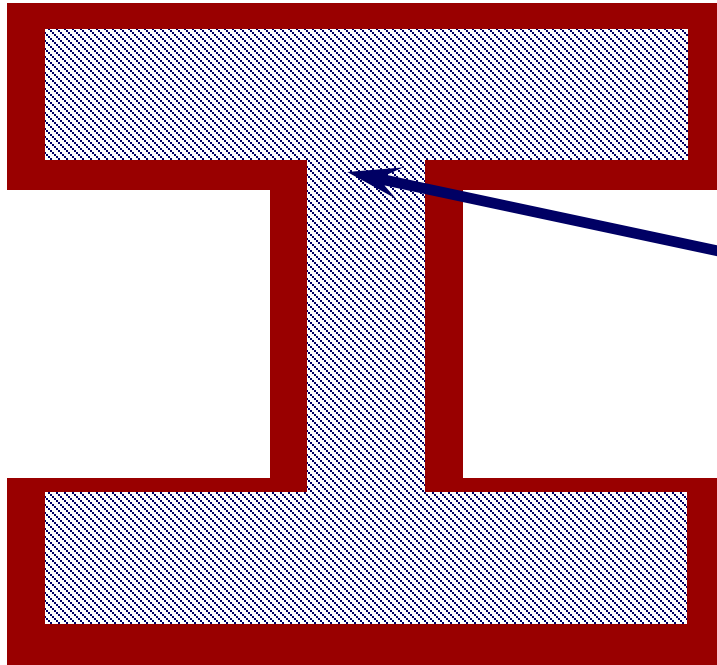
RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Perímetro Expuesto
($H_p = m$)

Area de la Sección
($A = m^2$)



Bajo H_p/A = menor espesor
305 x 305 x **240** kg/m
 $H_p/A = 1.905m / 0.0305m^2$
 $H_p/A = 62 m^{-1}$

Elevado H_p/A = mayor espesor
305 x 305 x **97** kg/m
 $H_p/A = 1.789m / 0.0123m^2$
 $H_p/A = 145 m^{-1}$

Factor de Forma



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Exposed on
4 sides

$$H_p/A = 160\text{m}^{-1}$$



Exposed on
3 sides

$$H_p/A = 145\text{m}^{-1}$$



Exposed on
2 sides

$$H_p/A = 80\text{m}^{-1}$$

ISO 12944 - AMBIENTES



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



Table 25: ISO 12944 – 1998 Corrosion Categories

123

Corrosive Category	Examples of typical environments in a temperature climate (informative only)	
	Exterior	Interior
C1 - very low	-	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels
C2 – low	Atmospheres with low level of pollution. Mostly rural areas.	Unheated buildings where condensation may occur, e.g. depots, sports halls.
C3 – Medium	Urban and industrial atmospheres, moderate sulphur dioxide pollution. Coastal areas with low salinity.	Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food processing plants, laundries, breweries, dairies.
C4 – high	Industrial areas and coastal areas with moderate salinity.	Chemical plants, swimming pools, coastal ship - and boatyards.
C5-I - very high (industrial)	Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
C5-M - very high (marine)	Coastal and offshore areas with high salinity.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.

Normatividad internacional



BRITANICA
British Standards
476



AMERICANAS:
NFPA 251
UL 263
ASTM 119



EUROPEA:
ENV 13381-8



ILAC es la organización internacional para organismos de acreditación que operan bajo la ISO / IEC 17011



Entidad Mexicana de Acreditación



La Asociación Española de Normalización y Certificación



Instituto Colombiano de Normas Técnicas

Laboratorios



QAI
LABOTARIES



warringtonfire Warrintong
Internacional
Certifire

Normatividad colombiana



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

- **NSR 10** Norma Sismoresistente Colombiana **NSR Título J**: resume e incluye la protección contra fuego, que aplica a estructuras metálicas y de concreto
- Regulado por **Ley 400 de 1997**
- **multa de un SMMLV por cada 200 m²** de área construida y que deberá ser asumida por el propietario de la obra y la constructora.
- **Ley 1796 del 13 de julio de 2016**, conocida como la **Ley de Vivienda Segura**
- En promedio y de acuerdo la experiencia entre el 5% y el 15% del presupuesto global del un proyecto cuesta hacer la implementación de PPF

AkzoNobel

Arena Corinthians – São Paulo



AkzoNobel

Estádio Beira-Rio – Rio Grande do Sul



AkzoNobel

Nido de Pájaro - China

Track Record

Casos de éxito y aplicación en grandes obras de todo el mundo.



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA



BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023

Refinerías de la Petrobras

Name	Location	Year	Size	Area	Product
Monteiro Lobato Gas Treatment Unit (UTGCA)	Caraguatatuba, SP	2011	4,250m ²	Pipe Supports	Chartek 1709
Capuava Refinery (RECAP)	Mauá, SP	2007	2,000m ²	Pipe Supports	Chartek 1709
Henrique Lage Refinery (REVAP)	São José dos Campos, SP	2008	200m ²	Pipe Supports	Chartek 1709
Landulpho Alves Refinery (RLAM)	São Francisco do Conde, BA	2012	1,912m ²	Pipe Supports	Chartek 1709
Cubatão Refinery Refurbishment of Catalytic Reforming Unit	Cubatão, SP	2012	6,250m ²	Pipe Supports	Chartek 1709

AkzoNobel

**Centro de Experiencia y Desarrollo
Protección pasiva contra el fuego**



CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA

RETOS Y PARADIGMAS EN LA INGENIERÍA

BARRANQUILLA | 1 AL 3 DE MARZO DE 2023



Contáctanos para acompañar tu proyecto:

Ing. Jhon F. Moreno

john.moreno@pintuco.com

Más que
»» es *pintar*
PROTEGER <<<

 **International.**

