

**REhabilita**

Setmana de la **RE**habilitació



**21**  
**Novembre**

# La protecció passiva contra incendis



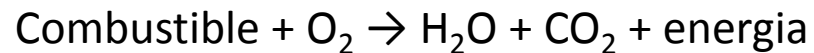
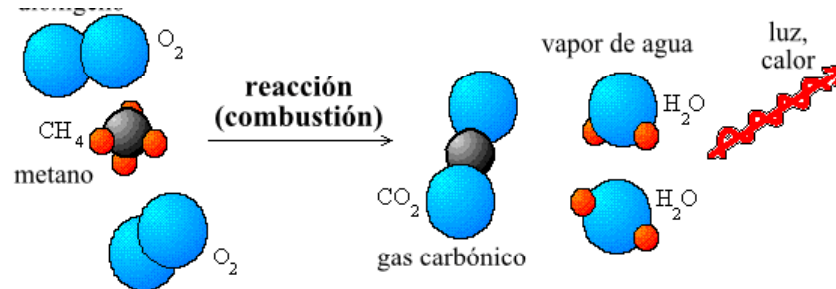
COL·LEGI D'APARELLADORS, ARQUITECTES TÈCNICS  
I ENGINYERS D'EDIFICACIÓ DE BARCELONA

21  
Novembre

# Propagació de fums i toxicitat

Ana María  
Lacasta

Foc → manifestació de una reacció de **combustió**



- Es genera calor
- Es consumeix oxigen
- Es produeix  $\text{CO}_2$
- Es produeix sutge
- Es produeixen gasos tòxics

La majoria dels incendis es produeixen en materials sòlids (per exemple la fusta i els seus derivats o els polímers sintètics)

Quan un material sòlid combustible es sotmès a una font de calor prou elevada, es produeix una descomposició química del material i la emissió de gasos combustibles.

**PIRÒLISI**

Els gasos combustibles generats es barregen amb l'oxigen de l'aire i es produeix la combustió

**COMBUSTIÓ**

*Els gasos generats en un incendi són el resultat de la piròlisi i de la combustió.*

De forma genèrica, quan es parla dels “fums d'un incendi” ens referim a una barreja de:

- aire calent
- Partícules en suspensió que no han cremat (sutge)
- Diferents gasos, més o menys tòxics (irritants i asfixiants)

Gasos més comuns: vapor d'aigua ,  $\text{CO}_2$ , CO

Depenent del material, es pot despendre: àcid clorhídric, cianur d'hidrogen, ...

La quantitat de sutge i de gasos generats depèn molt de les condicions en que es produeix la combustió (amb major o menor ventilació).

Poca ventilació



Menys  $\text{CO}_2$

Més monòxid de carboni (CO)

Més sutge

Fums més foscos

## Dinàmica d'un foc en un recinte



NIST - Vídeo propagació de foc i fums

<https://www.youtube.com/watch?v=IKel2MdPn58>

- Ignició
- creixement inicial
- combustió sobtada generalitzada (**flashover**)
- ple desenvolupament
- el declivi

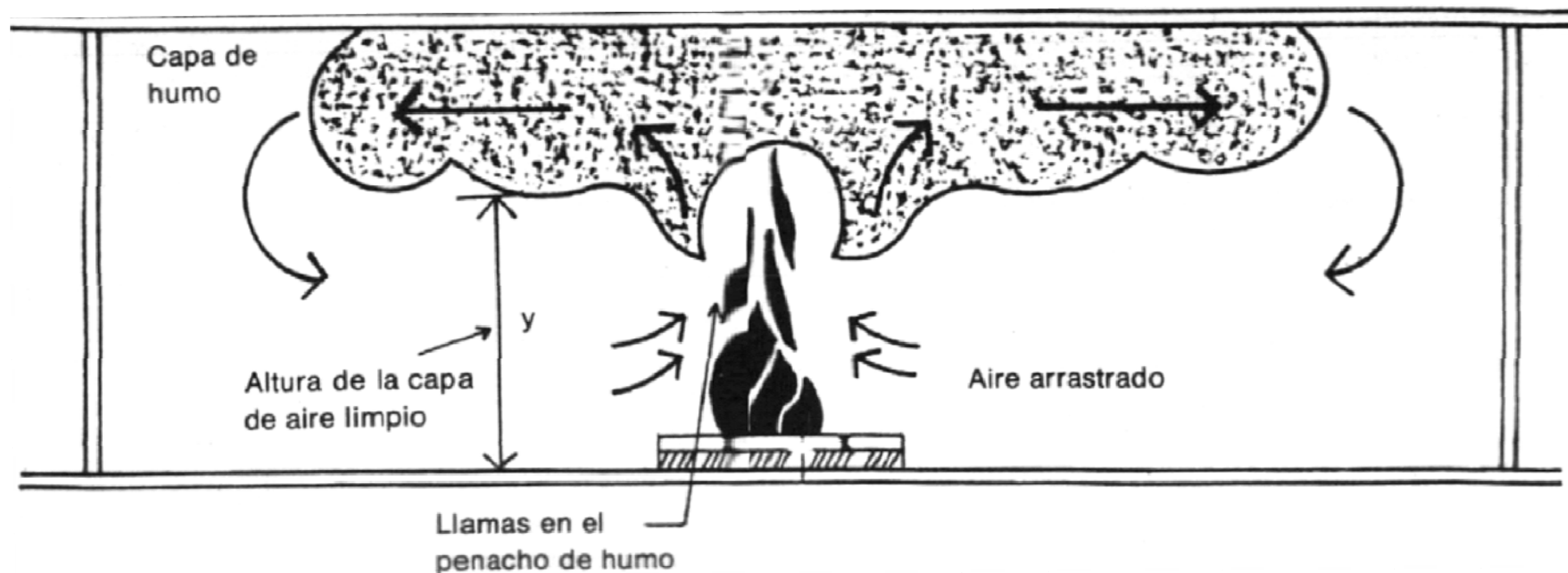




## Moviment dels fums

En la part superior s'acumulen els gasos i fums calents

S'estableix un **pla neutre de pressions**, situant-se normalment entre 1 m y 1,5 m. En cas de ventilació escassa el pla neutre descendeix per sota els 0,5 m o menys.



Vídeo: simulació computacional que  
mostra l'evolució de:

- Fums
- Concentració d'oxigen
- Concentració de CO
- Temperatures

## Per què són perillosos els fums i gasos generats en un incendi?

- Difonen molt ràpidament de manera que, en pocs minuts, els fums generats en un foc localitzat poden inundar tot un habitatge.
- Són gasos calents, i això dificulta la respiració i pot produir cremades.
- Poden produir asfíxia, ja que disminueix la concentració d'oxigen i es generen gasos asfixiants, com el monòxid de carboni.
- Poden produir-se gasos irritants. Inhalar aquestes substàncies pot produir cremades en els pulmons i en el tracte respiratori.



- Les partícules en suspensió tenen efectes irritants sobre les mucoses. Provoquen llagimeig i dificulten la respiració
- El fum, sobretot si és dens, disminueix dràsticament la visibilitat, dificultant la sortida de les persones i l'accés dels bombers.

Tots aquests efectes dificulten la evacuació

Es consideren 2 aspectes:

OPACITAT DE FUMS  
TOXICITAT DE FUMS

## OPACITAT DELS FUMS – VISIBILITAT

CTE DB-SI: especifica exigències dels materials en quant a la seva reacció al foc

Fum:

En la classificació, el subparàmetre “s” (producció de fums) s'avalua segons:

- la velocitat de propagació (SMOGRA)
- producció total del fum ( $TSP_{600s}$ )

|    | SMOGRA                          | $TSP_{600s}$           |
|----|---------------------------------|------------------------|
| s1 | $\leq 30 \text{ m}^2/\text{s}$  | $\leq 50 \text{ m}^2$  |
| s2 | $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}$ | $\leq 200 \text{ m}^2$ |
| s3 | Ni s1 ni s2                     |                        |

## TOXICITAT

El fum d'un incendi és, des del punt de vista toxicològic, una barreja de gasos irritants i asfixiants

| Material que combustiona                                                                                                                                                                                           | Composició del fum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Qualsevol compost orgànic que contingui carboni:</b> fusta, paper, llana, cotó, oli, hidrocarburs.</p> <p><b>Compostos nitrogenats:</b> plàstics, poliamida, poliuretà, resines, melamina, pintures, etc</p> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Aire molt calent amb baixa concentració d'oxigen</li><li>2. Partícules en suspensió (sutge)</li><li>3. Gasos irritants de la via aèria: Acroleïna. Àcid clorhídric. Amoniac. Bence. Formaldehíd i aldehíds. Oxids de sofre i de nitrogen.</li><li>4. Gases asfixiants simples: Diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>)</li><li>5. Gases asfixiants (tòxics cel·lulars):<ol style="list-style-type: none"><li>1. Monòxid de carboni (CO)</li><li>2. Cianur d'hidrògen (HCN)</li></ol>El HCN es produeix sobre tot en la combustió de compostos nitrogenats.</li></ol> |

## OXIGEN

La disminució d'oxigen a l'aire condueix a una deficiència d'oxigen en la sang, les cèl·lules i els teixits (hipòxia) amb conseqüències mortals a concentracions inferiors al 14%.

## CO<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub> competeix amb l'oxigen. La presència de CO<sub>2</sub> a la sang, que estimula la hiperventilació, augmenta la velocitat de respiració i, per tant, el perill dels components tòxics del fum de l'incendi.

## CO

El CO és un dels components més significatius tòxicament en els fums d'incendis. El CO es combina amb l'hemoglobina de la sang, en lloc de l'oxigen (formació de carboxihemoglobina). Per tant, dificulta el transport d'oxigen a les cèl·lules.

## HCN

El cianur d'hidrogen (HCN) impedeix l'absorció d'oxigen per part de les cèl·lules. Deixa inoperatives determinats enzims essencials per al funcionament de les cèl·lules

## HCl

L'àcid clorhídric (HCl) és un gas irritant

## Aïllants tèrmics



Vídeo: com crema el EPS

Energy and Buildings 43 (2011) 498–506



Contents lists available at ScienceDirect

Energy and Buildings

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/enbuild](http://www.elsevier.com/locate/enbuild)



### Assessment of the fire toxicity of building insulation materials

Anna A. Stec, T. Richard Hull\*

Centre for Fire and Hazard Science, University of Central Lancashire, Corporation Street, Preston PR1 2HE, UK

Glass wool (GW)  
Stone wool (SW)  
Extruded polystyrene (XPS)  
Expanded polystyrene (EPS)  
Phenolic (PhF)  
Polyurethane (PUR)  
Polyisocyanurate (PIR)

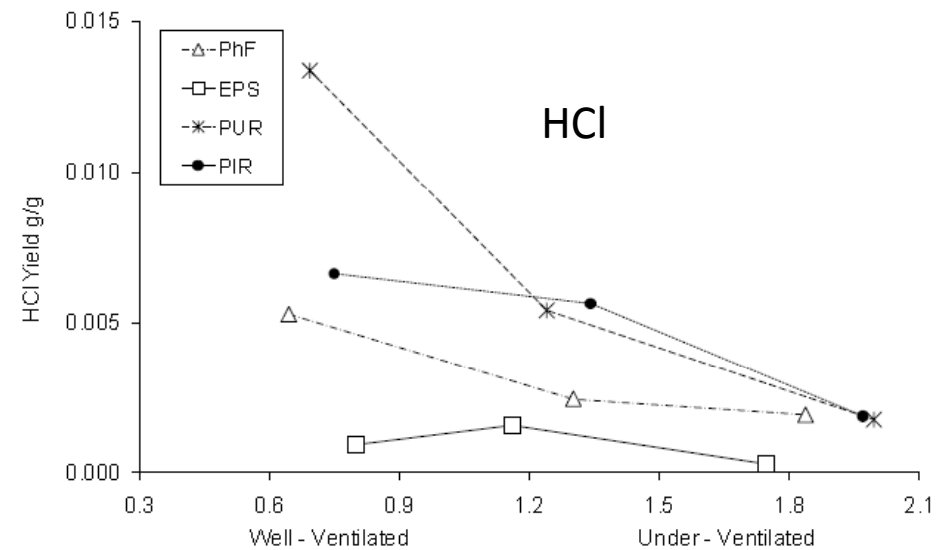
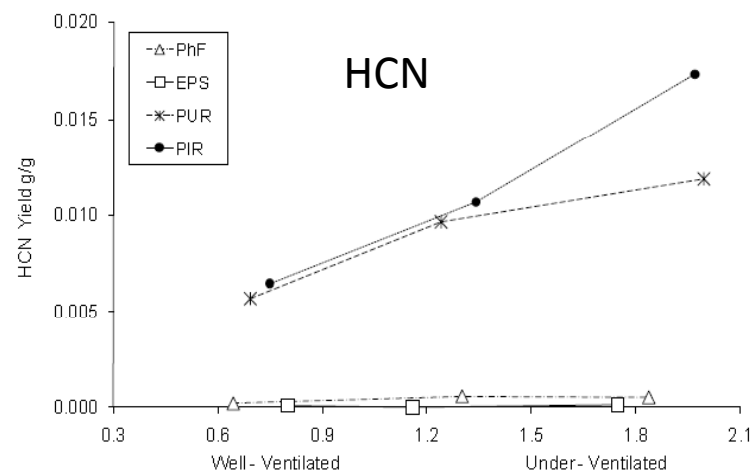
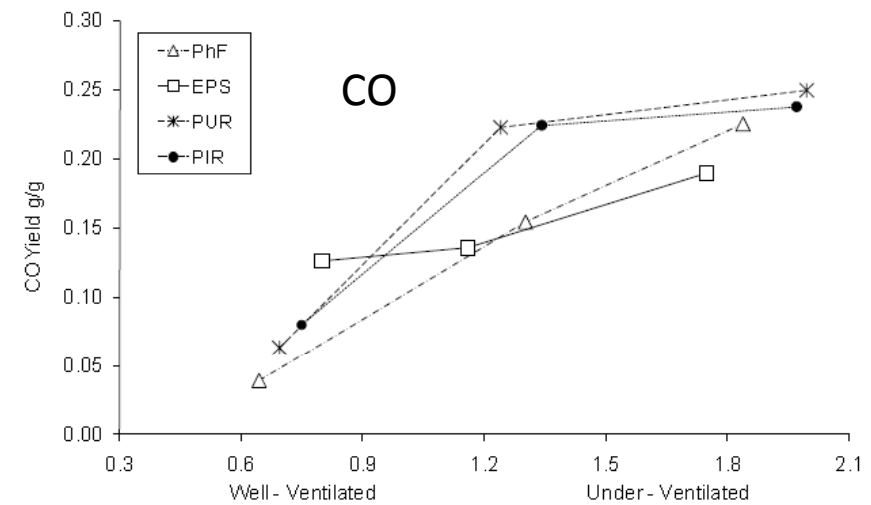
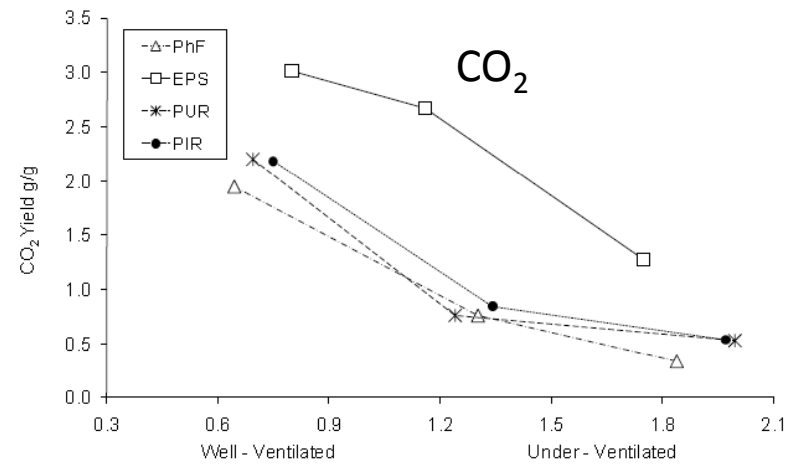


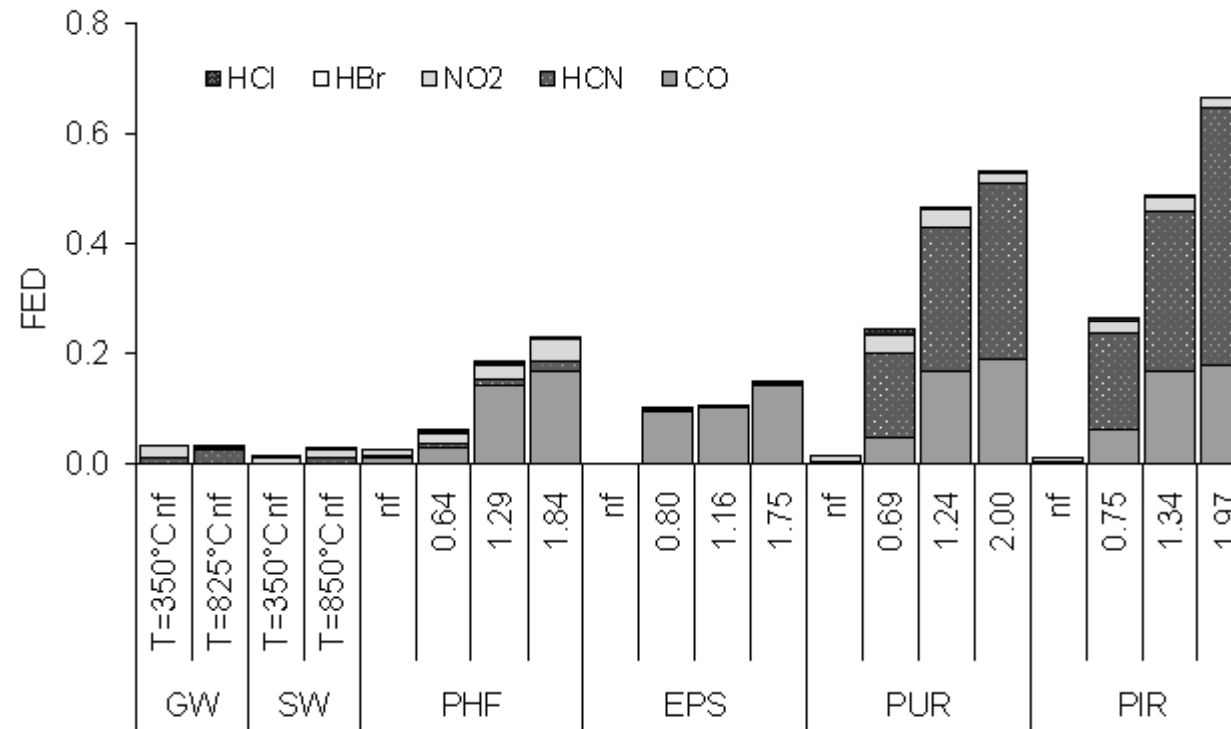


Table 7 The yields of toxic products for the smouldering conditions

| Gases:          | <b>Forced Flaming Conditions (no ignition)</b> |                   |
|-----------------|------------------------------------------------|-------------------|
|                 | <b>mg/g</b>                                    |                   |
|                 | <b>Glass wool</b>                              | <b>Stone wool</b> |
|                 | 825°C                                          | 850°C             |
| CO <sub>2</sub> | 192.873                                        | 52.885            |
| CO              | 0.378                                          | 0.647             |
| HCN             | 0.971                                          | 0.426             |
| NO <sub>2</sub> | 0.193                                          | 0.663             |
| HCl             | 0.469                                          | 0.875             |
| HBr             | ND                                             | ND                |

## Comparació entre tòxics: FED (Fractional Effective Dose)

Expressa la relació de la concentració de cada tòxic a la seva concentració letal



| Material | Fire Conditions       | Equivalence<br>ratio<br>$\phi$ | LC <sub>50</sub><br>g/m <sup>3</sup> |
|----------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| GW       | Smouldering           | —                              | 163.6                                |
|          | T=825°C<br>No flaming | —                              | 129.5                                |
| SW       | Smouldering           | —                              | 388.1                                |
|          | T=850°C<br>No flaming | —                              | 172.1                                |
| PHF      | Smouldering           | —                              | 186.3                                |
|          | Well-Ventilated       | 0.64                           | 43.3                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.29                           | 22.3                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.84                           | 21.0                                 |
| EPS      | Smouldering           | —                              | 5648.5                               |
|          | Well-Ventilated       | 0.80                           | 28.4                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.16                           | 27.9                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.75                           | 27.6                                 |
| PUR      | Smouldering           | —                              | 337.2                                |
|          | Well-Ventilated       | 0.69                           | 15.7                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.24                           | 10.3                                 |
|          | Under-ventilated      | 2.00                           | 11.4                                 |
| PIR      | Smouldering           | —                              | 498.4                                |
|          | Well-Ventilated       | 0.75                           | 16.5                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.34                           | 10.7                                 |
|          | Under-ventilated      | 1.97                           | 8.3                                  |

## CTE DB-SI: Només contempla opacitat de fums, NO TOXICITAT

Existeixen requeriments relatius a toxicitat dels fums en el cablejat per a instal·lacions elèctriques (Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT)).

Anteriorment, la norma CPI 81, derogada per l'actual CTE DB-SI, si dedicava un article a la toxicitat:

### *“Artículo 2.3 Toxicidad*

*Los materiales clasificados como M2, M3, M4 y M5, utilizados tanto en el acabado interior de los locales accesibles al público, como en los elementos fijos de decoración cumplirán las exigencias en cuanto a toxicidad:*

*La masa total de revestimiento, incluido el adhesivo, será tal que su contenido por metro cúbico del local no exceda de:*

- *25 g de cloro total que pueda ser liberado teóricamente, en forma de ácido clorhídrico, durante su pirólisis o su combustión.*
- *5 g de nitrógeno total que pueda ser liberado teóricamente, en forma de ácido cianhídrico, durante su pirólisis o su combustión.”*

## Reflexió final

