

DOCUMENT – GENER 2019

ESTUDI SOBRE

LA PROBLEMÀTICA

GENERADA PER LA

PROPAGACIÓ

D'INCENDIS

EN FAÇANES D'EDIFICIS

Edita:

Col·legi/Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya

Via Laietana, 39

08003 Barcelona

93 319 23 00

www.eic.cat

Enginyers

Industrials de Catalunya



Reconeixement - NoComercial - CompartirIgual: Es permet no només la reproducció, distribució i comunicació pública de l'obra original, sinó també la creació d'obres derivades com traduccions, resums o versions infantils. No es permet un ús comercial de l'obra original ni de les possibles obres derivades, la distribució de les quals s'ha de fer amb la mateixa llicència CC o amb una llicència equivalent a la que regula l'obra original.

**ESTUDI SOBRE LA
PROBLEMÀTICA
GENERADA PER
LA PROPAGACIÓ
D'INCENDIS EN
FAÇANES D'EDIFICIS**

© Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya (COEIC)

Direcció de l'estudi

Jordi Sans, president de la Comissió de Seguretat del COEIC

Edició: Barcelona, febrer de 2019

2ngs

ÍNDIX

PRESENTACIÓ	7
INTRODUCCIÓ	9
CONCEPTES PREVIS	15
SISTEMES DE FAÇANA	17
• Breu evolució històrica dels sistemes de façana més habituals en l'àmbit nacional	
PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA	31
• Identificació dels mecanismes de propagació del foc per façana	
• Sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior (sate)	
• Consideracions sobre la regulació vigent en matèria de propagació exterior del foc	
• Conclusions del capítol	
TOXICITAT	59
• Principals gasos tòxics generats en un incendi i el seu efecte en les persones	
<i>BENCHMARKING</i> EUROPEU EN REFERÈNCIA A LA NORMATIVA	71
• Introducció	
• La IT 249	
• Conclusions del capítol	
• Bibliografia altres referències	
ANÀLISI DEL MARC REGLAMENTARI I NORMATIU EN MATÈRIA D'ASSAIGS	97
• Introducció	
• Característica regulatòria de resistència al foc	
• Característica regulatòria de reacció al foc	
• Característica regulatòria de propagació del foc	
• Assaigs a gran escala	
• Conclusions del capítol	
• Bibliografia i altres referències	

MESURES ADDICIONALS DE SEGURETAT I HIGIENE ASSOCIADES A LES OBRES **137**

- Metodologia utilitzada
- recursos utilitzats
- documentació bàsica
- Justificació del risc
- Quadre d'anàlisi de la documentació
- Conclusions del capítol

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS RECENTS **153**

- Introducció
- Edifici BAKU RESIDENCE BUILDING
- Edifici THE TORCH TOWER
- Edifici LACROSSE BUILDING
- Edifici PLANTA CAMPOFRÍO
- Edifici TORRE TAMWEEL
- Edifici OLYMPUS TOWER
- Edifici ALBERGUE DE EMIGRANTES DIJON
- Edifici POLAT TOWER
- Edifici TORRE MERMOZ
- Edifici FEDERATION TOWER RUSIA
- Edifici TORRE DE APARTAMENTOS
- Edifici WOOSHIN GOLDEN SUITES
- Edifici Edifici DE VIVIENDAS MISKOLC
- Edifici LAKANAL HOUSE
- Edifici MANDARIN ORIENTAL HOTEL
- Edifici AL SALAM TECOM TOWER
- Edifici MONTE CARLO HOTEL CASINO
- Edifici THE WATER CLUB TOWER
- Edifici RIN GRAN HOTEL
- Edifici TORRE WINDSOR
- Conclusions del capítol
- Bibliografia i altres referències

ANÀLISI DELS ARTICLES D'OPINIÓ I CIENTÍFICS GENERATS EN ALTRES PAÏSOS **203**

- Recull d'articles d'opinió i científics. Objectiu i criteris de cerca
- Selecció preliminar d'articles d'opinió i científics
- Anàlisi dels articles d'opinió i científics seleccionats
- Resultats de l'anàlisi
- Conclusions del capítol
- Bibliografia i altres referències

CONCLUSIONS GENERALS **233**

- Identificació del problema
- El marc regulador a Espanya
- El marc regulador europeu
- propostes
- Consell Assessor

6 ngs

PRESENTACIÓ

La Comissió de Seguretat del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya es va constituir el 1982 amb l'objectiu de promoure, desenvolupar i difondre els coneixements sobre riscos i seguretats que afecten les persones i el patrimoni en totes les activitats i en tots els medis.

Aquesta comissió s'estructura en dues subcomissions: la de plans d'emergència i la de prevenció d'incendis. Aquesta última té com a objectius debatre i difondre qüestions relacionades amb la prevenció i l'extinció d'incendis per millorar els coneixements en noves tecnologies i reglamentacions.

Amb aquests objectius, quan l'any passat vam presenciar les impactants imatges de l'incendi de la Torre Grenfell de Londres vam voler aprofundir per descobrir les causes que el van provocar i identificar les possibles solucions per evitar que torni a succeir.

La tasca no era fàcil. Per això vam comptar amb diversos especialistes, que vam organitzar en diferents grups de treball. El primer és l'equip d'experts redactors, que des de disciplines diferents va abordar una temàtica extremadament complexa i en va oferir una visió complementària i integradora. El segon és un grup d'especialistes més ampli, i encara més transversal, que amb les seves reflexions i les seves aportacions va contribuir a enriquir el document que presentem.

Jordi Sans Pinyol

President Comissió de Seguretat
Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya

A tots ells, gràcies. Gràcies per ajudar-nos a arribar a l'arrel de les causes i a donar-nos una reflexió lliure i independent que ens mostri les debilitats i les dificultats que cal afrontar si volem emprendre el camí cap a una major seguretat en cas d'incendi en els edificis i, en especial, en els recorbriments de les façanes i l'aïllament tèrmic que s'hi col·loca.

Esperem que aquest document serveixi per a prendre'n consciència en tots els àmbits:

- Els agents socials, els decisors polítics i el públic en general hi trobaran informacions i reflexions d'utilitat per a entendre el risc de propagació d'un incendi per la façana.
- El regulador hi trobarà una gran quantitat d'anàlisis comparatives entre estats pel que fa als requeriments en aquest àmbit.
- Els professionals, tant si són especialistes en la matèria com si no ho són, hi trobaran anàlisis exhaustives sobre la realitat d'aquest tipus d'incendis.

Entre tots hem de treballar perquè la societat adquireixi més cultura de la seguretat, apostant per la formació i la informació, així com per un marc normatiu clar.

8 ngs

INTRODUCCIÓ

La façana és la pell de l'edifici, el sistema a través del qual es relaciona amb el medi exterior. Actua com a tancament, atenent a necessitats tant estructurals com estètiques i funcionals: impedir el pas de l'aigua i aïllar energèticament i acústicament.

Les façanes evolucionen de manera constant a causa de l'aparició i l'ús de materials nous, solucions constructives noves, progressos tecnològics i modes. Per tot això, el parc edificatori construït a Espanya és heterogeni i presenta solucions de façana molt diverses, tal com s'exposa en el capítol 1. A aquest panorama tan dispar pel que fa a solucions de façana s'hi suma la tendència creixent a construir edificis de gran alçària (EGA) (vegeu-ne la definició en el capítol següent) en grans ciutats o en zones amb una densitat de població alta. Els motius són diversos, des de la simple ostentació tecnològica fins a l'optimització del sòl edificable. Aquests edificis es caracteritzen pel seu desenvolupament vertical i per una gran varietat d'usos. De fet, l'ús és un factor determinant a l'hora de definir les característiques de la façana i les seves necessitats estructurals, estètiques i funcionals.

L'ús de l'edifici marca les condicions de confort interior, habitabilitat, funcionalitat o estètica exigibles, així com les condicions de seguretat mínimes que han de complir les solucions constructives de l'edifici, tant per als seus usuaris com per als béns que conté, els edificis adjacents i l'entorn. En relació amb l'eficiència i el consum energètic

de l'edifici, tant el tipus de sistema de façana escollit com el seu disseny i la seva execució correctes condicionaran en gran mesura el comportament global del conjunt.

Sigui quin sigui el criteri principal de disseny de la façana, sempre cal garantir la seguretat de la façana, entesa des de les seves múltiples perspectives. En el document que es presenta a continuació, l'objectiu fonamental ha estat centrar-se en l'estudi de la seguretat en cas d'incendi de les façanes dels edificis, especialment quan les façanes poden contribuir a facilitar i augmentar el desenvolupament i la propagació del foc.

La propagació del foc a través de les façanes es considera una de les vies més ràpides de difusió de l'incendi en una edificació, tal com s'exposa en el capítol 2. El foc que surt a través de les finestres des d'un recinte en flames constitueix un perill potencial per a les plantes superiors del mateix edifici i també per als edificis adjacents. El contacte permanent amb l'oxigen de l'aire, el vent i la mateixa verticalitat de la superfície de la façana són factors que afavoreixen la dinàmica del foc.

Qualsevol façana, independentment de la tipologia o dels materials que la formin, pot servir de ruta de propagació del foc. No obstant això, la relació amb l'incendi és més crítica en les façanes lleugeres i en els murs cortina pel dèbil comportament termomecànic dels elements que els conformen.

INTRODUCCIÓ

El perill associat a la propagació del foc a través de les façanes s'ha fet palès a causa de nombrosos casos d'incendi, per exemple: el de la Torch Tower, a Dubai (2017 i 2015); el de la Torre Grenfell, a Londres (2017); el de The Address, a Dubai (2015); el de la Baku Residential Tower, a Bakú (2015); el de Lacrosse Building, a Melbourne (2014); el de la Olympus Tower, a Txetxènia (2013); el de l'Hotel Mandarin Oriental, a Pequín (2009), o el de l'edifici Windsor, a Madrid (2005), entre altres.

La propagació del foc a través de les façanes es considera una de les vies més ràpides de difusió de l'incendi en una edificació.

La majoria d'aquests casos tenen en comú, entre altres factors, una aportació significativa dels materials combustibles de revestiment de la façana al desenvolupament de l'incendi. Per la seva magnitud i perquè s'han produït en edificis de gran alçària, aquests incendis han adquirit un cert nivell de notorietat i han propiciat la revisió de les normes de protecció contra incendis locals i estatals.

Pilar Giraldo, en la seva tesi doctoral (Giraldo, M. P. (2012). "Evaluación del Comportamiento del Fuego y Seguridad Contra Incendios en Diversas Tipologías de FAÇANES" (tesi doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona), afirma:

"L'objectiu de controlar la propagació del foc en aquest segment de l'edifici i minimitzar-ne el risc a cotes acceptables ha estat, i continua sent, un repte per als professionals, els especialistes i els industrials del sector de la protecció contra el foc. Les disposicions recollides en el Codi Tècnic de l'Edificació d'Espanya (CTE) relatives al control de la propagació exterior del foc es perceben com insuficients, genèriques i poc flexibles.

Els inconvenients més importants tenen a veure amb la mesura exigida per aportar resistència a la façana com a element que limita un sector d'incendis. La norma determina una franja resistent d'un metre (com a mínim) com a separació vertical entre una planta i una altra. Aquesta mesura, en termes constructius, s'adiu amb les tipologies de façanes convencionals; per tant, aplicar-la no suposa dificultats tècniques o estètiques. Tanmateix, en les façanes lleugeres i, en particular, en els murs cortina, la seva adaptació ha donat lloc a detalls constructius complexos, en ocasions contradictoris, que condicionen notablement el resultat final dels dissenys de les façanes. A això s'hi suma la dificultat que suposa determinar el nivell d'efectivitat que aquesta mesura de protecció pot aportar als murs cortina, si es té en consideració que tenen un comportament dèbil davant del foc.

La imposició de requeriments tan genèrics com aquest pot originar si-

INTRODUCCIÓN

tuacions de risc derivades del disseny de les façanes, si es té en compte que el foc és un fenomen complex que pot variar en funció de diversos factors, entre els quals hi ha la configuració geomètrica de la façana, la mida de les finestres o el vent.

L'entrada en vigor del CTE, tot i que té una lectura prescriptiva en els seus documents bàsics, ha fet un pas important amb la introducció de l'enfocament basat en prestacions, la qual cosa significa que es poden proposar solucions alternatives a les exigides en aquests documents sempre que es justifiqui que aporten un nivell de seguretat equivalent. L'adopció d'aquest concepte és un reconeixement al progrés continu de la tecnologia de l'edificació i impulsa el camp de l'especialització.

El desenvolupament de projectes basats en aquest enfocament implica menys dependència de les normes prescriptives i més gestió interdisciplinària en els projectes. Una de les seves virtuts més importants és que a través d'aquest enfocament es pot respectar la singularitat del disseny dels edificis sense posar en risc els nivells òptims de seguretat contra incendis.

Cal destacar que l'evolució de les exigències en matèria de prestacions ha portat a un escenari en què es requereix més eficiència energètica en els edificis. Aquest requeriment comporta, entre altres mesures, la necessitat de millorar l'aïllament tèrmic de les façanes. En el cas de la rehabili-

tació energètica d'edificis existents, la millora en les prestacions tèrmiques passa per l'addició de materials aïllants a la façana, ja sigui per la part interior o per la part exterior. Aquest cas, habitual en el panorama edificatori espAñol actual, pot representar un increment substancial del risc de propagació d'un incendi per la façana, de manera que s'ha de considerar com un cas crític que cal resoldre prenent totes les precaucions necessàries.

Al llarg de les pàgines que segueixen es presentaran les tipologies de façanes més habituals en el parc edificatori espAñol, així com les seves característiques. S'analitzaran els mecanismes de propagació del foc per la façana i es farà èmfasi en els problemes relacionats amb la toxicitat dels fums. També es revisaran els requisits que imposen diferents normatives en l'àmbit europeu, s'estudiaran els avantatges i les limitacions dels diversos mètodes d'assaig actuals i s'observarà la casuística dels principals incendis propagats per la façana en els últims anys. Així mateix, es tractaran diversos aspectes que cal tenir en compte en la construcció i/o la rehabilitació d'edificis.

D'aquesta manera es pretén aconseguir una fotografia de l'estat de la qüestió actual, que serveixi per a aportar conclusions i fer propostes de futur que millorin les condicions de protecció contra el foc i minimitzin els riscos de propagació per la façana dels edificis del nostre país.

INTRODUCCIÓ

A continuació s'indiquen breument l'origen i la motivació del document, així com el seu abast i els objectius que es pretenen assolir.

Origen i motivació del document

L'incendi de la Torre Grenfell de Londres el 2017, amb 71 víctimes mortals, va suposar un toc d'atenció a la problemàtica de la propagació dels incendis a través de la façana, una problemàtica que, fins i tot per als experts en la matèria, resulta difícil de solucionar.

La majoria dels grans incendis associats a la propagació del foc per la façana tenen en comú una aportació significativa dels materials combustibles que revesteixen la façana al desenvolupament de l'incendi.

Des de llavors, moltes veus han expressat la necessitat de revisar els protocols de disseny i construcció d'edificis, a més de la normativa d'aplicació en cas d'incendi, per adaptar-los a la realitat canviant del panorama edificatori nacional i internacional.

Per això, des del Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya sorgeix la voluntat de coordinar l'elaboració d'un document tècnic que centri els coneixements de diferents autors d'àmbits d'especialització molt diversos (universitats, centres d'investigació, administracions públiques, bombers, asseguradores, etc.) sobre el problema dels incendis a la façana. La complexitat del tema fa que s'hagi de tractar des de diferents disciplines per tal de comprendre'l millor.

La gran quantitat i disparitat d'autors justifica els diferents nivells d'aprofundiment tècnic, extensió, etc., que es poden trobar en aquest document. Tanmateix, això no es veu com un inconvenient, sinó com un factor enriquidor, que reflecteix la realitat dels diversos sectors implicats en aquest afer que podem trobar a casa nostra.

Abast del document

El document que es presenta a continuació va dirigit a un públic el més ampli i transversal possible: des de tècnics municipals o treballadors de l'administració pública, passant per reguladors, perits d'asseguradores o treballadors del sector de la construcció, fins a investigadors d'universitats o centres especialitzats o, fins i tot, els mateixos usuaris finals de l'edifici.

Abast del document

Cal destacar que per divulgar el document correctament convindria adaptar-lo a cadascun dels àmbits d'estudi. Això permetria centrar els temes, aprofundint en els que siguin de més interès en cada cas o fent els aclariments pertinents. D'aquesta manera s'afavoriria que el contingut arribés de manera idònia al seu públic potencial.

INTRODUCCIÓN

En relació amb els tipus d'edificis analitzats, s'han considerat principalment els edificis recollits en el Codi Tècnic de l'Edificació i s'han deixat al marge els edificis industrials per les seves característiques particulars respecte als edificis d'altres usos (per exemple, una càrrega de foc potencial molt alta, edificis de menys alçària en general, ocupacions menors, etc.).

Objectius del document

Com ja hem indicat, el document està format per una recopilació de dades i infor-

macions comentades i raonades, elaborades per diversos experts.

L'objectiu final és oferir una panoràmica que englobi els diferents aspectes d'interès del tema i que es pugui utilitzar en la pràctica habitual professional en diversos sectors: assessoria, asseguradores, ajuntaments, etc. També es pretén aportar una sèrie de conclusions que permetin entendre els reptes i els desafiaments que es tenen sobre la taula en matèria de seguretat.

14 ngs

CONCEPTES PREVIS

Tancament de façana

La façana d'un edifici és l'element —o el conjunt d'elements— que delimita l'espai interior respecte de l'exterior i garanteix una gestió adequada dels fluxos materials i energètics entre tots dos espais. No s'ha d'entendre com una barrera, sinó com una membrana amb graus de permeabilitat que s'adeqüen al que requereixi cadascun dels fluxos. La façana determina, en gran mesura, la identitat de l'edifici i, per tant, està molt subjecta a consideracions compositives estètiques. És el conjunt dels alçats dels edificis que projectem el que defineix la imatge de la ciutat.

La façana ha de complir totes les exigències pròpies dels tancaments exteriors de conformitat amb la normativa vigent per a cada comunitat o localitat.

Edifici de gran alçària (EGA) o de difícil accés per als bombers

Per a l'àmbit d'aplicació d'aquest projecte cal destacar la importància de l'accessibilitat dels edificis per als equips d'emergència, ja sigui per la seva gran alçària o per la seva situació i l'entorn més immediat.

El concepte d'edifici de gran alçària (EGA) sembla evident. Si a algú li pregunten què és un edifici alt, la resposta ràpida i sense pensar gaire serà que és un edifici gran i amb molts pisos. Però si s'entra més en detall, el concepte es complica i sorgeixen dubtes importants:

a partir de quina alçària?, quantes plantes?, qualsevol tipus de construcció es pot considerar un EGA a partir d'una alçària determinada?

La definició d'EGA varia segons els països. A Alemanya, Dinamarca, Àustria o Suïssa es consideren EGA les construccions en què l'últim pis ocupat es troba a més de 22 metres de terra. En canvi, a França, perquè un edifici tingui la consideració d'EGA, la distància entre el terreny i el forjat de l'última planta de l'edifici ha de superar els 50 metres (o els 28 metres, en el cas d'habitatges).

A Espanya, el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) fins ara no ha establert cap criteri numèric per definir els EGA, per bé que l'exigència de col·locar algunes instal·lacions de protecció contra incendis depèn de l'alçària de l'edifici, com és el cas de la columna seca. Posteriorment, amb la publicació de l'ordre INT/323/2012, mitjançant la qual es va aprovar la Instrucció tècnica complementària SP 109:2012, de Bombers de la Generalitat de Catalunya, es van definir les condicions de seguretat en edificis amb alçària d'evacuació superior a 50 metres, de manera que els edificis que superen aquest criteri es consideren EGA.

Més enllà d'aquesta definició i dins de l'àmbit local, a la ciutat comtal els Bombers de Barcelona van fixar un criteri més ampli, segons el qual consideren EGA els edificis que tinguin plantes a una alçària superior a 35 metres, d'acord amb la definició del Procediment opera-

CONCEPTES PREVIS

tiu PROCOP 1.01, sobre la intervenció en edificis de gran alçària.

Actualment es treballa en una actualització del CTE, en la qual es pretenen revisar, entre altres aspectes, els requisits dels materials aïllants que es poden utilitzar en la façana segons el seu comportament davant del foc. En aquesta proposta s'estableixen dues alçàries llindar a fi de caracteritzar els edificis segons la seva alçària: 18 i 28 metres.

Així, doncs, com a concepte general, per a aquest projecte es considera EGA l'edifici que compta, almenys, amb una

planta en la qual la lluita contra incendis, l'evacuació i l'accés dels bombers a la zona afectada s'ha de dur a terme des de l'interior, per la impossibilitat d'accedir-hi des de l'exterior.

Atenent la definició anterior, els 18 metres de la proposta de modificació del CTE es podrien considerar un criteri de mínims, però per a edificis de menys alçària la regulació hauria d'aplicar els mateixos requisits si queda compromesa l'accessibilitat per la façana dels equips de bombers, que no depèn només de l'alçària de l'edifici, sinó també del seu emplaçament i les seves característiques.

Cristina Pardal March

Doctora en Arquitectura. Professora agregada de l'ETSAB i membre del Departament de Tecnologia en l'Arquitectura de la UPC

Una vegada definit l'objecte d'estudi del document (la façana de l'edifici), en aquest capítol s'intenta contextualitzar la problemàtica que ens ocupa. Així, en primer lloc es presenten breument una descripció i l'evolució històrica dels sistemes de façana més habituals a Espanya. A continuació es classifiquen i se'n valora el comportament en cas d'incendi. Aquest marc general permetrà entendre la casuística amb la qual ens trobem en l'àmbit nacional, que pot donar una idea del nivell de vulnerabilitat del parc edificatori actual en relació amb la propagació d'incendis per la façana.

1.1. Breu evolució històrica dels sistemes de façana més habituals en l'àmbit nacional

La cronologia que es presenta a continuació identifica uns períodes que, en alguns casos, coincideixen amb cronologies ja acceptades, mentre que en altres són una proposta de l'autora. Els períodes que es plantegen atenen l'especificitat del tema que s'intenta analitzar: la propagació del foc per la façana.

Aquesta cronologia es focalitza en l'evolució dels sistemes de façana a Barcelona i a la seva àrea metropolitana amb la voluntat d'exemplificar un procés que es dona en l'àmbit nacional. Deixant

al marge esdeveniments puntuals que ens ajuden a datar els períodes, com ara els Jocs Olímpics del 92 o la celebració del Fòrum de les Cultures el 2004, el fil evolutiu global es pot extrapolar perfectament a la resta de ciutats d'una determinada mida. Sí, és cert que aquesta evolució no cobreix per igual, ni en el mateix moment, tot el territori nacional. Els canvis que s'inicien normalment a les capitals van arribant de manera gradual a la resta de nuclis urbans en funció del grau de connexió amb la capital.

El primer període, i el més ampli, correspon a la construcció tradicional pròpia dels nuclis històrics. Aquesta construcció es caracteritza per la nul·la dissociació entre estructura vertical i tancament de façana. Aquest tancament portant s'acostuma a construir amb maçoneria (pedra o maó) i en alguns llocs molt vinculats al món rural, amb tàpia. Difícilment podrem identificar un inici per a aquest període, però sí que en podem identificar un final o, més ben dit, una evolució cap a un altre període. Aquest "final" se situa a finals del segle XIX.

En les últimes dècades del segle XIX es va començar a gestar l'edifici tipus que, amb variacions principalment d'estil, va permetre construir l'eixample de Cerdà. Aquesta construcció urbana manté l'estructura de murs portants a la façana. Segons A. Paricio, no és fins el 1900 que podem afirmar amb rotunditat que es crea un model replicat durant anys. D'acord amb el mateix autor, aquest segon període arriba fins el 1960, quan es comença a introduir el formigó de manera massiva

SISTEMAS DE FAÇANA

per a la construcció de les estructures. En el tercer període, i amb la introducció del formigó, els sistemes de murs deixen pas a les estructures porticades. Els sostres passen de ser simples entresolats que amb prou feines contribueixen a estabilitzar l'edifici a ser un element essencial de l'estructura. La "desaparició" del mur introdueix la paret com a divisòria interior i els tancaments de façana no portants. No obstant això, el sistema de murs persisteix amb la utilització de l'encofrat túnel i els sistemes de plafons prefabricats, molt emprats en àrees de nou creixement a l'extraradi de la ciutat.

En la dècada dels setanta, les normes tecnològiques, en concret la normativa tèrmica, que augmenta el nivell d'exigència de les envolupants dels edificis, suposa l'inici d'un període nou, el quart, que conclourà a finals de segle. Cal destacar que des dels anys seixanta, i amb la generalització de l'ús del formigó, el desenvolupament de tècniques i sistemes constructius va créixer exponencialment, situació que avui encara es manté. Al principi, l'ús d'un material estructural nou va suscitar un gran interès en el desenvolupament de sistemes portants nous, però al cap d'un temps aquest interès es va traslladar als sistemes de façana alliberats de la funció portant. La façana convencional, molt estesa com a solució generalitzada en els habitatges, va donar pas, als anys vuitanta i noranta, a la façana ventilada o rainscreen. Un exemple prototípic d'aquesta solució de façana són els habitatges de la Vila Olímpica de Clotet-Paricio, que es van acabar per als Jocs Olímpics del 1992,

o l'edifici Illa Diagonal, inaugurat el 1993, que visibilitza la solució de façana ventilada de full exterior lleuger, que després es va aplicar a tot tipus d'edificis. El quart període, doncs, es tanca amb el final del segle i amb la implantació d'una solució de façana nova.

El cinquè període ens porta fins a l'entrada en vigor del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), l'any 2006, i es caracteritza per uns anys de desenvolupament de sistemes de divisòries interiors (envans) i façanes de construcció en sec. És representatiu d'aquest període l'edifici d'ús hotel·ler de MAP Arquitectos per al Fòrum de les Cultures del 2004. La façana es compon de dos fulls lleugers de construcció en sec amb una cambra drenada entremig. Al llarg d'aquest període proliferen tot tipus de sistemes molt lligats a la indústria i al muntatge a càrrec de personal especialitzat.

L'entrada en vigor del CTE, l'any 2006, que coincideix amb l'inici de la crisi financera, justifica una desacceleració d'aquest desenvolupament exponencial de sistemes. Aquesta normativa només reconeix solucions de façana que incloquin un full principal de fàbrica de maó. En qualsevol solució de façana en sec s'ha de justificar que compleix les exigències en termes de prestacions que marca la normativa. Amb el CTE comença el sisè període, que, pel que sembla en el dia d'avui, estarà marcat per qüestions mediambientals i d'estalvi energètic. De fet, aquestes últimes han propiciat l'ús del SATE (sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior), sobretot en rehabilitació.

SISTEMAS DE FAÇANA

Períodes i motors de canvi		Estructura	Façana
1r fins 1900	Nuclis històrics. Construcció tradicional.	Murs portants de pedra o maó. Sostres unidireccionals amb bigues generalment de fusta.	Murs portants de pedra o maó, normalment arrebossats/estucats.
Adequació a una nova trama urbana d'àmbit local a Barcelona			
2n 1900 - 1960	Model de l'eixample de Barcelona	Murs portants de pedra o maó. Sostres unidireccionals amb bigues generalment de fusta.	Murs portants de pedra o maó, normalment arrebossats/estucats.
Introducció del formigó en l'àmbit local a Barcelona i segons A. Paricio			
3r 1960 - 1977	Construcció de polígons a la perifèria per allotjar la immigració del camp a la ciutat.	Sistemes estructurals amb formigó: encofrat túnel, diferents tipus de forjat, etc. Grans prefabricats.	La façana deixa de ser portant per ser un tancament entre dos forjats. El forjat travessa el gruix de la façana que s'hi sosté. Evitar-ne l'entrada en càrrega obliga a deixar una junta a la part superior. Aquesta façana acostuma a ser: (de fora cap a dins) arrebossat + 14 cm de maó + 10 cm de cambra + 5 cm d'envà enguixat (façana convencional sense aïllar)
Normativa tèrmica NTE a escala nacional			
4t 1978 - 2000	La ciutat internaciona- litzada arran dels Jocs Olímpics del 1992.	Estructures de pilars i forjats de formigó.	La façana s'aïlla amb un material de densitat baixa que s'allotja a la cambra. El tancament tipus es compon de: (de fora cap a dins) arrebossat + 14 cm de maó + 10 cm de cambra aïllada + 5 cm d'envà enguixat (façana convencional) Es comencen a introduir altres sistemes de façana, com ara la ventilada, al mateix temps que evolucionen els sistemes de plafó de formigó com a tancament.

SISTEMAS DE FAÇANA

Períodes i motors de canvi		Estructura	Façana
Desenvolupament exponencial de sistemes de tancament			
5º 2000 - 2006	El Fòrum de las Culturas del 2004 justifica consolidar noves àreas de la ciutat, com Diagonal Mar.	Estructures de pilars i forjats de formigó.	La façana ventilada de full exterior penjat és la solució més estesa, juntament amb el plafó de formigó no portant, només de tancament. Es produeixen diversos intents de prefabricar el full exterior de la façana ventilada. La solució que sembla imposar-se és el full interior d'envans secs, amb placa de ciment i juntes encintades.
CTE; Exigencia energètica; NZEB			
6è 2006 - actualitat		Estructures de pilars i forjats de formigó.	La façana ventilada de full exterior penjat i full interior lleuger conviu amb el plafó de formigó no portant, només de tancament, i el SATE, una solució molt utilitzada en rehabilitació.

Taula 1.1. Resum de la cronologia corresponent a l'evolució dels sistemes de façana

Font: elaboració pròpia

Tal com indica la franja vertical de color que acompanya el quadre resum anterior amb els diferents períodes, fins el 1978 els materials utilitzats en la façana eren, en la major part, incombustibles i els sistemes de façana eren sense cambra o amb la cambra interrompuda en cada planta. La propagació del foc era poc transcendent (verd), a menys que tingués lloc per l'efecte leap frog (propagació a través de les finestres) (vegeu el capítol 2). L'entrada en vigor de la normativa tèrmica suposa un punt d'inflexió, ja que en molts casos obliga a afegir un

material al sistema de façana que, en més o menys mesura, és combustible. Tanmateix, no és fins que es generalitza l'ús de la façana ventilada, a finals del segle XX, que aquest aïllament pot ser problemàtic. Si en la façana convencional el material aïllant s'allotja en una cambra interrompuda a cada pis i tancada (és a dir, sense aportació d'oxigen), en la façana ventilada la cambra està oberta a l'exterior i per regla general és contínua en tota l'alçària de l'edifici. Davant de les mateixes característiques de combustibilitat, les diferències relatives a la localit-

zació del material creen unes condicions que afavoreixen la propagació del foc per la façana. A tot això se suma la realitat alarmant que en aquell període l'ús d'aïllants de poliuretà o poliestirè expandit (EPS) era molt habitual (vermell). Des d'aquest moment, és a dir, des de finals del segle XX i en endavant, el desenvolupament de sistemes de façana i la incorporació de materials nous ha augmentat de manera exponencial. De fet, l'evolució ha estat tan ràpida i els motors que l'han impulsat han estat tan diversos que actualment encara costa dibuixar el mapa complet dels diversos sistemes de façana. Si la classificació, doncs, encara s'està definint, no cal dir que la relació entre cadascun dels sistemes de façana i la propagació del foc està per analitzar.

1.2. Classificació dels sistemes de façana i solucions resultants d'aplicació habitual a escala nacional

Aquesta classificació no s'ha elaborat ad hoc per a aquest document, de manera que no està orientada específicament a la problemàtica de la propagació del foc per la façana. Es tracta d'una classificació de Pardo i Paricio, que té la voluntat d'ordenar el mapa actual dels sistemes de façana segons el que comentàvem al final de l'apartat anterior). L'ús d'una classificació genèrica dels sistemes de façana adequada a interlocutors molt diversos ens sembla d'especial importància de cara a difusió del document en el futur.

La classificació s'organitza a partir dels tres criteris següents:

- I. Les tècniques de posada en obra del full principal (segons es defineix en el CTE).
- II. El mecanisme utilitzat per aconseguir l'estanquitat a l'aigua.
- III. La relació entre aquests dos criteris, és a dir, si es combinen en un sol element o no.

I. Les diferents tècniques de posada en obra estan associades als diversos materials utilitzats. Tothom relaciona l'obra amb el maó o el bloc units amb morter, i el muntatge en sec, amb els materials i els sistemes més innovadors. És en aquest sentit que les tècniques de posada en obra del full principal —el que suporta i garanteix l'estanquitat a l'aire de la façana— adquireixen importància. La tècnica emprada ens dona informació sobre el tipus de material, el tipus de junta, la fixació o el mecanisme d'unió al suport, el procés d'execució i, per consegüent, la relació amb l'estructura principal.

- *formigó > materials de format amorf en l'arribada a l'obra > full principal de formigó abocat in situ*
Defineix un pla continu homogeni de material incombustible i amb una resistència al foc que dependrà, principalment, del gruix. Aquest full s'allotja entre forjats.
- *obra > arriben petits elements a l'obra > full principal de fàbrica de maó, bloc, etc*
Defineix un pla continu homogeni de material incombustible i amb una resistència al foc que dependrà, principalment, del gruix. Aquest full s'allotja entre forjats.

SISTEMAS DE FAÇANA

- *montatge en sec > arriben semiproductes a l'obra > full principal format per un entramat emplaonat*

Defineix un pla continu però heterogeni a causa de l'estructura d'entramat. Les característiques de reacció i resistència al foc dependran molt dels materials utilitzats. L'entramat acostuma a ser d'acer, alumini o fusta, mentre que l'emplaonat admet tot tipus de materials. Se sol allotjar tant entre forjats com passant per davant dels forjats.

- *fixació en sec > arriben components a l'obra > full principal format per un plafó de gran format ancorat directament als forjats*

Defineix un pla continu l'homogeneïtat del qual depèn de les característiques del plafó, que tant pot ser un plafó pesat de formigó com un mòdul unitised muntat a partir de perfils d'alumini i nucli aïllant. S'acostuma a allotjar de manera preferent passant per davant dels forjats, però també podria estar entremig..

II. L'estanquitat a l'aigua es pot aconseguir atenent les característiques del material (el seu grau d'impermeabilitat) o confiant en la geometria. La primera opció permet resoldre la façana en un sol full —monocapa o multicapa— d'espessor, condicionat a la permeabilitat de material, mentre que la segona s'associa a l'estanquitat per drenatge i, per consegüent, al disseny d'una cambra drenada. El mecanisme utilitzat per obtenir l'estanquitat és el que permet distingir entre façanes d'un sol full i façanes de dos

fulls, amb totes les complicacions de disseny que pot comportar. La creació de la cambra escindeix la façana en dues parts, amb totes les conseqüències que pot tenir.

III. La relació entre el full principal i l'estanquitat, és a dir, si aquestes dues funcions estan resoltes o no en un sol element, dona informació sobre la posició de l'aïllament.

En moltes ocasions, el full principal també aporta estanquitat, ja sigui gràcies a les seves característiques o a les d'algun material de revestiment afegit de manera directa, com ara un arrebossat. En altres, l'estanquitat s'aconsegueix amb elements afegits a tall de capes noves d'una certa entitat (ventilada o SATE).

Aquesta distinció, que podria semblar anecdòtica, comporta una sèrie de condicionants en el conjunt del tancament. Un d'aquests condicionants és la repercussió directa en la posició de l'aïllament, ja que si el full principal no aporta estanquitat i, per tant, necessita l'addició d'una capa nova des de l'exterior, aquesta capa nova permet ocultar un aïllament exterior al full principal. En canvi, si el full principal és el que aporta l'estanquitat, és lògic que la façana creixi fins a l'interior i, per tant, l'aïllament se situarà en aquesta cara del tancament.

La combinació d'aquests tres classificadors a tall de matriu ordena els diferents sistemes de façana:

SISTEMAS DE FAÇANA

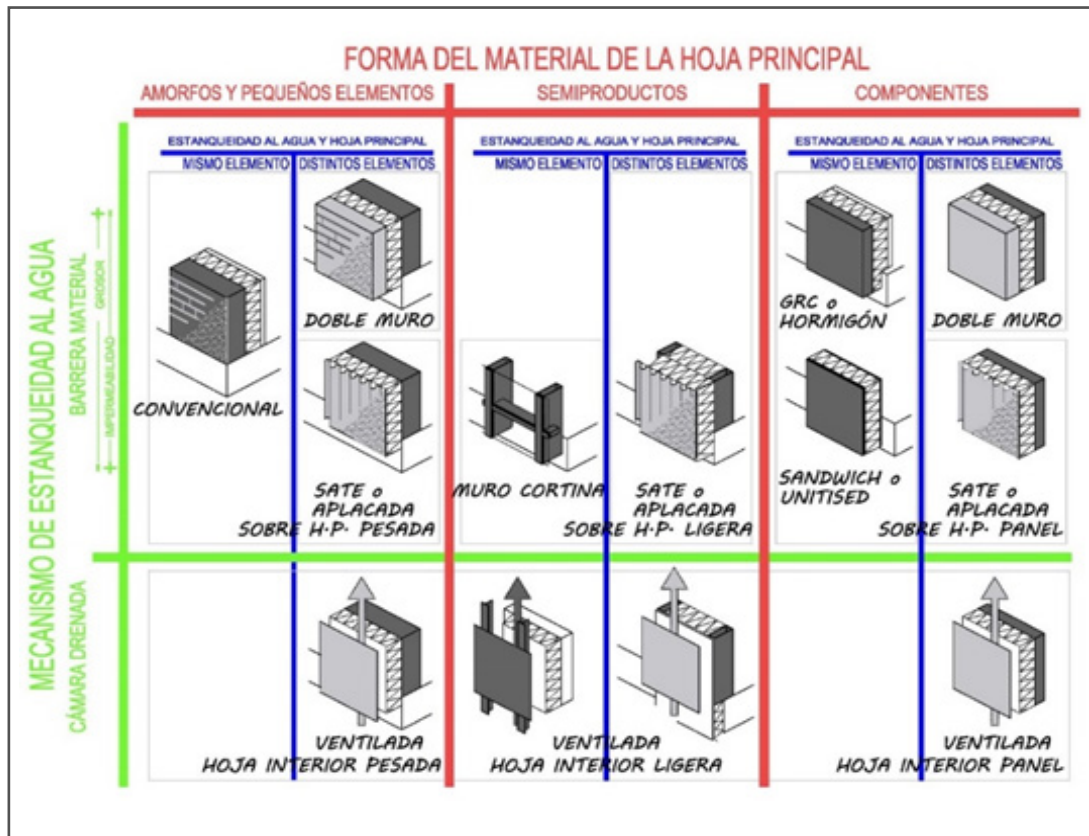


Figura 1.1. Taxonomia dels sistemes de façana
Font: Pardal i Paricio

CONVENCIONAL: Full principal de fàbrica de maó, bloc, bloc ceràmic, etc. presos amb morter. Aquests materials no solen ser combustibles.

Aquest full de suport és, alhora, el que, per si mateix o mitjançant un arrebossat, garanteix l'estanquitat a l'aigua i, per

tant, queda exposat a l'exterior. El material d'aïllament tèrmic s'afegeix des de l'interior i s'amaga amb un extradossat que tanca l'espai útil. Aquest tipus de façana descansa sobre el forjat.

SISTEMAS DE FAÇANA

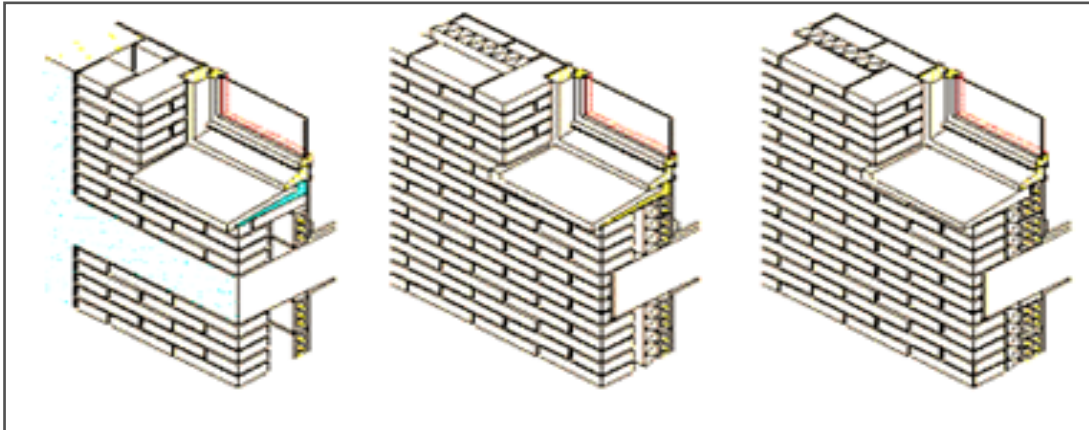
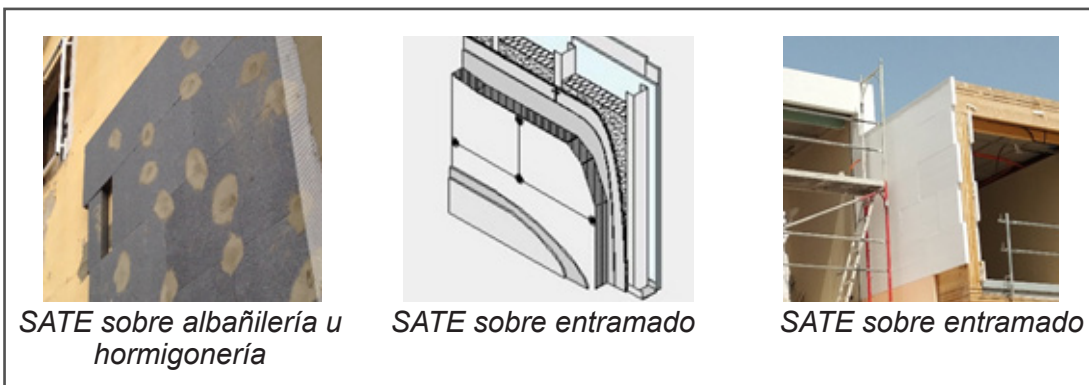


Figura 1.2. Convencional

Font: <http://www.hispalyt.es/cd1/hispalyt/071.htm>

SATE: Sistema de façana que es caracteritza per col·locar un aïllament a la cara exterior del full principal, amb un acabat que garanteix l'estanquitat del conjunt. Aquest acabat acostuma a ser un arrebossat, però també pot estar format per plaquetes amorterades de poc gruix. El sistema de façana SATE es pot apli-

car tant sobre un full principal d'obra o de formigó com sobre un entramat de construcció en sec o un plafó. Atesa la varietat que abraça, les característiques d'aquesta façana en relació amb el foc dependran tant de la naturalesa del material d'aïllament com del full principal.



SATE sobre albañilería u hormigonería

SATE sobre entramado

SATE sobre entramado

Figura 1.3. SATE

Fonts: <https://sate-vipal.com/>; <http://www.knauf.es/>; imatge pròpia

SISTEMAS DE FAÇANA

APLACADA: Aquest sistema es caracteritza per la presència de dos fulls d'una certa entitat. Es tracta d'un full principal i un aplacat, però sense la voluntat de confiar l'estanquitat al drenatge d'una possible cambra, sinó a la impermeabilitat d'algun dels dos fulls. L'entitat de l'aplatat el distingeix d'un simple acabat. Aquest tipus de façanes no disposa d'una cambra drenada o especialment ventilada, però sí que acostuma a alliberar un espai entre capes com a resultat del procés de construcció i de la disposició dels diferents elements de fixació. El

material d'aïllament s'acostuma a col·locar entre les dues capes amb l'objectiu de garantir-ne la continuïtat absoluta per davant dels elements estructurals.

Si l'estanquitat es resol en el pla exterior, les plaques acostumen a ser de metall. Poden ser de zinc o coure, amb unió de pestanya, o d'acer galvanitzat o alumini, aquestes últimes en làmines grecades o ondulades i amb juntes cavalcades. El sistema admet que el full principal sigui d'obra o de formigó i l'entramat, de construcció en sec o de plafó.

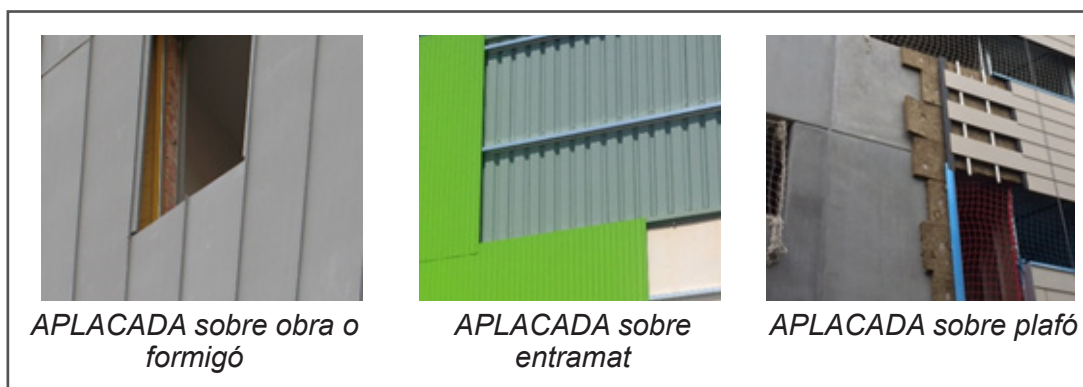


Figura 1.4. Aplacada

Fonts: imagen propia; <http://panelya.com/>; imagen S. Llusera

DOBLE MURO: Façana formada per un mur dividit en dos fulls de característiques similars.

Entre els dos fulls del mur s'hi situa, normalment, el material aïllant. Si el mur és d'entramat, l'aïllament tèrmic es pot col·locar entre muntants. El doble mur és

el full principal i, al mateix temps, resol l'estanquitat a l'aigua i a l'aire en la cara exterior. Aquest doble mur pot ser d'obra o de formigó o bé un entramat de construcció en sec o de plafó.

SISTEMAS DE FAÇANA

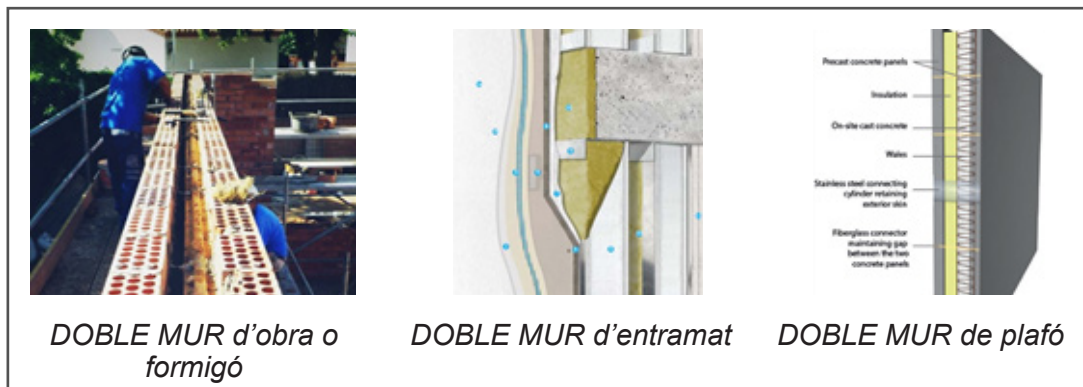


Figura 1.5. Doble mur

Fonts: Harquitectes; <http://www.knauf.es/>; <https://www.fehr-groupe.com/en/>

VENTILADA: Aquesta façana es caracteritza per disposar d'una cambra drenada, que juntament amb el full exterior garanteix l'estanquitat a l'aigua. La cambra es compon de dos fulls: un d'exterior, de junta oberta, i un d'interior. L'interior constitueix el full principal, estanc a l'aire i de material apte per a estar a la intempèrie. De nou, aquest full principal pot ser d'obra o de formigó o bé un entramat de construcció en sec o de plafó. L'origen d'aquesta façana és el rainscreen anglosaxó i el sistema d'ús local més similar és el de l'envà pluvial.

El material d'aïllament tèrmic se sol col·locar a la cara exterior del full principal o bé contingut en el full principal quan és d'entramat.

A aquesta façana se li atribueix un bon comportament energètic en el clima que tenim aquí, ja que dissipa l'excés de radiació. Això significa que el full exterior deixa l'interior ombrat, de manera que en

la mesura que la cambra no s'escalfi en excés, a l'estiu aquest efecte serà beneficiós.

Evitar el sobreescalfament de la cambra requereix que l'aire es renovi, ja sigui gràcies a l'efecte xemeneia i a la convecció o a un contacte difús amb l'aire exterior en tota la seva superfície. Tot i que anomenem aquesta façana ventilada, difícilment se'n pot garantir la repercussió energètica en el conjunt del tancament.

SISTEMAS DE FAÇANA

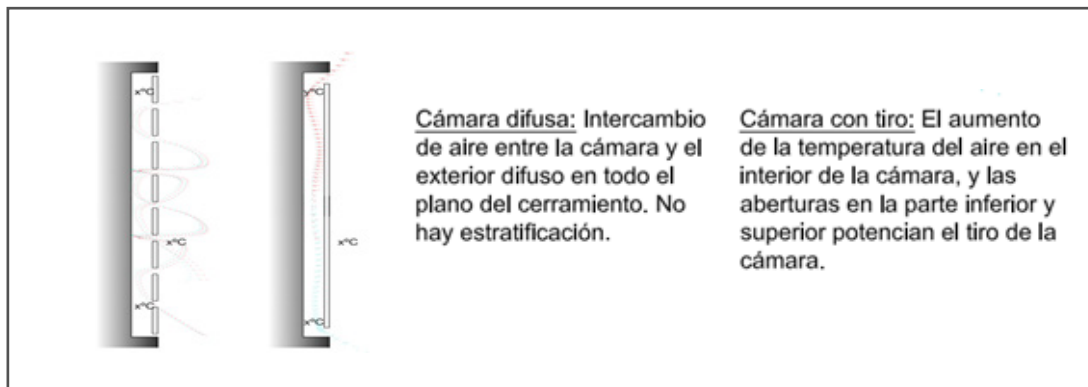


Figura 1.6. Maneres de ventilar les cambres
Font: elaboració pròpia

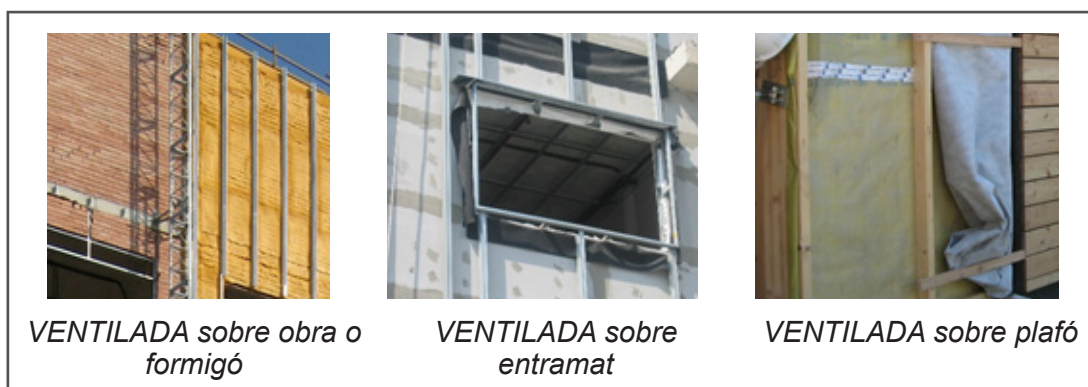


Figura 1.7. Ventilada
Fonts: imatge pròpia; Biosca i Botey; imatge pròpia

MUR CORTINA: Façana formada per un entramat de muntants i travessers com a element de suport, normalment passant per davant dels forjats. Aconsegueix l'estanquitat a partir de les característiques del material que tanca l'entramat i un segellament adequat de les juntes gràcies a mecanismes incorporats als mateixos

perfiles (sistema stick). S'acostuma a relacionar amb tancaments vidrats muntats sobre entramats d'alumini o acer.

La configuració de l'entramat que forma dos plans, normalment tancats amb vidre (almenys l'exterior), dona lloc a la doble pell de vidre. Aquesta doble pell crea una

SISTEMAS DE FAÇANA

cambrà, que sol ser de dimensions considerables si la comparem amb la de la façana ventilada i que respon a estratègies de gestió del moviment de l'aire que poden ser molt diverses. Segons com sigui el recorregut de l'aire, la cambra es compartimentarà o no de manera horitzontal, de manera vertical o de les dues maneres.

PLAFÓ: Full principal format per plafons de gran format —com a mínim cobreixen la llum entre forjats—, que un cop muntats tanquen la façana a l'aigua i a l'aire i en defineixen la imatge exterior.

Segons el grau de complexitat del plafó, sobretot pel que fa al disseny de les juntes i als mecanismes de segellament, en podem distingir diversos tipus. Aquests diferents tipus estan molt lligats al material i a la indústria que els produeix.



Figura 1.8. Mur cortina
Font: imatge pròpia



Figura 1.9. Plafó
Font: imatge pròpia; Technocladd Solutions; S. Bestraten

1.3. Valoració de la vulnerabilitat dels diferents sistemes de façana atenent les cinc vies de propagació del foc.

Tal com s'explica de manera exhaustiva en el capítol 2 d'aquest document, les vies de propagació del foc són les següents::

- A Propagació a través de les finestres (efecte leap frog);
- B. Propagació a través de cavitats a la unió entre el forjat i la façana;
- C. Propagació a través de les cambres;
- D. Propagació a través de revestiments combustibles sobre el full principal;
- E. Propagació a través d'un full principal amb elements combustibles.

De totes aquestes vies, el leap frog no depèn del sistema de façana utilitzat, sinó de la seva composició formal; per tant, no es tindrà en compte a l'hora de valorar el grau de vulnerabilitat de cadascun dels sistemes.

En relació amb la resta de vies possibles, s'hi pot fer una aproximació general, però, evidentment, per a cada façana dissenyada s'hauria de fer un estudi concret.

Com a orientacions generals:

- Les façanes de plafó i el mur cortina són susceptibles a la propagació per

cavitats a la unió entre el forjat i la façana, ja que normalment passen per davant dels seus cantells.

- Els sistemes de façana ventilada i aplacada podrien facilitar la propagació a través de la cambra o per la separació entre fulls.
- Els sistemes de façana ventilada, aplacada i SATE podrien permetre la propagació a causa de la combustibilitat d'alguns dels materials col·locats des de la cara exterior del full principal cap a fora.
- Tots els fulls principals que no són de maó o de formigó són susceptibles de facilitar la propagació del foc a causa de la combustió del mateix full o d'alguna de les parts que el componen (seria el cas d'un plafó sandvitx).

L'única façana que no s'esmenta en els quatre punts anteriors és la convencional, cada vegada més en desús.

1.4. Conclusions del capítol

- En les últimes dècades, els sistemes de tancament de façana i els materials utilitzats per a confeccionar-los han estat objecte d'una gran evolució que pràcticament no ha repercutit en la normativa de referència en relació amb la propagació del foc.
- L'aplicació de la normativa que regula les mesures passives de protecció contra incendis ha de considerar els diversos sistemes de façana, a més de les característiques de l'edifici.

SISTEMAS DE FAÇANA

- Encara s'ha de fer un treball exhaustiu que relacioni els sistemes de façana més habituals, tenint en compte la seva possible estructura de capes, amb les diferents vies de propagació del foc. Actualment només es disposa dels documents propis de cada fabricant.

1.5. Bibliografía y otras Referències

- Paricio Casademunt, A. Secrets d'un sistema constructiu: l'Eixample. Ed. UPC, 2001.
- Díaz, C., Cornadó, C., Vima, S. "El uso del hormigón armado en los sistemas estructurales de los Edificios residenciales modernos del Área Metropolitana de Barcelona". IX Congreso Nacional y I Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción.
- Paricio Ansuategui, I. La Façana de ladrillo. Ed. Bisagra, 1998.
- Pardal March, C., Paricio Ansuategui, I. La Façana ventilada y ligera. Ed. Bisagra, 2006.
- <http://facad3s.net>

María Pilar Giraldo

Doctora en Arquitectura. Professora associada de l'ETSAB i membre del Departament de Tecnologia en l'Arquitectura de la UPC. Investigadora associada a l'Institut Català de la Fusta (INCAFUST).

Com que en cas d'incendi la façana de l'edifici és una via de propagació del foc important, en el capítol següent es presenten de manera detallada els mecanismes físics que expliquen aquesta propagació, vinculant-los als diferents paràmetres arquitectònics i constructius de la façana. Així mateix, s'analitza de manera crítica la regulació nacional vigent en aquest àmbit amb l'objectiu de proposar actuacions que suposin una millora en el comportament del conjunt de l'edifici en cas d'incendi.

2.1. Identificació dels mecanismes de propagació del foc per LA FAÇANA

La propagació del foc per la façana és una de les vies més ràpides de transmissió del foc en les edificacions. Constitueix una ruta potencial de propagació a les plantes superiors i inferiors de l'edifici i, a més, pot afectar els edificis adjacents.

A la façana hi convergeixen determinats factors que afavoreixen la dinàmica de l'incendi, com ara el subministrament permanent d'oxigen per la seva ubicació en contacte amb l'exterior, la verticalitat del mitjà de propagació, el vent o les condicions atmosfèriques.

També hi contribueixen fenòmens com l'efecte xemeneia, que facilita el moviment ascendent dels fluxos de calor i els fums, i l'efecte Coanda, propi dels fluids, pel qual les flames tendeixen a seguir la configuració geomètrica de la façana.

Hi ha tres escenaris a partir dels quals pot tenir lloc la propagació del foc per la façana (Figura 2.2):

- A. Foc que prové de l'exterior i que es transmet a través de brases ardents, ja sigui per un incendi en un edifici proper o una zona boscosa en flames. També es pot produir per contacte amb focs pirotècnics (vegeu-ne casos al capítol 7: CCTV Tower, Pequín, la Xina, 2009; The Address Hotel, Dubai, EAU, 2016).
- B. Foc que prové d'un element que crema davant la façana, com ara un contenidor de brossa o un cotxe. També es pot incloure en aquesta categoria el foc causat per activitats que generen espurnes en les obres de construcció (per exemple, el tall amb serra radial o la soldadura).
- C. Foc originat en un recinte del mateix edifici que es propaga cap a l'exterior a través de les finestres. Aquesta última situació és la més habitual i, per això, és la que mereix més atenció.

En general, aquesta situació de propagació indica que l'incendi en el recinte ja ha arribat a l'etapa de desenvolupament màxim, el flashover (conflagració

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA



Figura 2.1. Esquema dels factors que incideixen en la propagació del foc a través de les façanes.

Font: esquema propi, a partir de l'esquema que proposa C. Wade (1995).

sobrada), i, per tant, es troba en una fase posterior. En aquest punt, en funció de les característiques de l'incendi i de la càrrega de combustible, els fluxos de calor i la mida de les flames que es projecten cap a l'exterior poden ser molt significatius.

A causa dels corrents convectius que es generen durant el desenvolupament d'un incendi, el foc (les flames, el fum, els gasos, els fluxos de calor, etc.) té una tra-

jectòria natural predominantment ascendent: és el que es coneix com efecte de flotabilitat (buoyancy effect). Per això es pot propagar a través de la superfície de la façana fins i tot quan els materials de revestiment no contribueixen a la reacció, és a dir, encara que siguin incombustibles.

La mida, la intensitat i la durada de la propagació a través de les finestres del recinte depèn, principalment, de factors

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

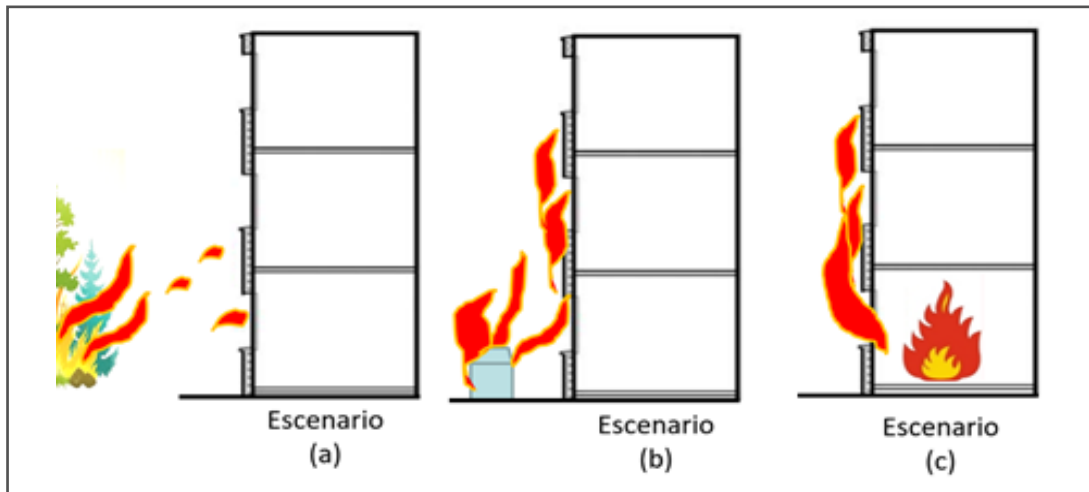


Figura 2.2. Escenaris en els quals es pot originar la propagació del foc per la façana.

Font: dibuix propi, a partir del dibuix d'I. Kotthoff, J. Riemesch (2013)..

com la càrrega de foc, la mida del recinte, la configuració geomètrica de les finestres i les condicions de ventilació. Els factors climatològics com la temperatura, la pressió, la humitat relativa i el vent també poden influir en els processos que determinen el desenvolupament i la propagació de l'incendi. De tots aquests factors, el vent és, possiblement, el més influent a causa de la seva relació amb el factor de ventilació, que al seu torn manté una relació molt estreta amb la geometria de les finestres (M. Law, 1978).

Normalment, el flux de calor que emet el plomall de foc és prou alt per provocar la ruptura dels vidres de les plantes superiors i generar focs secundaris que estendran l'incendi. La penetració del foc a altres plantes de l'edifici sovint està re-

lacionada amb materials combustibles, com ara cortines, tendals, persianes, estenedors de roba, elements de control solar o mobles.

Atesa la seva trajectòria ascendent natural, el foc es pot propagar a través de la superfície de la façana encara que els materials de revestiment siguin incombustibles.

L'efecte xemeneia també té un paper determinant en la propagació vertical del foc i la seva influència és més acu-

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

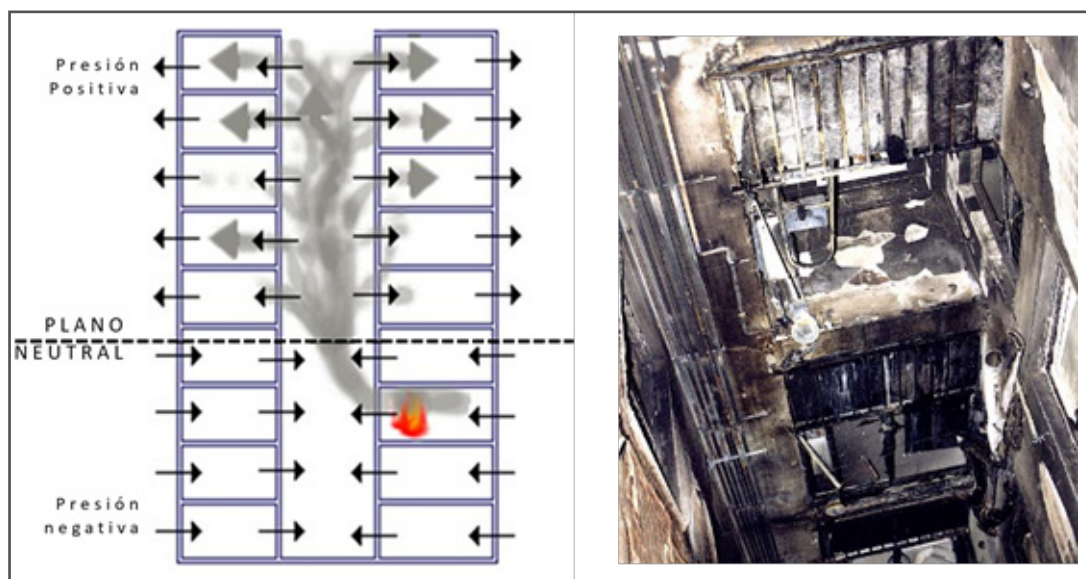


Figura 2.3. Fluxos interns d'aire a causa de l'efecte xemeneia i les pressions (esquerra). Incendi en un celobert d'un edifici d'habitatges (dreta).
Fonts: dibuix propi, a partir del dibuix d'A. Curtis (2015). Incendi en un celobert d'un edifici d'habitatges. Bombers de la Generalitat de Catalunya.

sada en edificis alts. Aquest fenomen genera forces capaces de desplaçar volums importants de fum a través de les caixes de les escales, d'ascensors i de qualsevol conducte vertical d'instal·lacions. També és el responsable de la ràpida propagació del foc en façanes de patis interiors (Figura 2.3).

Aquest tipus de propagació del foc per la façana passa més desapercebut, però en ocasions pot tenir un impacte més notori que un incendi en una façana principal pel nombre de recintes que pot arribar a afectar de manera gairebé simultània.

La propagació del foc per la façana es pot produir, fonamentalment, per quatre vies diferents o pel desenvolupament simultani de dues o més d'aquestes vies.

- Propagació a través de les finestres, denominada, tècnicament, efecte leap frog (salt de granota).
- Propagació a través de cavitats a la unió entre el forjat i la façana.
- Propagació a través de cambres ventilades.
- Propagació a través de revestiments combustibles. En aquesta categoria s'inclouen, entre altres, la propagació a través de plafons metàl·lics amb nucli aïllant combustible (compòsit i

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

sandvitx) i la propagació a través de sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior (SATE). Revestiments exteriors combustibles aplicats sobre un full principal que pot ser incombustible.

- E. (E) Propagació a través d'un full principal amb elements combustibles. En aquesta categoria s'inclouen, principalment, els plafons de configuració diversa com a element únic per al tancament de la façana.

2.1.1. Vies de propagació

- A. Propagació a través de les finestres o efecte *leap frog*

Consisteix en la capacitat de l'incendi de propagar-se de manera ascendent i seqüencial a través de les finestres.

Quan es produeix un incendi en una estança adjacent a la façana, la pressió ocasionada per l'augment de la temperatura i la producció de gasos indueix la descàrrega del foc i l'emissió de gasos calents a través de les obertures (finestres i portes). En aquest punt, l'incendi ha arribat a la fase de conflagració sobtada o flashover, que té lloc quan la temperatura del recinte ronda els 600 °C (D. Drysdale, 1998). Normalment, el flux de calor projectat és suficient per provocar la ruptura de les finestres de la planta superior i poder-hi penetrar.

D'aquesta manera s'inicia un foc secundari i es genera una nova situació de flashover, amb la consegüent propagació ascendent del foc. Els objectes que es troben en els voltants de la façana,

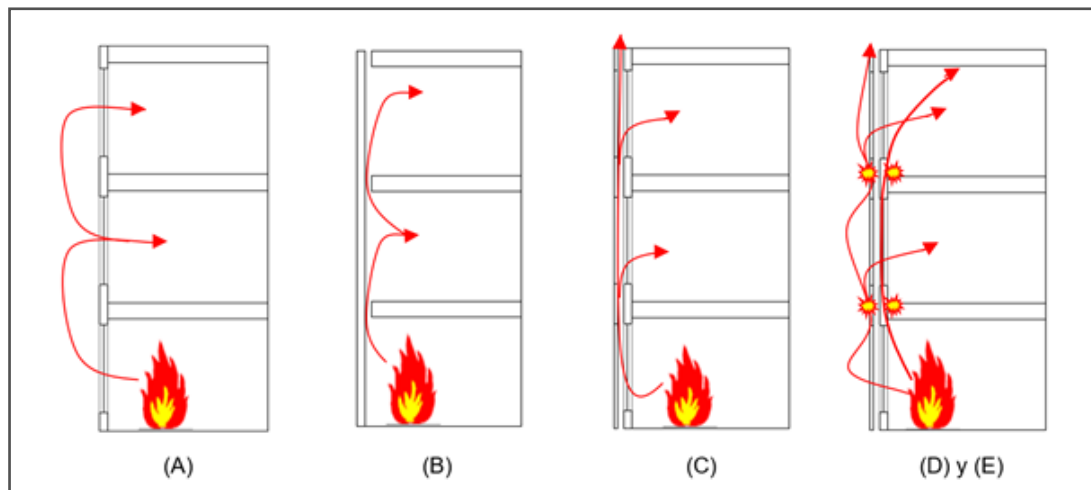


Figura 2.4. Esquema de les vies de propagació del foc per la façana.
Font: M. P. Giraldo, 2012.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

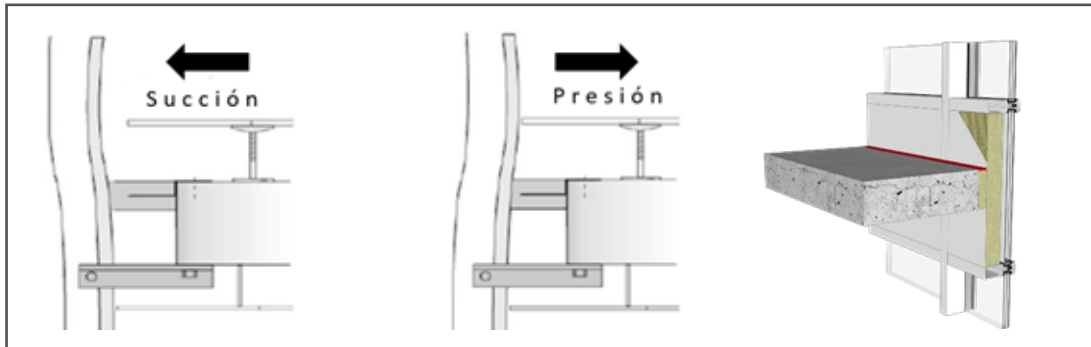


Figura 2.5. Los elementos cortafuego situados en el encuentro del forjado y la Façana deben ser flexibles para soportar cargas de viento (izquierda). Detalle constructivo específico para muros cortina con barrera cortafuego de lana mineral y recubrimiento de película elastomérica (derecha).

Fuentes: Lamatherm. Rockwool.

com ara persianes, tendals o roba estesa, serveixen de pont per a la transmissió de foc a les plantes superiors. La mida i la forma de les finestres influeixen de manera significativa en el desenvolupament d'aquest fenomen. Tot i que aquest mecanisme pot tenir lloc en qualsevol tipus de façana (amb materials combustibles i incombustibles), el risc es pot minimitzar mitjançant elements de façana sortints, com ràfecs, balcons o reculades.

B. Propagació a través de cavitats a la unió entre el forjat i la façana

Aquest tipus de propagació es pot produir en qualsevol construcció en què hi hagi cavitats (grans o petites) a la unió entre el forjat i la façana. Les façanes que normalment se situen passants per

davant dels cantells de forjat són el mur cortina i la façana de plafó. En general, la propagació del foc per aquesta via es deu a l'absència o a la mala resolució constructiva d'aquesta unió. Durant la fase de desenvolupament total d'un incendi es poden assolir temperatures que ronden els 900-1.100 °C. En aquestes condicions, les pressions poden arribar a ser molt altes i el foc pot penetrar per qualsevol bretxa o fissura a la qual donin lloc les barreres tallafoc, ja sigui a causa d'una qualitat d'execució baixa o perquè l'element no disposa de les prestacions suficients en situació d'incendi. Cal tenir present que es tracta d'una unió que vincula dues estructures de naturalesa constructiva diversa, les quals, en conseqüència, responen a accions mecàniques i tèrmiques també diferents. La solució ha de permetre absorbir els moviments dife-

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

rencials entre elles. Els riscos associats són significatius, ja que en el cas del mur cortina o dels plafons del tipus unitised la façana es recolza en estructures d'acer o alumini, que tot i que són incombustibles tenen una capacitat termomecànica dèbil, la qual cosa pot ocasionar fàcilment el col·lapse de la façana en un espai de temps molt limitat. Un cas paradigmàtic d'aquest mitjà de propagació és el de l'incendi de l'edifici Windsor de Madrid, el 2005 (vegeu casos d'incendi en el capítol 7).

L'efecte xemeneia té un paper determinant en la propagació vertical del foc i la seva influència és més acusada en edificis alts.

Idealment, i amb l'objectiu de complir les disposicions de la normativa vigent (CTE), s'ha de garantir que tots els elements que componen el sistema de façana (subestructura, elements de fixació, plafons opacs, barreres, etc.) mantinguin la integritat i proporcionin l'aïllament necessaris durant un període de 60 minuts (EI 60) en una franja d'un metre, com a mínim, entre dos sectors d'incendi. Aquesta disposició és aplicable de manera generalitzada a qualsevol tipus de façana a fi de limitar la propagació vertical del foc, tal com determina el CTE en el seu document bàsic de seguretat contra incendis: DB SI, secció 2.3. (Figura 2.6).

Tal com s'indica en el capítol 5, hi ha normes d'assaig a gran escala aplicables

a sistemes de mur cortina. Tanmateix, presenten algunes limitacions, en la mesura que només avaluen el sistema en termes de resistència al foc. A més, les condicions d'assaig no reproduïxen una situació típica de propagació exterior del foc.

S'ha de garantir que tots els elements que componen la façana conserven la integritat i proporcionen l'aïllament admissibles durant el període de 60 minuts exigint per l'EI 60.

En el mercat de productes es poden trobar diverses solucions constructives de segellament per resoldre la unió de la façana amb el forjat de l'edifici i la franja d'un metre que exigeix el CTE. No obstant això, cal fer notar que la configuració d'aquest tipus de façanes es caracteritza per grans finestrals, la qual cosa és, al seu torn, un dels factors de risc associats al disseny de les façanes. En aquest sentit, resulta difícil establir el nivell de seguretat real que pot aportar la solució constructiva (barrera tallafoc + 1 m de franja) si es té en consideració que el flux de calor i les flames són proporcionals a la mida de les finestres per les quals es propaga el foc.

C. Propagació a través de cambres ventilades

Aquest tipus de propagació té lloc en les façanes amb cambra ventilada (façana ventilada o rainscreen) i en façanes

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

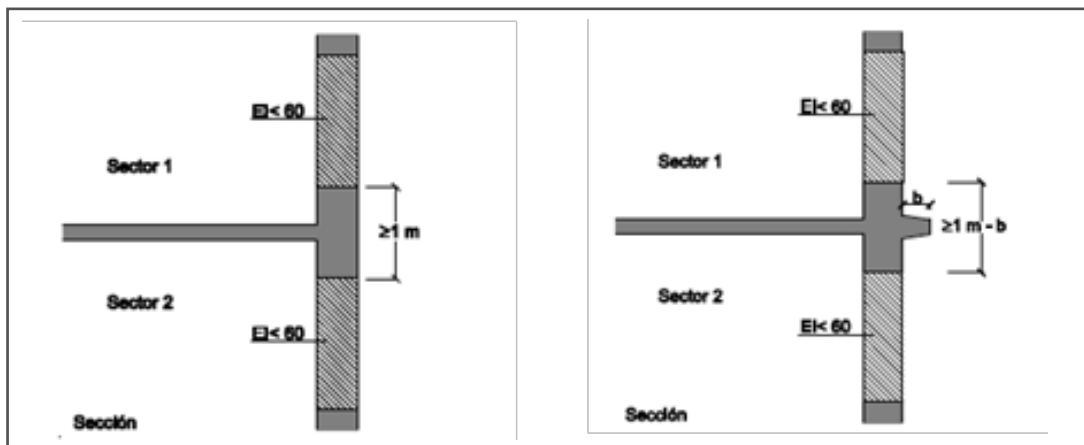


Figura 2.6. Limitació de la propagació vertical del foc entre dos sectors d'incendi, aplicable a qualsevol tipus de façana. Façana EI 60, com a mínim, en una franja d' $H \geq 1$ d'alçària (esquerra). La franja d'un metre es pot reduir en la dimensió d'un element sortint (dreta).

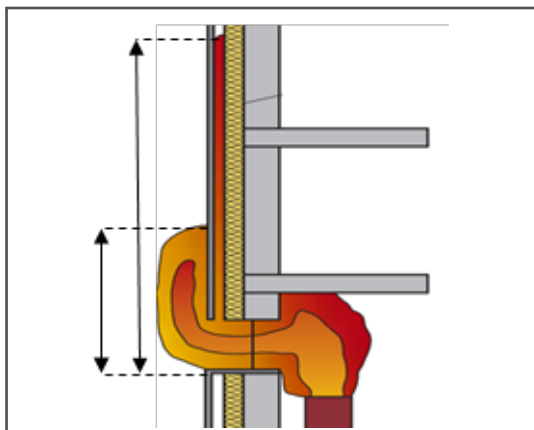
Font: CTE DB SI, secció 2

de doble pell de vidre, incloses aquelles en què la instal·lació d'un element de control solar, com podrien ser unes lamel·les, genera un segon "full" i, en conseqüència, una "cambra". Aquesta és, sens dubte, la via de propagació més ràpida de les quatre que s'exposen. Segons alguns estudis portats a terme al Building Research Establishment (BRE) britànic (S. Colwell, B. Martin, 2003), el front de propagació pot ser de 5 a 10 vegades més gran que el plomall de foc que es projecta per les finestres per l'efecte leap frog (Figura 2.7). Les façanes ventilades es caracteritzen pels avantatges higrotèrmics que aporta la circulació natural d'aire que es produeix a través de la cambra gràcies a l'efecte xemeneia. Tanmateix, aquest mecanisme es converteix en un factor crític en cas d'incendi, ja

que facilita la propagació ràpida del foc. A més, si l'aïllament tèrmic que s'acostuma a col·locar a dins de la cambra i en contacte amb la ventilació és d'un material combustible, cosa bastant habitual, contribuirà significativament que el foc es propagui a través de la cambra. Per evitar aquest tipus de propagació cal que els tancaments de les finestres i la doella incorporin algun sistema de contenció del foc procedent de l'interior de l'edifici. La doella de l'obertura —brancals, ampit i llinda— pot constituir una ruta fàcil de penetració de les flames o els fums a la cambra, més encara si es té en compte que normalment els tancaments són d'alumini o PVC i les doelles, de planxa d'acer. També és fonamental compartimentar la cambra ventilada amb barres tallafoc situades a l'alçada de cada

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

forjat. Aquesta compartimentació no ha de minar la funció estanca de la cambra drenant; per tant, s'ha de dur a terme amb elements proveïts de valones que expulsin l'aigua i trencaaigües. En la mesura que a aquesta cambra drenant se li confereix una funció de barrera davant l'excés de radiació en façanes assolellades, s'ha de garantir que la cambra no se sobreescalfa amb una certa ventilació. Hi ha solucions de sectorització de les cambres que no impedeixen la circulació de l'aire en una situació normal, però sí que eviten el pas de les flames en cas d'incendi. Es tracta de barres primes de material intumescents que s'inflen quan entren en contacte amb fluxos de calor per sobre dels 200 °C. En aquest tipus



*Figura 2.7. El foc es propaga paral·lelament a través de les finestres i la cambra ventilada. L'Alçària de les flames a la cambra pot ser de 5 a 10 vegades més gran que el plomall de foc que es projecta a través de les finestres.
Font: S. Colwell, B. Martin, 2003.*

de propagació, igual que en l'anterior, un dels riscos principals és que la subestructura de la façana (conformada per muntants i travessers metàl·lics) queda exposada a l'acció directa del foc, que es propaga a través de la cambra ventilada. Això comporta un risc de col·lapse total o parcial de la subestructura a causa del dèbil comportament termomecànic que té, amb la caiguda consegüent de les plaques del revestiment.

Si l'aïllament tèrmic de dins de la cambra és de material combustible, contribuirà significativament a propagar-hi el foc.

El CTE DB SI, secció 1, determina que la compartimentació de les cambres ventilades (definides dins de la categoria d'espais ocults) s'ha de fer cada tres plantes o cada 10 metres, però només quan el material aïllant de la cambra no compleixi els requeriments de reacció al foc B-s3, d2. En els edificis amb una alçària igual o inferior a 18 metres no s'exigeix cap classificació. Només s'exigeix que el material sigui B-s3, d2, a una Alçària de 3,5 metres a les zones accessibles al públic.

Amb independència de l'alçària, si el material aïllant satisfà la classificació exigida no es requereix la compartimentació, la qual cosa significa que no es pren en consideració l'amenaça que representa la cambra ventilada per si mateixa.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

D'altra banda, s'admet una classe C-s3, d2, és a dir, un material amb una contribució limitada al foc, si en les condicions que hem esmentat més amunt es preveuen les barreres tallafoc de classe E30. Aquesta última disposició, en la qual s'admeten materials amb una classificació de reacció al foc pitjor, forma part d'una modificació del CTE que es va fer al juny del 2014.

L'incendi de la Torre Grenfell de Londres és un cas en el qual van influir múltiples factors perquè el foc es propagués d'una manera tan ràpida i virulenta. La cambra ventilada va ser un dels mecanismes principals de propagació. El sistema de façana de l'edifici preveia unes

barreres tallafoc d'acord amb les exigències de la normativa britànica (a l'alçada de cada forjat), però sembla que no arribaven al revestiment i, per tant, no feien la funció d'elements de compartimentació per tal d'impedir el pas de les flames, tal com, efectivament, va succeir (Figura 2.8).

A més, com que es tracta d'una rehabilitació en la qual es va instal·lar un sistema de façana ventilada damunt de la façana original de l'edifici (que al seu torn estava formada per un sistema aplacat amb plafons de finestra i plaques de material petri que cobrien els forjats), alguns punts crítics de la configuració geomètrica van quedar sense

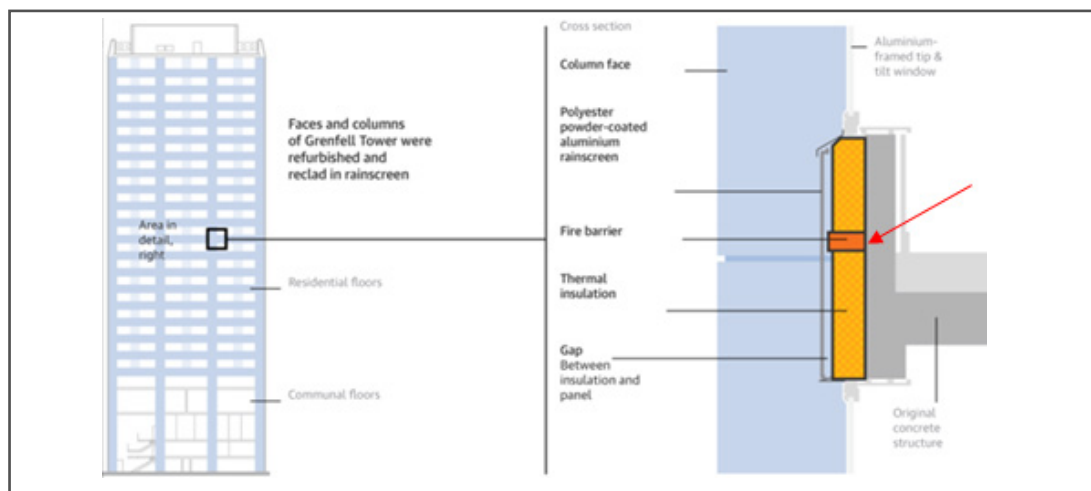


Figura 2.8. Detall constructiu de la façana de l'edifici Grenfell. Diversos factors relacionats amb el sistema de façana van ser el detonant de la propagació ràpida i intensa del foc. Façana ventilada mal compartimentada, plafons de revestiment combustible, aïllant tèrmic combustible.

Font: Architects for Social Housing

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

resoldre's bé, com va ser el cas d'uns pilars sortints amb forma prismàtica ubicats a una distància regular al llarg de l'edifici en les seves quatre façanes (Figura 2.9). En aquests punts, el foc es va propagar per l'extradós i l'intradós de la façana ventilada. En algunes imatges de l'incendi es pot apreciar amb claredat aquest efecte (Figura 2.10).

D. Propagació a través de revestiments combustibles

Els revestiments combustibles poden originar un incendi de gran rapidesa i intensitat, capaç d'emetre una elevada radiació. Les propietats químiques i tèrmi-

ques dels materials són molt importants en aquest aspecte. Alguns materials combustibles (derivats del petroli) poden generar una quantitat important de fums opacs i gasos tòxics (en el capítol 3 d'aquest estudi s'aprofundeix en la toxicitat dels fums). També poden desprendre parts de material o gotes incandescentes durant el seu procés de degradació. Això és clarament molt perillós en una façana, entre altres motius perquè pot dificultar l'evacuació dels ocupants i l'actuació dels equips de rescat i extinció.

La calor que transmet el plomall de foc preescalfa la superfície de la façana i accelera, així, els processos de piròlisi



Figura 2.9. Imatge de l'estudi inicial de la façana ventilada de l'edifici Grenfell i del detall en planta de la resolució dels pilars sortints (esquerra). Imatge de la rehabilitació de la façana gairebé acabada (dreta).

Font: Architects for Social Housing

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

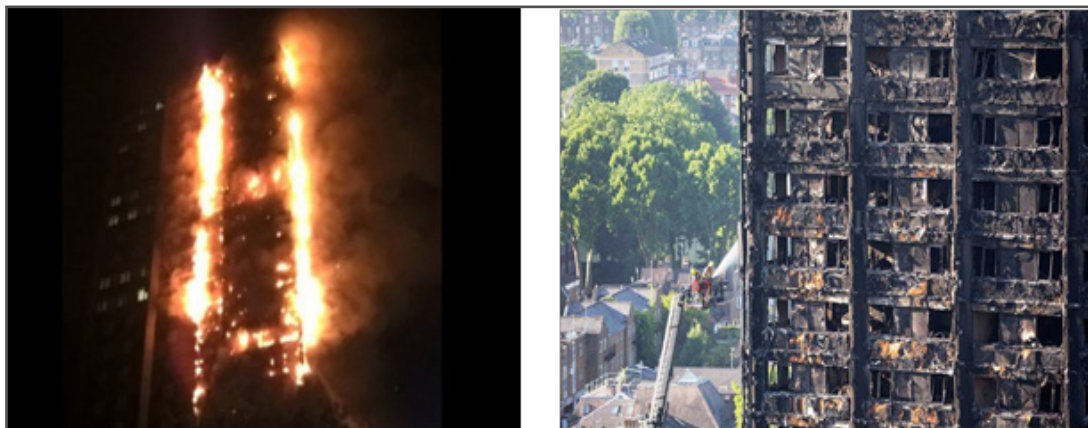


Figura 2.10. Imatge de l'incendi de l'edifici Grenfell, on s'aprecia la propagació del foc al llarg dels pilars sortints de les façanes (esquerra). Imatge de l'edifici Grenfell després de l'incendi.

Fonts: Argentina iNside News. El Litoral.

i la velocitat de propagació de la flama. La transmissió de calor es fa molt més efectiva a causa de l'elevada velocitat de cessió de la calor, que es produeix per la combustió d'un material amb un poder calòric alt.

El risc de propagació del foc a altres edificacions és elevat, ja que a la calor de les flames que emergeixen per les finestres se suma la radiació emesa per la superfície del material en combustió. El risc de propagació a les plantes superiors també és més gran. La millor manera d'evitar aquest tipus de propagació és utilitzar materials que contribueixin de manera molt limitada a la propagació del foc. El CTE SI, secció 2, estableix que els materials que ocupin més del 10% de la superfície de la façana han de tenir una classificació B-s3, d2, però només fins a una alçada de 3,5 metres en zones ac-

cessibles al públic en edificis de fins a 18 metres d'alçada. Els edificis que superen aquesta alçada han de complir el requisit de classificació en la seva totalitat (vegeu el capítol 4).

Alguns revestiments combustibles poden generar una gran quantitat de fums opacs i tòxics que dificulten l'evacuació dels ocupants i l'actuació dels equips de rescat.

Aquest tipus de propagació també es pot produir en materials la capa exterior dels quals és incombustible, com és el cas dels plafons sandvitx amb planxa exterior d'alumini o acer i nucli aïllant de material combustible. Té lloc quan, per l'ac-

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

ció del foc, el revestiment del plafó perd la seva integritat i origina la propagació del foc a través del material combustible del nucli. També es pot desenvolupar en sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior (SATE o ETICS en anglès) una vegada el foc arriba a la capa interior d'aïllament si aquest és combustible.

Plafons sandvitx

La denominació plafó sandvitx engloba diferents productes constructius prefabricats. Tanmateix, per centrar-nos en el tema que ens ocupa només tindrem en compte els que s'utilitzen com a revestiment de façanes. Són productes formats per dues planxes externes resistents d'alumini o acer galvanitzat de poc gruix, amb un nucli de material aïllant de gruix variable, entre 25 i 80 mm. El nucli de material aïllant normalment està format per escuma rígida de poliuretà (PUR) o la seva variant poliisocianurat (PIR). També es fan servir el poliestirè expan-

dit (EPS), el poliestirè extrudit (XPS) i, en menor proporció, l'escuma fenòlica modificada (MPHEN) i el vidre cel·lular (CG). El plafó sandvitx també pot estar format per materials aïllants incombustibles, com la llana mineral, tot i que no s'utilitzen tant. Actualment, els plafons sandvitx amb nucli aïllant de PUR i PIR són els que s'utilitzen més habitualment. Al principi, el plafó sandvitx s'utilitzava exclusivament en aplicacions industrials, però el seu ús s'ha anat estenent en el sector de la construcció d'edificis per les seves prestacions com a material prefabricat (entre altres, lleugeresa, modularitat i instal·lació estandarditzada) i la facilitat de tenir aïllament tèrmic i acabat en un sol producte.

Aquest increment en el seu ús també ha anat acompanyat de nombrosos casos d'incendi que n'han posat en evidència la perillositat potencial, sobretot quan s'utilitza com a revestiment per a edificis en alçada. Als Emirats Àrabs Units (EAU), des de l'any 2012 s'han produït

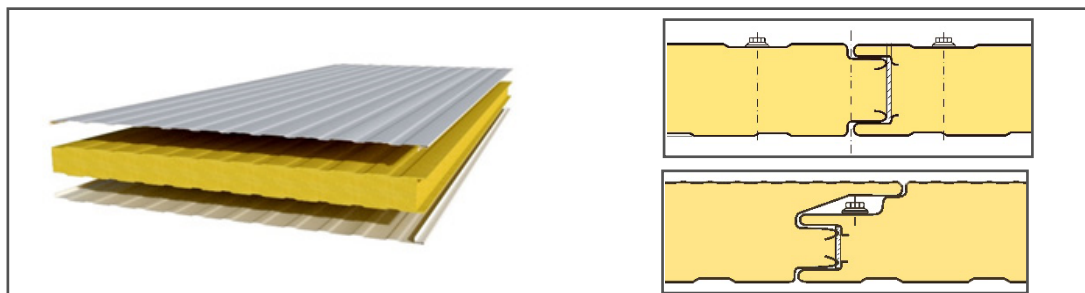


Figura 2.11. Plafó sandvitx per a façana amb planxes exteriors metàl·liques ondulades i nucli aïllant de poliuretà expandit de densitat mitjana, de 40 kg/m³ (esquerra). Tipus d'unió (A) amb cargolam vist i (B) amb cargolam ocult (dreta).
Font: Patec.org.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

cinc grans incendis en gratacels i tots tenen en comú aquest tipus de revestiment de façana. Dubai té, probablement, la concentració més alta d'ús de compòsit d'alumini (ACM o aluminium composite material, en anglès) del món. Experts locals suggereixen que al "Nou Dubai" (construït durant els últims 20 anys) fins a un 70 % dels revestiments de façana són de plafó sandvitx amb nucli aïllant termoplàstic (A. Schreck i J. Gambrell, 2016). En molts casos es tracta de plafons sandvitx amb planxa exterior d'alumini i nucli de polietilè, que és el mateix revestiment de façana que tenia la Torre Grenfell de Londres quan va tenir lloc el tràgic incendi al juny del 2017 (Figura 2.12). Tot i que en l'incendi de la Torre Grenfell hi van intervenir múltiples factors que van propiciar la ràpida propagació del foc, un dels aspectes assenyalats com a determinants va ser el revestiment exterior. En la normativa de seguretat contra incendis dels EAU dels anys 2012-2013 (Fire and Life Safety Code), modificada després de diversos casos d'incendi greus, es va prohibir explícitament l'ús d'aquest tipus de revestiments. Malgrat els esforços i les modificacions de la regulació en matèria de seguretat, les mesures no han estat efectives a l'hora d'impedir que es produeixin noves situacions d'incendi perquè no tenen caràcter retroactiu.

Aquests productes de revestiment donen una falsa sensació de seguretat, basada en la incombustibilitat de la planxa de recobriment exterior. Per això, en general, es consideren de difícil ignició. Ara bé, quan l'incendi pren determinades proporcions, la planxa no constitueix cap

obstacle perquè el nucli combustible entri en ignició i contribueixi de manera significativa a la càrrega de foc i a la propagació de l'incendi (P. Morgan i M. Shipp, 1999; E. Luengo, 2007). A més, aquest tipus de plafó sandvitx produeix una gran quantitat de fums densos, gasos tòxics i la caiguda de material incandescent, la qual cosa n'augmenta la perillositat.

Els plafons sandvitx donen una falsa sensació de seguretat, basada en la incombustibilitat de la planxa de recobriment exterior, però quan l'incendi pren determinades proporcions, la planxa no constitueix cap obstacle i el nucli combustible contribueix de manera significativa a la càrrega de foc i la propagació de l'incendi.

La contribució del plafó a la situació d'incendi també depèn de factors com la magnitud de l'incendi, l'alçària i la geometria de l'edifici, la ubicació, el format i la configuració del plafó i la seva composició (sobretot pel que fa al nucli). Així mateix, depèn del disseny del sistema d'unions (junttes, fixacions, reblons, tapajunttes, etc.), el sistema d'ancoratge a l'estructura de l'edifici, la tipologia de la subestructura de façana i la resistència al foc de l'estructura de suport (P. Collier i G. Baker, 2004; P. Johansson

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA



Figura 2.12. L'edifici Torch Tower, a Dubai, s'ha incendiat dues vegades en dos anys: el març del 2015, per primera vegada (esquerra), i l'agost del 2017, per segona vegada. Incendi de la Torre Grenfell, al juny del 2017 (dreta).

Fonts: ilpost.it.; huffingtonpost.co.uk.

i P. Van Hees, 2002; E. Luengo, 2007). Dins d'aquesta variabilitat de factors, el material aïllant del nucli sembla que és el factor més determinant. Per ordre de pitjor a millor comportament esperat trobem els nuclis de poliestirè (expandit i extrudit), poliuretà (PUR) (amb variabilitat segons la composició), poliisocianurat (PIR) (amb variabilitat segons la composició), escuma fenòlica i, finalment (amb un comportament molt diferenciat), els de llanes minerals (ABI, 2003; E. Luengo, 2007).

Els possibles fenòmens específics que es poden produir amb plafons sandvitx durant un incendi totalment desenvolupat són els següents:

Delaminació de les cares. Es produeix per una mala adhesió de les cares metàl·liques i el nucli (Figura 2.13). Pot passar en tot tipus de plafons. Es consi-

dera un fenomen perillós per la possible caiguda de peces i perquè provoca l'exposició prematura del nucli combustible a l'acció del foc. Aquesta situació pot suposar un augment significatiu de la potència i la velocitat de propagació del foc (P. Morgan i M. Shipp, 1999; E. Luengo, 2007).

Inestabilitat dels plafons i fallada de les fixacions. Una de les característiques dels plafons sandvitx és la seva posada en obra ràpida, estandarditzada i amb pocs elements de fixació. En cas d'incendi, aquest aspecte pot donar lloc a fenòmens d'inestabilitat pel despreniment de fixacions, la caiguda de peces i la pèrdua de rigidesa dels plafons.

Deformació dels plafons i obertura de les juntes. L'exposició dels plafons a les altes temperatures de l'incendi també pot provocar la deformació dels extrems

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

d'unió i obertura de les juntes, que exposa el nucli a l'atac directe del foc. Igual que en el primer cas, aquesta situació pot incrementar de manera important la velocitat de propagació i la intensitat del foc (P. Collier, 2005; E. Luengo, 2007).



*Figura 2.13. Imatge de delaminació d'un plafó sandvitx amb ànima de poliuretà durant un incendi a l'hospital Wharfedale, a Otley, West Yorkshire, Anglaterra, l'any 2003.
Font: International Fire Protection.*

Els aïllants combustibles que constitueixen el nucli dels plafons tenen una classificació de reacció al foc molt baixa com a material, ja que en general són de classe E o F. No obstant això, quan passen a formar part del plafó i configuren un producte tenen una classe de reacció al foc C-s3, d0. En funció del fabricant, alguns PIR poden arribar a ser de classe B-s1, d0 (Taula 2.1). La classificació B-s2, d0 correspon a materials amb un bon comportament i una contribució molt limitada al desenvolupament del foc, aptes per a pràcticament qualsevol aplicació de façana. Tanmateix, no es correspon amb el

comportament que s'observa en aquests productes en una situació d'incendi real.

Tal com s'explica en el capítol 5, aquesta situació es deu al tipus d'assaigs establerts des del Comitè Europeu de Normalització (CEN) per determinar la classificació de reacció al foc dels productes de façana. Els assaigs a escala mitjana, com l'SBI EN 13823, poden donar lloc a resultats enganyosos perquè l'exposició a la qual se sotmet la proveta no és representativa de les condicions reals d'ús final d'un producte de façana (N. White et al., 2014). De fet, la reacció al foc dels materials i els productes no és un paràmetre suficient per determinar el comportament d'un sistema de façana constituït per diversos elements constructius.

Actualment hi ha un ampli consens de la necessitat de definir un escenari d'assaig a gran escala que permeti provar productes i sistemes en unes condicions d'ús final equivalents a una situació típica de propagació del foc per la façana.

Sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior (SATE)

El nou pla energètic europeu, redactat l'any 2015, reconeix com una de les mesures més eficaces per reduir el consum i les emissions de CO₂ a Europa la millora energètica dels edificis residencials per mitjà de sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior (SATE). Són sistemes fàcils d'aplicar, tant a edificis d'obra nova com

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

	PUR	PIR	EPS/ XPS	LLANA MINERAL
Temperatura que pertorba l'estabilitat dimensional (°C)	~200	~200	~90-100	-
Temperatura d'ignició (°C)	285-310	415	245-345	
Classe de reacció al foc	Segons fabricant E, D, C, D	E, F	A1	
	Plafons sandvitx PUR	Plafons sandvitx PIR	Plafons sandvitx EPS/XPS	Plafons sandvitx LLANA MINERAL
Classe de reacció al foc del material aïllant d'un plafó sandvitx	C-s3, d0 B-s2, d0 B-s3, d0 Segon fabricant	B-s1, d0 B-s2, d0		A1-s1, d0
Classe de reacció al foc del material aïllant més un arrebossat (SATE)	C-s2, d0 B-s1, d0 Segons fabricant	B-s1, d0	B-s1, d0	A1-s1, d0

*Taula 2.1. Comportament de materials i productes aïllants en cas d'incendi.
Font: M. P. Giraldo a partir de dades publicades per fabricants de materials i productes.*

en edificis rehabilitats. Consten d'una capa d'aïllament tèrmic que es fixa al suport (façana), una capa exterior de morter armat amb una malla de fibra de vidre i una capa d'acabat (emprimació i arrebossat o plaqueta emmorterada). Totes les capes conformen un sol element (kit).

En aquest sistema es poden utilitzar diferents materials aïllants: fibra de fusta d'alta densitat, suro expandit, llana

mineral, escuma de poliuretà (PUR), escuma de poliisocianurat (PIR), poliestirè expandit (EPS), poliestirè extrudit (XPS), vidre cel·lular (CG). No obstant això, segons dades de l'Associació Europea per al SATE (EAE, 2013) s'estima que el 85 % dels SATE instal·lats a Europa tenen aïllant d'EPS. A Espanya no hi ha dades oficials, però l'EPS se situa, també, com el material aïllant utilitzat amb més freqüència, principalment perquè té un cost baix.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

L'ús de materials combustibles (PUR, PIR, EPS, XPS, etc.) suposa un risc a causa de l'augment significatiu de la càrrega de foc de la façana i la probabilitat que el foc arribi al nucli combustible i es propagui a través d'aquest nucli. L'augment progressiu del gruix requerit per a l'aïllant per l'increment de les exigències relatives a la transmitància tèrmica també és un aspecte que cal tenir en compte.

Per complir els requisits de seguretat en cas d'incendi, la protecció del sistema es basa en la capa exterior de morter i arrebossat, amb un gruix que varia entre els 5 i els 9 mm. El morter i els aglomerants hidràulics són materials amb un bon comportament davant del

foc. Tanmateix, una capa fina d'aquest material pot resultar insuficient per evitar que el flux de calor provoqui la ignició de l'aïllant, sobretot si l'aïllant entra en ignició a temperatures relativament baixes (vegeu la Taula 2.1). En un incendi totalment desenvolupat es poden arribar a temperatures significatives (a l'entorn dels 1.200 °C) en funció de les característiques de l'incendi, en especial de la càrrega de foc.

Això no obstant, els sistemes SATE constituïts per materials combustibles tenen una classe de reacció al foc de C-s2, d0 a B-s1, d0, segons el material i el fabricant, que els fa aptes perquè es puguin utilitzar en pràcticament qualsevol edifici. Aquesta situació es deu al



*Figura 2.14. Incendi de façana amb sistema SATE de material aïllant sense determinar. Edifici Belleville, Breslavia, Polònia, 19.5.2017.
Font: Lotnicze Fotopolska*

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

tipus d'assaigs que es requereixen perquè es puguin certificar com a producte de façana (vegeu el capítol 5).

El nou pla energètic europeu reconeix com una de les mesures més eficaces per reduir el consum i les emissions de CO₂ a Europa la millora energètica dels edificis residencials per mitjà de SATE.

En l'actualitat, la majoria de les investigacions relacionades amb aquest risc s'han dut a terme en SATE amb aïllant d'EPS. En relació amb altres termoplàstics, es considera que aquest material és el que té un comportament més dolent en cas d'exposició del foc (I. Kotthoff et al., 2016). En general, els sistemes SATE duen associat un perill més rellevant quan estan fabricats amb aïllants combustibles fusibles (que generen la caiguda de gotes incandescentes) —com l'EPS i l'XPS— que no pas quan estan fabricats amb materials no fusibles —com el PIR i el PUR— (Y. Martin, 2017). Altres materials combustibles, com la fibra de fusta, també poden presentar fenòmens menys crítics, com ara la combustió lenta (smouldering) (Hakkarainen et al., 2002). Actualment hi ha pocs treballs de recerca sobre aquest tema.

El 2012, els serveis de seguretat contra incendis d'Alemanya, després de diversos casos d'incendi relacionats amb l'ús de l'EPS en sistemes SATE, van co-

mençar a recopilar dades sobre aquest tipus de sinistre. El registre conté més de 90 casos, amb 11 víctimes mortals i 124 ferits. És especialment notable el fet que normalment les víctimes estan a les plantes superiors a l'origen del foc (A. Hofmann-Böllinghaus, 2017).

Alguns aspectes específics relacionats amb el SATE i els aïllaments combustibles en situació d'incendi són:

- Pèrdua d'integritat del revestiment de morter per deshidratació amb aparició de clivelles, de manera que el material aïllant queda exposat al foc.
- Ignició del material aïllant que hi ha sota la capa de morter, si és que aquesta capa es manté íntegra, amb la caiguda consegüent de gotes si el material aïllant és fusible.
- Contribució significativa del material aïllant a la intensitat i la propagació de l'incendi.
- Producció de fums opacs i gasos tòxics.
- Normalment, l'alçada de les flames pot superar els 10 metres, de manera que les franges de material incombustible (Figura 2.15) proposades en la normativa de països com Alemanya i França poden ser insuficients per evitar la propagació del foc.

En els SATE, igual que en el cas que hem exposat anteriorment relatiu als plafons sandvitx, els assaigs que determinen l'aptitud del sistema de façana no reproduïxen les condicions que es poden donar durant la propagació del foc per la façana (vegeu el capítol 5). És important

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

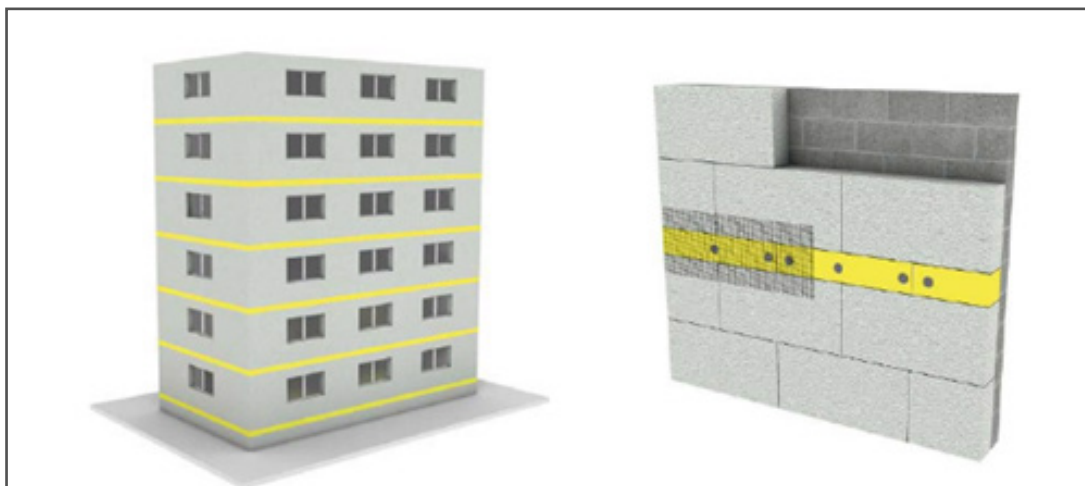


Figura 2.15. Franges contínues de material aïllant no combustible (200 mm) recomanades en la normativa vigent a França.
Font: Y. Martin, 2017

posar de manifest aquesta situació, ja que en els propers anys un gran nombre d'edificis a tot Espanya haurà de renovar les envoltants tèrmiques amb sistemes SATE.

S'estima que el 85 % dels SATE instal·lats a Europa té aïllant d'EPS.

E. Propagació a través d'un full principal amb elements combustibles

La tendència a resoldre les façanes amb sistemes lleugers i multicapa, formats per diversos materials, cadascun dels quals especialitzat a satisfer una funció en concret, pot portar a dissenyar

façanes amb elements combustibles incorporats en el mateix full principal. No ens referim als revestiments, sinó al full principal, que actua com a suport i tancament de la façana, i a la seva capacitat d'entrar en ignició i afavorir la propagació del foc.

Aquest seria el cas d'un plafó sandvitx o multicapa instal·lat com a únic mecanisme de tancament de la façana: plafó sandvitx de GRC (formigó reforçat amb fibra de vidre o glass reinforced concrete, en anglès) o de formigó, sandvitx metàl·lic, plafó de compòsit o fibra sintètica, fusta, etc.

La majoria dels plafons de formigó o GRC massissen el perímetre del plafó, de manera que el nucli queda comple-

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

tament confinat. No és el cas dels plafons de planxes metàl·liques, en què les planxes situades a ambdós costats del nucli aïllant no es toquen i deixen exposat el material del nucli en tots els cantells. En els plafons de formigó i GRC, la tendència és buscar aquesta mateixa estructura i aquesta mateixa desconnexió entre capes i, per tant, deixar el material aïllant més desprotegit.

Tal com s'explica en el punt anterior, la propagació del foc en aquest tipus de plafons es produeix quan el revestiment del plafó perd la seva integritat i origina la propagació a través del material combustible del nucli; és a dir, que la reacció al foc del material de les làmines exteriors, així com el grau de confinament del nucli lleuger, són importants a l'hora de valorar el risc que comporta aquest tipus de productes. En aquest sentit, els plafons de planxes metàl·liques són els més vulnerables.

L'ús de la fusta com a element de suport, que cada vegada és més habitual, també s'ha de tenir en compte a l'efecte de la propagació (Figura 2.16).

2.1.2. Importància del disseny de les façanes i el control de l'execució

El foc és un fenomen complex, sensible a diferents factors, un dels quals és la configuració geomètrica del recinte en el qual es produeix l'incendi i de les superfícies per les quals es propaga. La façana, per la seva verticalitat, és un mitjà "ideal" de propagació de l'incendi,

així que la manera com estigui dissenyada pot influir en el desenvolupament de la propagació del foc.

El disseny de la façana comprèn diversos aspectes relacionats amb la seva geometria, com són la mida i la forma de les finestres, la disposició d'elements sortints (ràfecs, balcons i mainells, entre altres), els volums i les reculades o els elements de control solar, a més de la disposició dels diferents elements que conformen els sistemes i les tipologies de façana.

La façana, per la seva

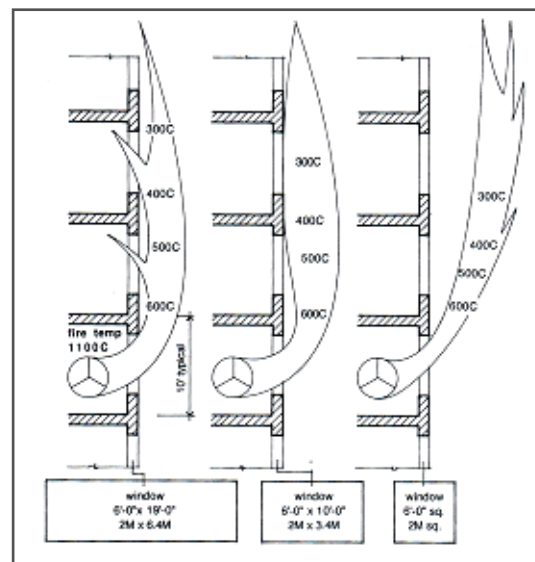


Figura 2.17. Relació de la mida i la forma de les finestres amb el comportament del plomall de foc. Finestres d'amplades diferents.

Font: J. Patterson, 1993.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

verticalitat, és un mitjà “ideal” de propagació de l’incendi, així que la manera com estigui dissenyada pot influir en el desenvolupament de la propagació del foc.

El disseny de la façana pot contribuir a la propagació del foc o bé al contrari, a revertir-ne els efectes desviant-ne o limitant-ne la trajectòria. Els aspectes més rellevants relacionats amb el disseny de la façana són:

La configuració geomètrica de les finestres. És un factor que pot influir significativament en la mida, la trajectòria i la forma del plomall de foc. Les façanes amb finestres grans representen un perill més gran perquè projecten plomalls de foc proporcionals a la seva mida. A més, en recintes amb finestres grans l’evolució de l’incendi acostuma a ser més ràpida i intensa (Ee H. Yi et al., 2007). La forma de les finestres o el grau en què es mantenen cenyides a la superfície repercuteix en l’alçada de les flames (Figura 2.17) (J. Patterson, 1993).

Elements o cossos sortints. En general, els elements sortints es poden considerar deflectors del flux de calor i les flames i són capaços de modificar la trajectòria del plomall de foc que surt a través de les finestres. Els elements sortints horitzontals, com els ràfecs, tendeixen a desviar el plomall de foc cap a l’exterior de la façana i eviten, així, que el

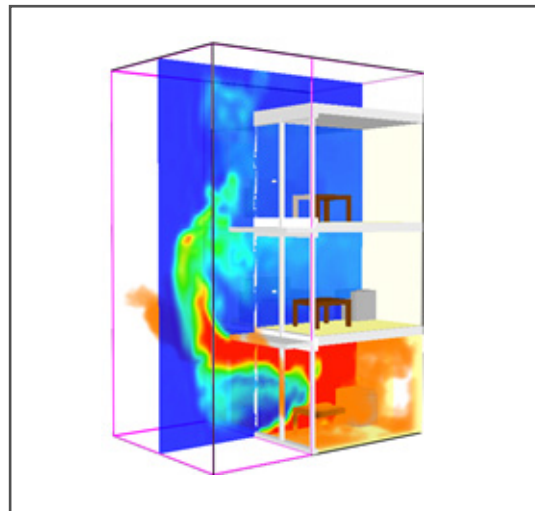


Figura 2.18. Els ràfecs són elements capaços de desviar la trajectòria del foc i evitar, així, que el flux de calor afecti les plantes superiors de l’edifici. Estudi realitzat amb modelatge i simulació computacional d’incendis.

Font: M. P. Giraldo, 2012.

foc incideixi en la superfície, mentre que els elements verticals, com els mainells, tendeixen a concentrar-lo i canalitzar-lo.

Sistemes de façana. Els elements que constitueixen els diferents tipus o sistemes de façana poden conformar cavitats per les quals el foc es pot propagar o bé afavorir múltiples situacions de risc en funció d’on es trobin i de les propietats tèrmiques que tinguin. Tot i que no són façanes ventilades, les façanes aplacades en què el revestiment no s’adhereix al suport amb morter, sinó que s’hi ancora de manera mecànica, constitueixen sistemes compostos per diverses capes

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

que conformen cavitats fruit del mateix sistema constructiu, encara que no tenen cap funció definida.

Els aspectes assenyalats destaquen la importància que pot tenir qualsevol decisió que es prengui en relació amb el disseny de les façanes, fins i tot en temes aparentment simples, com la mida de les finestres, la disposició d'un balcó o un ràfec, la mida dels muntants d'un mur cortina o l'elecció d'un material. A l'hora de dissenyar les façanes no només s'han de tenir en compte els aspectes estètics, estructurals, d'il·luminació natural, control solar, etc., sinó tots els aspectes relacionats amb la protecció passiva en cas d'incendi. De vegades, la mera aplicació de la normativa no garanteix que s'assoleixin uns nivells de seguretat suficients.

Així mateix, resulta fonamental executar correctament les mesures de protecció passiva (detalls constructius), a més d'inspeccionar-les i fer-ne el manteniment. És molt important que les obres les faci personal qualificat, amb el coneixement específic de materials i procediments. A Espanya encara no existeix cap títol o certificat que permeti comprovar les competències del personal d'obres especialitzat en aquest àmbit, però és un aspecte en el qual estan treballant diverses associacions de protecció contra incendis. L'any passat es van publicar dues guies de sistemes de protecció passiva contra incendis. La primera, de Tecnifuego, conté informació sobre l'execució en obra de sistemes de protecció passiva. La segona, del Clúster de Seguretat Contra Incendis, pretén establir els

controls i les comprovacions necessaris (així com els seus registres) per assegurar la instal·lació i el manteniment correctes dels sistemes de protecció passiva.

El treball coordinat dels diferents agents implicats en el projecte (com arquitectes, arquitectes tècnics, enginyers, prescriptors o fabricants) és essencial perquè els aspectes que hem comentat tinguin una repercussió en la seguretat de l'edifici i de les façanes.

2.2. Consideracions sobre la regulació vigent en matèria de propagació exterior del foc

Si s'observa la regulació vigent sobre propagació exterior del foc (CTE SI, secció 2), hi ha alguns aspectes que criden l'atenció i que convé destacar. El primer és que la normativa no ha presentat canvis substancials des de l'any 1996 (NBE CPI 96), la qual cosa suggereix que durant els últims anys no s'ha evolucionat en aquest aspecte. Tanmateix, les façanes i, en general, l'envolupant dels edificis han anat experimentant canvis evidents, ja que han incorporat funcions noves, dispositius tecnològics nous i materials nous.

El segon aspecte que cal destacar és que la normativa actual aporta informació escassa i preveu poques mesures d'actuació, cosa que dona lloc a un marge d'interpretació ampli, que pot derivar en una definició inadequada dels requisits de protecció contra incendis.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

A més, no es fa referència a les diverses tipologies de façana, com ara les façanes ventilades, els murs cortina o els casos singulars de doble pell de vidre. Tampoc hi ha informació tècnica complementària que pugui orientar els professionals pel que fa a la manera d'afrontar determinats riscos associats a cada tipologia constructiva. Aquesta situació trasllada una responsabilitat enorme als professionals i industrials involucrats en els projectes, ja que són els que finalment proposen i apliquen les solucions constructives de protecció. Una de les conseqüències d'això és que resulta difícil establir el grau de seguretat que s'assoleix mitjançant les mesures exigides en diferents casos.

No hi ha informació tècnica complementària que orienti els professionals a l'hora d'afrontar determinats riscos associats a cada tipologia constructiva.

La justificació de les diverses solucions constructives aplicades (en murs cortina, façanes ventilades, etc.) es pot convertir més en un fi per complir les exigències de la normativa que no pas en un mitjà per aconseguir un grau de seguretat acceptable en l'edificació. Els requeriments per a qualsevol tipus de façana són la reacció i la resistència al foc en els termes especificats al DB SI. La justificació es fa aplicant directament els valors límit especificats en el document.

La propagació del foc en edificis alts suposa un increment significatiu del risc. Factors com el vent i l'efecte xemeneia influeixen amb més contundència com més alt és l'edifici. També es compliquen substancialment les tasques d'evacuació. No obstant això, el CTE no preveu exigències per a aquest tipus d'edificis, excepte pel que fa a l'ús de ruixadors automàtics a partir de 80 metres d'alçada i a partir de 28 metres si es tracta d'hotels o edificis similars (residencials públics).

Les mesures previstes en relació amb els materials de façana es perceben poc restrictives. Així, per exemple, la norma estableix el següent: "la classe de reacció al foc dels materials que ocupin més del 10 % de la superfície de l'acabat exterior de les façanes o de les superfícies interiors de les cambres ventilades que puguin tenir aquestes façanes ha de ser B-s3, d2 fins a una alçada de 3,5 metres com a mínim, en les façanes en què l'arrencada inferior sigui accessible al públic des de la rasant exterior o des d'una coberta, i en tota l'alçada de la façana quan excedeixi els 18 metres, independentment d'on es trobi l'arrencada; (...) es pot admetre una classe C-s3, d2 si es compleix el que s'estableix en l'article DB SI secció 1-3.2 (barreres tallafoc de classe E30 cada 3 plantes i 10 metres)".

Aquest plantejament deixa sense cobrir bona part del risc, ja que per a molts edificis (de planta baixa més cinc pisos, per exemple) no hi ha cap requisit relatiu a la combustibilitat dels materials de la façana. D'altra banda, la col·locació de barreres tallafoc no és necessària quan

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

els materials aïllants compleixen la classificació establerta, malgrat que l'efecte xemeneia té lloc en una cambra ventilada tant si hi ha presència de materials combustibles com si no n'hi ha. A més, les barreres s'haurien d'instal·lar a l'Alçària de cada forjat, tal com especifica, per exemple, la regulació britànica basada en estudis previs (S. Colwell, B. Martin, 2003).

Així mateix, la classe B-s3, d2 correspon a un material combustible amb contribució molt limitada al foc (B), opacitat alta dels fums produïts (s3) i alta caiguda de gotes o partícules inflamades (d2). Resulta estrany que no es limiti l'aplicació a les façanes de productes amb el màxim d'opacitat de fums i de caiguda de gotes inflamades. En altres països d'Europa, la caiguda de gotes ha de ser d0, és a dir, nul·la. L'Ordenança municipal de condicions de protecció contra incendis de Barcelona (OMCPI) fa aquesta correcció al document nacional i exigeix la classificació sense caiguda de gotes (B-s3, d0). En el capítol 4 s'inclou una aproximació per països dels requeriments normatius en matèria de seguretat contra incendis a Europa.

L'altre aspecte relatiu als materials i els productes de façana està relacionat amb els mètodes d'assaig utilitzats per a certificar l'aptitud dels productes i els sistemes de façana. Tal com s'explica en el capítol 5, els assaigs a què se sotmeten els productes i els sistemes de façana no reproduïxen les condicions d'exposició al foc típiques que es donen en una situació d'incendi per l'exterior, de ma-

nera que es validen, per a gairebé qualsevol aplicació, productes potencialment perillosos en aquest tipus de situacions d'incendi.

2.3. Conclusions del capítol

La propagació del foc per la façana és un tema que mereix una atenció especial, atesa la facilitat i la rapidesa amb què es pot produir i perquè en determinats casos contribueix de manera significativa a la difusió del foc en els edificis.

Les disposicions del CTE per limitar la propagació exterior del foc són escasses i genèriques.

En les façanes, el foc es pot propagar per diverses vies. Totes estan relacionades amb les tipologies i els sistemes, el disseny i la configuració geomètrica, i els materials i els productes emprats per als revestiments, els aïllaments o el full principal de suport. Per tant, és fonamental identificar els factors de risc que es donen en cada cas per tal d'implementar les mesures de protecció pertinents.

Idealment, la normativa aplicable hauria de posar en evidència aquests factors de risc i aportar les mesures de protecció necessàries a fi de minimitzar-los o evitar-los. Tanmateix, les disposicions del CTE per limitar la propagació exterior del foc són escasses i genèriques, la qual cosa dona lloc a un ampli marge d'interpretació dels requeriments de protecció.

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

Al seu torn, trasllada una gran responsabilitat als professionals i als tècnics que s'encarreguen de determinar les solucions constructives de protecció passiva. En conseqüència, es poden construir façanes que compleixin la normativa vigent i que, al mateix temps, resultin potencialment perilloses en situació d'incendi, ja sigui per les solucions constructives del sistema de façana, el disseny o la combustibilitat dels materials i els productes utilitzats.

En l'apartat 2.2 s'han exposat una sèrie de reflexions sobre el marc regulador actual en relació amb la reacció al foc dels productes aplicables a les façanes. La problemàtica combina el que preveu el CTE i els paràmetres comuns establerts pel Comitè Europeu de Normalització (CEN) per harmonitzar els procediments i les normes de productes de la construcció.

Actualment es poden construir façanes que compleixin la normativa vigent, però poden resultar potencialment perilloses en cas d'incendi.

D'una banda, cal destacar que la norma espAnyla no té en compte la perillositat que representa en els materials de façana admetre l'índex màxim d'opacitat i de caiguda de partícules incandescentes (B-s3, d2). De l'altra, en l'àmbit europeu els assaigs de certificació proposats pel CEN avalen productes que suposen un

risc potencial en situació d'incendi. És el cas dels plafons sandvitx i els SATE, la classificació dels quals és apta per a qualsevol aplicació, encara que estiguin formats per materials amb un grau de combustibilitat alt.

2.4. Bibliografia i altres referències

- Wade, C. "Fire Performance of External Wall Claddings Under a Performance-based Building Code". Fire and Materials. Vol. 19, 1995, pàgs. 127-132.
- Kotthoff, I., Riemesch-Speer, J. Mechanism of fire spread of facades and the new Technical Report of EOTA. "Large-scale fire performance testing of external wall cladding systems". MATEC Web of Conferences 9:02010, 2013.
- Law, M. "Fire Safety of External Building Elements – The Design Approach". Engineering Journal of the American Institute of Steel Construction. Vol. 15, 1978, pàgs. 59-74.
- Giraldo, M. P. Evaluación del Comportamiento del Fuego y Seguridad Contra Incendis en Diversas Tipologías de FAÇANES . (Tesi doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya, 2012.
- Drysdale, D. An Introduction to Fire Dynamics. Second edition, John Wiley & Sons, New York, 1998. ISBN-13: 978-0471972914.
- Collwell, S., Martin, B. Fire performance of external thermal insulation for walls of multi-storey buildings, Building Research Establishment

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

- BRE, London, 2003. ISBN 1 86081 622 3.
- Luengo, E. “Una aproximación a los paneles sándwich”. 24 MAPFRE SEGURIDAD núm. 108, quart trimestre 2007.
 - Association of British Insurers. “Technical briefing: Fire performance of sandwich panel systems”, maig de 2003.
 - Morgan, P., Shipp, M. P. “Firefighting options for fires involving sandwich panels”. FRDG Publication number 3/99.
 - Collier, P. C., Baker, G. B. Improving the fire performance of polystyrene insulated panels in New Zealand. 2004.
 - Van Hees, P., Johansson, P. Fire tests with rate of heat release and smoke production of sandwich panels when tested according to ISO FDIS 13784 part 1, part 2 and modified ISO FDIS 13784 part 1. 2002.
 - Collier, P. C. Flame barriers for foamed plastics. Study Report No. 144. 2005.
 - White, N., et al. Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components. The Fire Protection Research Foundation, 2014.
 - Kotthoff, I., Hauswaldt, S., Riese, O., Riemesch-Speer, J. Investigations of the performance of facades made of ETICS with polystyrene under external fire exposure and fire safety measures for their improvement. MATEC Web of Conferences 46, 02007, 2016. DOI: 10.1051/matec-conf/20164602007
 - Martin, I., et al. Fire Safety of multi-storey building Facades. Confédération Construction. Belgian Building Research Institute, 2017.
 - Hofmann-Böllinghaus, A., Bachemeier, P. Fire Safety of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) for Façades with Polystyrene (EPS) Insulation. 2017.
 - Ee. H. Yii., Fleischmann, C. M., Buchanan, A. H. “Vent Flows in Fire Compartments with Large Openings”. Journal of Fire Protection Engineering, vol. 17, n. 3, agost de 2007, pàgs. 211-237. DOI: 10.1177/1042391507069634
 - Patterson, J. Simplified Design for Building Fire Safety. Iowa State University, John Wiley&Sons, Inc., New York, 1993. ISBN 0471572365.
 - Hakkarainen, T., Oksanen, T. Fire Safety Assessment of Wooden Facades, Fire and Materials, vol. 26, 2002, pàgs. 7-27.

Webs

- Curtis, A. “Enclosure Fire Dynamics”. <http://slideplayer.com/slide/5277123/>.
- Architects for Social Housing. The Truth about Grenfell Tower. (21.7.2017) <https://architects-forsocialhousing.wordpress.com/2017/07/21/the-truth-about-grenfell-tower-a-report-by-architects-for-social-housing/>
- Argentina iNside News. Raúl Enrique Bibiano. Londres: Terrorífico Incendi del Edificio torre Grenfell Tower parecía las puertas del infierno. (14.6.2017) <http://arg-in.blogspot.com/2017/06/>

PROPAGACIÓ DEL FOC PER LA FAÇANA

- londres-terrorifico-Incendi-del.html
- Schreck, A. Gambrell, J. How a common building material turned a Dubai hotel fire into an inferno. ADAM The Associated Press. (19.01.2016) <https://www.thestar.com/business/2016/01/19/how-a-common-building-material-turned-a-dubai-hotel-fire-into-an-inferno.html>.
- Ilpost.it. Il grosso Incendi al Marina Torch. <https://www.ilpost.it/2015/02/21/Incendi-marina-torch-dubai/fire-at-the-torch-tower-in-dubai-2/>
- Steven Hopkins. Grenfell Tower Blaze Sees Man Charged With 'Falsely Claiming He Lost Family Members'. (30.06.2017) https://www.huffingtonpost.co.uk/entry/grenfell-tower_uk_5955fd45e4b0da2c73228763?guccounter=1
- International Fire Protection. Understanding Fire Performance of Insulated Panel Systems. Roy Weghorst, J. (24.07.2017) <https://ifpmag.mdmpublishing.com/understanding-fire-performance-of-insulated-panel-systems/>
- EAE - European Association for External Thermal Insulation Composite Systems. ETICS in Europe. [http://www.interempresas.net/Cerramientos_y_ventanas/Articulos/108375-Ultimas-tendencias-en-el-aislamiento-termico-por-el-exterior-\(SA-TE\)-con-EPS.html](http://www.interempresas.net/Cerramientos_y_ventanas/Articulos/108375-Ultimas-tendencias-en-el-aislamiento-termico-por-el-exterior-(SA-TE)-con-EPS.html)
- Lotnicze Fotopolska. Incendi en un conjunt d'edificis d'habitatges. <https://www.youtube.com/watch?v=7R-rOkN8DCWI&feature=youtu.be>

Ana M. Lacasta

Doctora en Ciències Físiques. Catedràtica del Departament de Tecnologia de l'Arquitectura, EPSEB - UPC.

Laia Haurie

Doctora en Ciències Químiques. Professora agregada a l'EPSEB, membre del Departament de Tecnologia en l'Arquitectura de la UPC

La toxicitat és una problemàtica d'una importància vital en cas d'incendi. Com s'ha pogut veure en casos com el de la Torre Grenfell de Londres, un sinistre que motiva l'elaboració d'aquest document, la inhalació de fums és la causa principal de mort en aquests casos. Malgrat això, i a diferència del que succeeix en altres sectors industrials, les normatives reguladores en el sector de la construcció no preveuen aquest factor ni ofereixen solucions al respecte.

Per aquest motiu, en el capítol següent s'analitzen els diferents aspectes que cal tenir en compte per entendre la toxicitat en cas d'incendi, i es revisa la regulació que fan diferents països sobre la toxicitat dels fums dels materials de construcció.

3.1. Perillositat dels fums en un incendi

Els fums generats en un incendi són una combinació d'aire calent, partícules en suspensió que no s'han cremat (sutge) i diverses combinacions de gasos més o menys tòxics, que poden ser irritants o asfixiants. La concentració d'oxigen (O₂) és més baixa que en con-

dicions normals. Els gasos més comuns generats són el vapor d'aigua, el diòxid de carboni (CO₂) i el monòxid de carboni (CO). Depenent del material i de les condicions de l'incendi, es poden desprendre altres gasos com clorur d'hidrogen o cianur d'hidrogen. En condicions de poca ventilació solen produir-se fums més foscos, que contenen més quantitat de sutge, menys percentatge de CO₂ i més percentatge de CO.

Els fums generats en un incendi són una combinació d'aire calent, partícules en suspensió que no s'han cremat (sutge) i diverses combinacions de gasos més o menys tòxics, que poden ser irritants o asfixiants.

Hi ha diversos motius pels quals els fums d'un incendi són potencialment perillosos:

- Es difonen molt ràpidament de manera que, en pocs minuts, els fums generats en un foc poden arribar a grans espais. Solen desplaçar-se verticalment cap amunt, s'acumulen a la part superior dels recintes i puguen per la façana, caixes d'escaleres i conductes.
- Són gasos calents, la qual cosa dificulta la respiració i pot produir cremades.
- Poden produir asfixia, ja que conte-

TOXICITAT

nen una menor concentració d'O₂ i una major concentració de CO₂, a més de gasos asfixiants com el CO.

- Poden produir-se gasos irritants. Inhal·lar aquestes substàncies pot produir cremades als pulmons i al tracte respiratori.
- Contenen partícules en suspensió amb efectes irritants sobre les mucoses. Provoquen llagimeig i dificulten la respiració.
- El fum, sobretot si és dens, disminueix dràsticament la visibilitat.
- Tant la disminució de la visibilitat com els efectes incapacitants del fum i els gasos asfixiants i irritants dificulten la sortida de les persones i l'accés dels bombers i, en conseqüència, moltes de les morts per incendis són causades per la inhalació de fums.

Els productes tòxics dels incendis van començar a ser reconeguts com una gran amenaça a les dècades de 1970 i 1980, i des d'aleshores s'han dut a terme un gran nombre d'investigacions en aquest camp (A. A. Alarifi, 2016). Un cas de gran impacte va ser l'incendi al MGM Grand Hotel de Las Vegas, el 1980, en què la majoria de les víctimes mortals i ferits ho van ser per inhalació de fums. L'incendi es va iniciar al casino, a la planta baixa, i el foc es va limitar únicament a un nivell horitzontal. Això no obstant, els fums es van propagar verticalment (vegeu Figura 3.1), i van arribar a les persones que es trobaven a dalt de tot d'aquest hotel de 26 plantes.

Els incendis que van tenir lloc a les discoteques The Station —el 2003 a EUA— i República Cromañón —el

2004 a Argentina—, també van despertar les alarmes sobre la producció de gasos tòxics per part de determinats materials. Tant el National Institute of Standards and Technology dels EUA (NIST) com l'Institut Nacional de Tecnologia Industrial (INTI) d'Argentina van dur a terme estudis sobre aquests dos casos analitzant diferents aspectes com ara l'evolució de la concentració de cianur d'hidrogen alliberada per l'escuma de poliuretà present a totes dues sales com a revestiment vist. Els resultats van indicar que les concentracions de cianur d'hidrogen generades durant l'incendi havien estat molt superiors als valors considerats letals per a rates de laboratori.

Els productes tòxics dels incendis van començar a ser reconeguts com una gran amenaça als anys setanta i vuitanta.

Més recentment (juny de 2017), la inhalació dels gasos alliberats per la combustió del sistema d'aïllament tèrmic exterior de la Torre Grenfell de Londres podria haver estat la causa d'una bona part de les víctimes mortals i ferits en l'incendi (D. Boyle, 2017). L'escuma de poliisocianurat (PIR) utilitzada, quan crema, emet gasos tòxics, incloent el cianur d'hidrogen i monòxid de carboni, que causen incapacitat ràpida quan s'inhalen. Moltes persones que es trobaven a la torre podrien haver tingut les finestres

obertes, cosa que va afavorir l'exposició a aquests gasos incapacitants.

Diverses investigacions a escala internacional, realitzades especialment als EUA i al Regne Unit, mostren que la inhalació dels gasos generats en un incendi és la causa més freqüent de mort. Els estudis coincideixen en el fet que, malgrat que des que es van introduir als anys 80 les noves normatives de seguretat en cas d'incendi el nombre global de víctimes causades per incendis s'ha reduït, el percentatge de morts produïdes per la inhalació de fums i gasos tòxics ha augmentat.

El percentatge de morts produïdes per la inhalació de fums i gasos tòxics ha augmentat arran de l'entrada al mercat de nous materials (sobretot polímers sintètics).

Aquest canvi està relacionat amb l'entrada al mercat de nous materials, sobretot polímers sintètics, amb una tendència més elevada a produir gasos tòxics o irritants —com el clorur d'hidrogen o el cianur d'hidrogen—. La presència de nivells elevats de gasos tòxics en les víctimes d'incendis s'ha detectat també en altres països com Polònia, en els quals el nombre de víctimes en incendis no s'ha reduït com ha passat als EUA i al Regne Unit (J. R. Hall, 2011; A. A. Stec, 2017; J. Giebułtowiec, 2017). En el cas d'Espanya, les dades dels últims anys,

recollides als informes anuals “Víctimes de Incendis en España” publicats per la Fundació Mapfre també mostren aquesta tendència (vegeu Figura 3.2).

3.2. Generació de gasos tòxics en un incendi

En un incendi es generen diversos gasos, tòxics i no tòxics, resultat de la piròlisi i combustió dels materials i que poden resultar en una mescla complexa de molts compostos diferents. La piròlisi és la descomposició química del material, per acció de la calor i l'emissió de gasos combustibles. Aquests gasos combustibles es mesclen amb l'oxigen de l'aire i, si hi ha les condicions adequades, es produeix una reacció química —la combustió— amb un gran alliberament de calor. A la reacció de combustió es consumeix oxigen i s'allibera vapor d'aigua i CO₂. Quan la combustió no és completa, queden substàncies combustibles (sense cremar) als fums, principalment partícules en suspensió i CO.

La toxicitat potencial d'aquests gasos no només depèn de la composició dels materials que s'alliberen, sinó també de les condicions en què es desenvolupa l'incendi, concretament de la temperatura i de la disponibilitat d'oxigen a la zona de foc. Aquests factors varien significativament durant un incendi i entre diferents incendis i, com a conseqüència, els gasos produïts en diferents etapes d'un incendi poden variar significativament (T. R. Hull, 2016). Per exemple, els compostos nitrogenats generats per la descom-

TOXICITAT

posició tèrmica d'escumes de poliuretà a aproximadament 400 °C poden incloure isocianats i organonitrils, però a mesura que la temperatura augmenta, predominarà el cianur d'hidrogen fins que, en condicions de temperatures majors (aproximadament 800 °C) i alta ventilació, els components principals seran els òxids de nitrogen (T. R. Hull, 2007).

A fi de caracteritzar correctament els gasos generats, solen considerar-se diferents etapes d'incendis: combustió sense flames (non-flaming), combustió amb flames vent ventilada (well-ventila-

ted) i combustió amb flames infraventilada (under-ventilated). Aquests estadis poden classificar-se en termes de flux de calor, de temperatura, disponibilitat d'O², proporció de CO² a CO o relació d'equivalència (T. R. Hull, 2007). La relació d'equivalència, ϕ es defineix en termes de la quantitat de combustible present respecte de l'oxigen necessari per cremar completament, i per tant és una mesura del grau de ventilació existent. Valors de ϕ baixos ($\phi < 1$) indiquen l'existència de més oxigen del necessari, i per tant corresponen a condicions amb bona ventilació. En canvi, valors de ϕ grans (ϕ

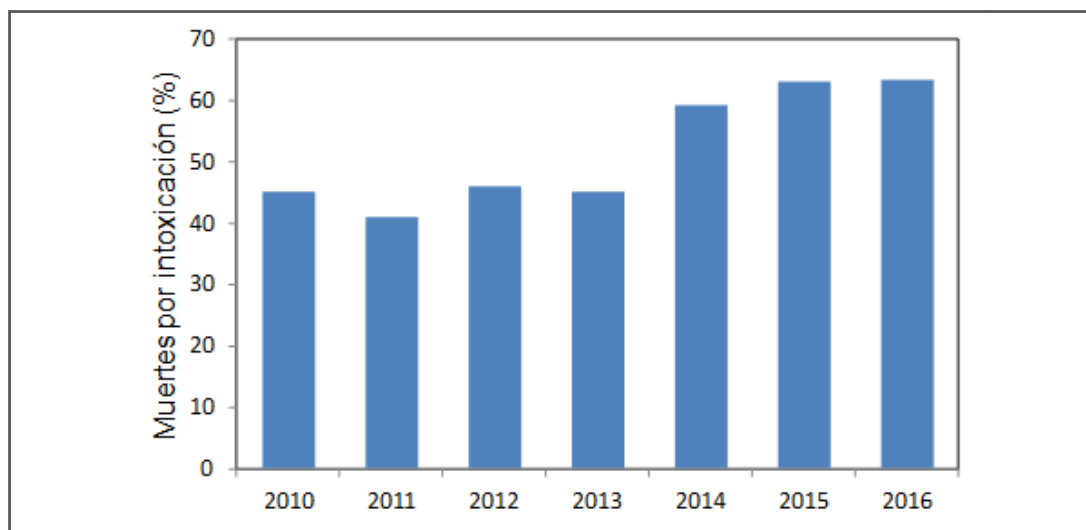


Figura 3.1. Víctimes mortals en incendi per inhalació de gasos a Espanya (percentatge respecte del total de víctimes mortals en incendis)

Font: A. M. Lacasta i L. Haurie a partir de les dades que apareixen als informes anuals "Víctimes de Incendios en España" publicats per la Fundació Mapfre (MAPFRE, 2010-2017), que procedeixen dels serveis de bombers i de l'Institut de Medicina Legal (IML).

TOXICITAT

~2) corresponen als nivells baixos d'oxigen característics de condicions d'infra-ventilació.

3.3. Principals gasos tòxics generats en un incendi i el seu efecte en les persones

Els materials utilitzats en edificació que poden generar gasos tòxics en cas d'incendi són, en general, qualsevol compost orgànic que contingui carboni: fusta, paper, llana d'ovella, cotó, oli, hidrocarburs combustibles, etc. S'han de tenir en compte, especialment, els denominats compostos nitrogenats, presents en molts plàstics i pintures que contenen nitrogen en la seva estructura com ara poliamida, poliuretà o melamina.

La presència de nitrogen en les molècules orgàniques dona lloc a la producció de cianur d'hidrogen que no es dona en cap altre tipus de compost orgànic.

Els gasos generats inclouen:

- Gasos irritants de les vies respiratòries. Els més comuns són: acroleïna, àcid clorhídric, amoníac, benzè, formaldehid i aldehyd, i òxids de sofre i de nitrogen.
- Gasos asfixiants simples: diòxid de carboni (CO₂).
- Gasos asfixiants (tòxics cel·lulars): monòxid de carboni (CO) i cianur d'hidrogen (HCN). L'HCN es produeix, sobretot, en la combustió de compostos nitrogenats

A continuació es descriuen els efectes en l'organisme dels principals gasos involucrats en un incendi.

Disminució d'oxigen Tal com s'ha explicat abans, el foc és, bàsicament, una reacció de combustió entre els gasos combustibles generats en la piròlisi del material i l'oxigen de l'aire. Per tant, en un escenari d'incendi tindrem una disminució dels nivells d'oxigen, la qual cosa afectarà les persones. Una baixa concentració d'oxigen a l'aire condueix a una deficiència d'oxigen a la sang, cèl·lules i teixits (hipòxia) amb conseqüències que poden arribar a ser mortals. En condicions normals, la concentració d'oxigen és del 21 %; en concentracions inferiors al 14 % pot produir-se la mort.

Diòxid de carboni. El CO₂ competeix amb l'oxigen en el procés respiratori, i per això es diu que és un gas asfixiant simple. L'aire normal conté aproximadament 300 ppm de CO₂ (0,03 %) per volum d'aire. A partir d'un 10 % de CO₂ es produeix ofec o dificultat en la respiració (disnea). A més, la presència de CO₂ a la sang estimula la hiperventilació, augmenta la velocitat de respiració i, per tant, el perill d'inhalació de la resta de components tòxics del fum de l'incendi.

Monòxid de carboni. El CO és un dels components més significatius, ja que és el principal causant de les intoxicacions i morts produïdes durant els incendis. El CO es combina amb l'hemoglobina de la sang, en lloc de l'oxigen, i forma carboxihemoglobina. Per tant, el CO dificulta el transport d'oxigen a les cèl·lules (asfixia

TOXICITAT

cel·lular) La guia NTP 65: Toxicología de compuestos de pirólisis y combustión (D. T. Mayol, 1983) indica que, per a una exposició d'una hora a una concentració de CO del 0,4 % els efectes fisiològics són mortals. Es produeix en la combustió incompleta de qualsevol material orgànic.

La contribució a la toxicitat dels materials inorgànics (llana de vidre o llana de roca) és molt petita comparat amb qualsevol altre aïllant.

Cianur d'hidrogen L'HCN impedeix l'absorció d'oxigen per part de les cèl·lules, ja que deixa inoperatius determinats enzims essencials per al seu funcionament (asfíxia cel·lular). Els efectes són mortals en concentracions de 120-150 mg/m³ en exposicions d'entre 30 minuts i 1 hora, i mortals de manera instantània per a concentracions de 300 mg/m³ (D. T. Mayol, 1983). El cianur d'hidrogen es pot generar en la combustió de qualsevol material que contingui nitrogen, com per exemple el poliuretà, poliamida, resines acríliques o llana d'ovella (H. Tuovinen, 2004).

Clorur d'hidrogen. L'HCl, igual que altres àcids halogenats (HBr, HF) és un gas irritant de les vies respiratòries. Els valors límits per a exposicions de 30 minuts estan entre 100 i 1000 ppm (A. A. Stec, 2017). Aquest tipus de gasos es generen en la combustió del PVC i en els materials que contenen retardants de flama halogenats.

Òxids de nitrogen. Els òxids NO i NO₂ són irritants del tracte respiratori i de les membranes mucoses. Es produeixen per la combustió de compostos nitrogenats a alta temperatura. El valor límit d'exposició a 30 minuts és de 170 ppm (A. A. Stec, 2017).

Acroleïna. És un compost orgànic que pertany als aldehids insaturats. Algunes de les principals fonts d'exposició són el fum de les cigarretes i dels vehicles de combustió. Tanmateix, l'acroleïna es pot formar en la piròlisi de la fusta i la combustió incompleta d'olis i combustibles fòssils. L'acroleïna és un irritant de les membranes mucoses que s'absorbeix als pulmons i a l'intestí i es metabolitza al fetge. Part dels metabòlits que no són eliminats per l'orina passen a la sang i poden causar danys orgànics (J. Herrera-Martínez, 2006).

Compostos orgànics volàtils i semivolàtils. Les mescleres complexes de VOC/SVOC es generen com a productes de combustió incomplets durant els incendis i se sap que molts d'ells són nocius per la salut humana i el medi ambient. Alguns exemples d'aquests compostos són el benzè, l'estirè i el fenol. El benzè és conegut per ser carcinogen.

Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP). Són compostos orgànics que contenen anelles aromàtiques. Es formen durant la combustió incompleta de qualsevol material orgànic. Alguns HAP, com els benzopirens, han estat identificats com a cancerígens.

TOXICITAT

Partícules. Les partícules presents al fum dificulten la visibilitat i la respiració, especialment si són de mida reduïda. Els HAP poden aglomerar-se formant partícules de sutge. El fet d'aspirar aquestes partícules pot causar lesions greus a l'aparell respiratori (A. A. Stec, 2017).

La manera general de tractar la toxicitat potencial dels gasos generats consisteix en assumir el comportament additiu de tòxics individuals i expressar la concentració de cadascun d'ells com la seva fracció de la concentració letal per al 50 % de la població per a una exposició de 30 minuts (CL50). La suma d'aquestes contribucions genera una dosi efectiva fraccional (FED). Una FED igual a u indica que la suma de concentracions d'espècies individuals serà letal per al 50 % de la població durant una exposició de 30 minuts. Aquest enfocament utilitza les dades existents de letalitat de rates, tal com descriu la norma ISO 13344.

Toxicitat dels materials aïllants tèrmics en cas d'incendi

Les estratègies de millora de l'eficiència energètica estan impulsant la substitució de materials de construcció tradicionals per materials d'aïllament lleugers que, si són combustibles, no només poden contribuir a la càrrega de foc, sinó que a més poden generar gasos tòxics (B. C. Roberts, 2015). Hi ha riscos tant si les intervencions de millora són per l'exterior com si es realitzen per l'interior. En aquest últim cas, la in-

cidència dels gasos tòxics pot ser encara més important.

El 2011, Stec i col·laboradors (A. A. Stec, 2011) van analitzar la toxicitat en cas d'incendi de sis materials aïllants tèrmics utilitzats habitualment en l'edificació: llana de vidre (glass wool, GW), llana de roca (stone wool, SW), escuma de poliestirè expandit (expanded polystyrene, EPS), escuma fenòlica (phenolic, PhF), escuma de poliuretà (polyurethane, PUR) i escuma de poliisocianurat (polyisocyanurate, PIR). Els aïllants van ser assajats en un forn estacionari, sota diferents condicions d'assaig.

Les mostres es van sotmetre a diferents temperatures i es van tenir en compte diversos nivells de ventilació, que es caracteritzen per diferents valors de la relació d'equivalència, ϕ , presentada a la secció 3.2. Concretament es va voler distingir entre situacions amb bona ventilació (W-V) i situacions infraventilades (U-V).

Dos dels materials —la llana de roca (SW) i la llana de vidre (GW)— no van mostrar flama en cap cas, però, en canvi, si que van generar fums. La resta de materials no van mostrar flama a 350 °C però sí que ho van fer a 600 °C. En tots els casos, es va analitzar la contribució dels components tòxics individuals, així com la dosi efectiva fraccional (FED) segons el mètode descrit a la secció 3.3. La Figura 3.3 resumeix alguns dels resultats obtinguts.

Els resultats mostren que la contribució a la toxicitat del foc dels materials inorgànics, GW i SW, és molt petita comparat amb la de qualsevol dels altres aïllants.

TOXICITAT

Les escumes orgàniques mostren, en tots els casos, menors produccions de CO en condicions ben ventilades, comparat amb les condicions infraventilades. Per als dos materials que contenen nitrogen, PUR i PIR, el cianur d'hidrogen generat també augmenta amb la disminució de la ventilació. En termes globals, els materials que van mostrar un pitjor comportament (major FED) van ser el PIR i el PUR.

Un altre aspecte que s'ha analitzat per part d'alguns autors és l'efecte dels tractaments retardants de flama en la toxicitat resultant. Aquests tractaments s'apliquen per millorar la reacció al foc de les escumes orgàniques. Tanmateix, això implica haver d'afegir substàncies que, en funció de la seva composició, poden produir gasos tòxics addicionals durant la combustió, com halurs d'hidrogen, nitrogen, fòsfor i òxids de sofre (J. Giebułtowicz, 2017). A més, com que fan que la combustió sigui menys eficient, també poden augmentar la producció dels productes de combustió comuns. Per exemple, en el cas d'escumes rígides de poliuretà, es van obtenir per alguns tipus de retardant relacions de CO/CO₂ considerablement més elevades que en les escumes sense tractar (D. Adeosun, 2014).

3.4. Normatives existents en altres països i en altres sectors

Actualment la normativa europea referent a la classificació de la reacció al foc dels materials de construcció se centra en l'evolució dels paràmetres relacionats amb

la ignició i alliberament de calor. Es té en compte, també, la producció de gotes inflamades i l'opacitat dels fums, però no la seva toxicitat.

Un informe recent de la Comissió Europea (T. Yates, 2017) indica que alguns països europeus regulen la toxicitat dels materials de construcció en determinades circumstàncies. França limita l'ús de materials amb una classificació inferior a B-s1 si contenen clor o nitrogen en la seva composició a causa del possible alliberament de clorur d'hidrogen o cianur d'hidrogen. A Polònia, la regulació de 2012 del Ministeri d'infraestructures referent a les característiques tècniques que han de complir els edificis fa referència a les normes PN-EN 13501 Fire classification of construction products and building elements i PN- B-02855 Fire protection of buildings - Test method for the secretion of toxic products of decomposition and combustion of materials. En aquestes normes es defineixen tres nivells de toxicitat dels productes de construcció, però únicament afecten els materials d'acabats i mobiliari en edificis de concurrència pública.

A **Suècia** hi ha una sèrie de recomanacions en els límits de CO, CO₂ i producció de partícules en cas d'incendi realitzades pel Swedish National Board of Housing, Building and Planning. Aquestes recomanacions estan pensades per ser aplicades quan els agents involucrats en la construcció de l'edifici escullin garantir la seguretat en cas d'incendi mitjançant el disseny de prestacions i no a través del compliment dels requisits prescriptius.

TOXICITAT

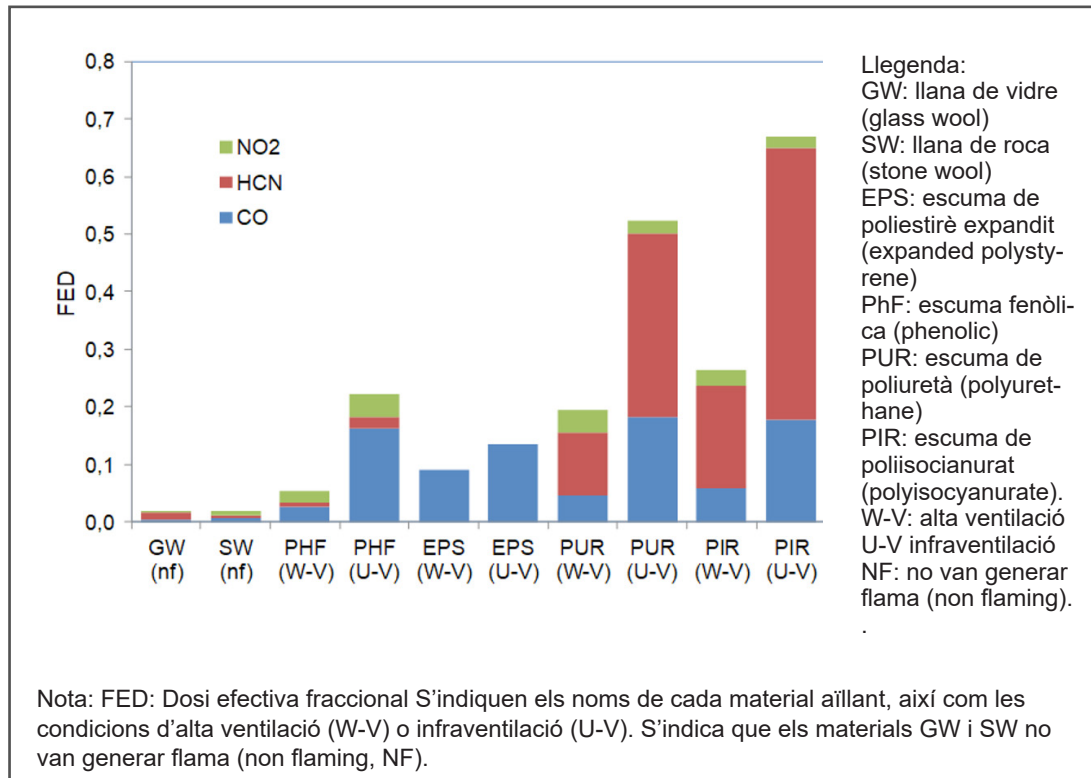


Figura 3.2. Relació de la concentració dels tres gasos tòxics principals respecte de la seva concentració letal.

Font: A. M. Lacasta i L. Haurie a partir de les dades obtingudes per Stec i col·laboradors (A. A. Stec et al.,

De manera similar, a **Lituània** no es regula la toxicitat dels fums generats en un incendi en les normatives prescriptives referents a materials de construcció, però hi ha una regulació de la toxicitat recollida als Requisits Bàsics de Seguretat en Cas d'Incendi si s'utilitza el disseny per prestacions.

A **Bèlgica** existeix un control de la producció de gasos corrosius per part dels cables elèctrics.

A **Alemanya** havia existit una regulació referent a la toxicitat dels fums de productes com ara cables. Això no obstant, es va decidir eliminar l'avaluació de la toxicitat

TOXICITAT

per la introducció de controls que limiten la producció de fums, a través de l'avaluació de l'opacitat dels fums generats en un incendi.

Fora de la Unió Europea, la **Xina** controla la toxicitat dels fums produïts en cas d'incendi especialment per a escumes aïllants aplicades en edificis de concurrència pública. Rússia utilitza el test específic GOST sobre animals per determinar els nivells de CO, CO₂, HCN, NO_x i OI. A Japó s'utilitza la normativa JIS A 1321:1976 per determinar la toxicitat dels productes de construcció, tot i que queden exempts d'aquesta determinació els productes que tinguin un baix alliberament de calor en el calorimètric.

Espanya segueix la tendència europea en què es controla, principalment, la contribució a la propagació de l'incendi per part dels materials de construcció.

Espanya segueix la tendència europea en què es controla principalment la contribució a la propagació de l'incendi per part dels materials de construcció. El Codi Tècnic de l'Edificació en el document bàsic de Seguretat en cas d'incendi (CTE DB-SI) indica que la reacció al foc dels materials s'avaluarà mitjançant la classificació europea que únicament regula l'opacitat dels fums. D'altra banda, el CTE DB-SI indica que s'han d'instal-

lar sistemes de control i evacuació del fum generat en un incendi per garantir l'evacuació dels ocupants de l'edifici. Igual que en altres països europeus, hi ha requisits referents a la toxicitat dels fums dels materials en cas de cablejats d'instal·lació elèctrica, que apareixen al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT).

En altres sectors com el naval i el ferroviari, en els quals es considera que l'evacuació és molt difícil o impossible, s'apliquen normatives que quantifiquen la toxicitat dels fums dels materials utilitzats. El sector naval utilitza la norma IMO Solas II-2 que exigeix l'anàlisi de substàncies tòxiques com ara CO, HCl, HBr, HF, HCN, SO₂ i NO, que incapacita els materials que superin uns valors líndars. A l'annex 1, part 2, apèndix 2 d'aquesta norma, hi ha el "Procediment d'assaig d'exposició al foc per a la producció de gasos tòxics". L'assaig específic per conèixer l'emissió de gasos nocius és el descrit a la norma ISO 19702:2006 Toxicity testing of fire effluents - Guidance for analysis of gases and vapours in fire effluents using FTIR gas analysis.

El sector ferroviari es regeix per la normativa europea EN 45545-2 Requisits de prestacions davant el foc de materials i components. Es recull l'assaig de toxicitat i opacitat de fums segons la ISO 5659-2 per determinar diferents substàncies tòxiques: CO, HCl, HBr, HF, HCN, SO₂ i NO. Es limiten les emissions de substàncies tòxiques permeses per als materials utilitzats en la construcció ferroviària.

3.5. Conclusions del capítol

La inhalació dels gasos és la causa més freqüent de mort en cas d'incendi. En funció de la composició dels materials i de les condicions en què es desenvolupa l'incendi, aquests gasos poden ser altament tòxics, tal com han demostrat nombrosos treballs científics.

Entre els materials aïllants tèrmics utilitzats en façanes, les escumes orgàniques són les que presenten més perillositat, especialment les que alliberen cianur d'hidrogen, com és el cas de les escumes de poliuretà (PUR) o de poliisocianurat (PIR).

La inhalació dels gasos és la causa més freqüent de mort en cas d'incendi.

Malgrat que és ben sabut que els gasos tòxics suposen un risc per a la salut a curt i mitjà termini, segueix existint una manca de regulació a Espanya pel que fa a la toxicitat dels gasos emesos pels materials de construcció en cas d'incendi. Sí que existeix normativa, en canvi, en altres sectors com són el naval o el ferroviari.

Probablement la normativa hauria d'aplicar diferents criteris pel que fa a la toxicitat en funció de les característiques de l'edifici. En el cas d'EDIFICIS DE GRAN

ALÇÀRIA en els quals l'evacuació pot presentar més dificultats i la propagació

per la façana pot adquirir una major rellevància, s'haurien d'incloure limitacions a la producció de gasos tòxics.

3.6. Bibliografia i altres referències

- Alarifi, A. A., Phylaktou, H. N., Andrews, G. E. "What kills people in fire? Heat or Smoke?". The 9th Saudi Student's Conference. Birmingham, Regne Unit, 2016.
- Adeosun, D. Analysis of Fire Performance, Smoke Development and Combustion Gases from Flame Retarded Rigid Polyurethane Foams. (Tesi doctoral). University of Waterloo, 2014.
- Boyle, D., Knapton, S. "Grenfell Tower victims 'poisoned by cyanide' after insulation released highly toxic gas". The Telegraph (22 de juny de 2017). En línia: <http://www.telegraph.co.uk/news/2017/06/22/grenfell-tower-victims-poisoned-cyanide-insulation-released/> [consulta: 15 de març de 2018].
- Doroudiani, S., Doroudiani, B., Doroudiani, Z. "Materials that release toxic fumes during fire". Toxicity of Building Materials. 2012, pàg. 241-282.
- Fundación MAPFRE, Víctimes de Incendis en España en 2010 - Víctimes de Incendis en España en 2016.
- Giebułtowicz, J. "Analysis of fire deaths in Poland and influence of smoke toxicity". Forensic science international, vol. 277, 2012, pàgs. 77-87.
- Hall, J. R. "Fatal effects of fire". National Fire Protection Association. Fire Analysis and Research Division,

TOXICITAT

- 2011.
- Herrera-Martínez J., Hernández-García R. I., Berdeja-Martínez B. M. "Toxicidad de acroleína (contaminante ambiental) en tráquea y pulmones de ratas". *Bioquímica*, vol. 31, núm. 3, pàg. 90-96.
- Hull, T. R., Paul, K. T. "Bench-scale assessment of combustion toxicity - A critical analysis of current protocols". *Fire Safety Journal*, vol. 42, núm. 5, 2007, pàg. 340-365.
- Hull, T. R., Brein, D., Stec, A. A. "Quantification of toxic hazard from fires in buildings". *Journal of Building Engineering*, vol. 8, 2016, pàgs. 313-318.
- ISO 13344:2004, Estimation of the Lethal Toxic Potency of Fire Effluents, 2004.
- Mayol, D. T. NTP 65: Toxicología de compuestos de pirólisis y combustión, 1983.
- Roberts, B. C., Webber, M. E., Ezekoye, O. A. "Development of a multi-objective optimization tool for selecting thermal insulation materials in sustainable designs". *Energy and Buildings*, vol. 105, 2015, pàgs. 358-367.
- Stec, A. A., Hull, T. R. "Assessment of the fire toxicity of building insulation materials". *Energy and Buildings*, vol. 43, núm. 2-3, 2011, pàg. 498-506.
- Stec, A. A. "Fire toxicity-The elephant in the room?". *Fire Safety Journal*, vol. 91, 2017, pàgs. 79-90.
- Tuovinen H., Blomqvist P., Saric F. "Modelling of hydrogen cyanide formation in room fires". *Fire Safety Journal*, vol. 39(8), 2004, pàg. 737-755.
- Yates, T. Study to evaluate the need to regulate within the Framework of Regulation (EU 305/2011 on the toxicity of smoke produced by construction products in fires. European Commission, 2017. En línia: (<http://ec.europa.eu/docsroom/documents/27346>).

Jordi Bolea

Consultor. Ha ocupat diversos càrrecs de responsabilitat tècnica, de qualitat i de desenvolupament de producte, a més de representar diferents entitats en nombrosos comitès de normalització espAnyls i europeus en el sector de la protecció contra incendis.

La regulació sobre façanes amb relació als incendis en el marc europeu és molt dispar, malgrat que la tendència desitjable (i cap a la que s'avança a poc a poc) és la d'harmonitzar les diferents normatives existents.

En aquest escenari heterogeni, l'objectiu del capítol següent és comparar les exigències espAnyles, i emmarcar-les en l'entorn europeu per veure el posicionament del nostre país i poder plantejar possibles accions de millora. Cal destacar que la recopilació normativa realitzada no pretén aportar dades exhaustives de cadascun dels paràmetres regulats (cosa que seria pràcticament impossible per les diferències evidents de forma i contingut de les reglamentacions analitzades), sinó únicament servir de referència per situar-nos. És per això que les fitxes resum de normativa que presentem poden diferir lleugerament.

4.1. Introducció

El que s'anomena "reacció al foc" dels materials de construcció, es pot definir de manera simple com "la capacitat que tenen els productes de

construcció (formats per un o diversos materials) per desenvolupar un foc". Sovint el mercat confon el fenomen de l'anomenada "reacció al foc" dels materials i la resistència al foc que afecta els sistemes constructius, ja que en certa manera existeix un punt en què tots dos conceptes s'apropen per la qual cosa els assaigs per a la caracterització del comportament al foc de façanes no requereixen tant mesurar la capacitat de resistència com els límits a la seva capacitat de propagació.

A la Unió Europea, les normes d'assaig i classificació (EN 13501.1) del comportament al foc dels productes de construcció s'han harmonitzat i implementat a tots els països membres en un procés que ha durat més d'una dècada. Això no obstant, mentre que els mètodes d'assaig i classificació estan harmonitzats, les reglamentacions o codis de construcció nacionals, inclosos els requisits de seguretat contra incendis, són responsabilitat de cada estat membre. La UE proporciona la caixa d'eines en forma de normes harmonitzades i els estats membres regulen el seu nivell de seguretat contra incendis de manera independent.

Els nivells d'exigència de seguretat contra incendis són diferents en funció del país: alguns estats membres utilitzen codis basats en prestacions, mentre que d'altres utilitzen sistemes prescriptius basats en la seva pròpia tradició constructiva, tecnologia o la pròpia experiència en incendis.

BENCHMARKING EUROPEU

Comparar les normes nacionals de seguretat contra incendis no és fàcil. S'observa que, quan entrem en detall en la legislació de cada país, hi ha un gran nombre d'excepcions com ara aplicacions, tècniques específiques, tradicions regionals, materials utilitzats, casuística, alçària, dimensions, ús de l'edifici, etc. que fan impossible les comparacions. Per tant, s'ha limitat aquest estudi a tres tipologies d'edificis: els d'ús docent, els d'ús hospitalari i els edificis residencials de gran alçària. S'han escollit aquestes tipologies d'edificis ja que s'ha considerat que les estratègies nacionals de seguretat (en teoria) haurien de ser més exigents en aquest tipus d'edificis que en una casa unifamiliar o edificis de poca Alçària on les normes són sovint més relaxades. Tanmateix, s'han estudiat les legislacions de diferents països, tots ells d'àmbit europeu i, amb la finalitat d'oferir una imatge de més realisme, incorporem el "nivell mínim" d'exigència que representaria la classe de reacció al foc mínima exigible als edificis a cada país.

La UE proporciona la caixa d'eines en forma de normes harmonitzades i els estats membres regulen el seu nivell de seguretat contra incendis de manera independent.

Les dades aportades han estat obtingudes majoritàriament d'estudis nacionals o internacionals sobre el comportament al foc de sistemes constructius, a

més d'informes i presentacions en jornades tècniques i conferències. La impossibilitat de verificar la correcció d'aquestes dades implica la possible existència d'inexactituds o errors deguts, majoritàriament, a la diferent interpretació de conceptes entre països i a la dificultat de conèixer amb tot detall les interioritats de totes i cadascuna de les reglamentacions nacionals, o a una mala interpretació idiomàtica.

Per facilitar la intercomparació de requisits s'ha optat per l'ús de taules fàcilment interpretables i comparables on s'ha indicat: la normativa de referència de cada país utilitzada en l'estudi (probablement no tota l'aplicable), els requisits exigits per a les cobertes, les façanes SATE, les façanes amb cambres d'aire i les façanes ventilades.

El resultat no ha estat sempre el desitjat per la dificultat que suposa comparar algunes legislacions. Pel que fa als edificis, s'han escollit tres tipologies considerades "extremes" pel seu ús i, per tant, les primeres que requeririen que es reconsideressin en una futura revisió del CTE SI són: els centres docents —per la concentració de persones, molt sovint menors—, els hospitals —on hi accedeixen persones que desconeixen l'edifici, amb residents amb problemes de motricitat, etc.—, i finalment els edificis de gran Alçària —normalment amb serveis d'oficines o residencials on l'accés dels equips de rescat és difícil i l'atac per l'exterior és impossible—. S'ha intentat utilitzar un marc de requisits que es detalla a continuació (Taula 4.1):

BENCHMARKING EUROPEU

Definició	Alçària sobre rasant (m)	Nombre de plantes	m ²	Localització	Àmbit de l'estudi
Centres docents	15	5	> 600	ciutat	SÍ
Hospitals	70	16	>10 000	ciutat	SÍ
Edificis	18	6	>150	ciutat	SÍ
Edificis d'alçària	de 18 a 100	> 6	> 2200	ciutat	SÍ
Edificis high-rise	de 150 a 300	> 40			NO
Edificis supertall	> 300	> 70			NO

*Taula 4.1. Marc de requisits orientatiu
Font: J. Bolea i M. Sánchez*

BENCHMARKING EUROPEU

4.2. Fitxes resum de les normatives sobre façanes dels països europeus

Alemanya (3)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Musterbauordnung MBO, setembre 2012
- Musterbauordnung MBO, setembre 2012
- Musterbauordnung MBO, setembre 2012
- Muster-Hochhaus-Richtlinie – MHHR, abril 2008
- Muster-Schulbau-Richtlinie – MSchulbauR abril 2009
- Muster-Hochhaus-Richtlinie – MHHR, abril 2008
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR, novembre 2005
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR, novembre 2005
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR, març 2005
- Brandenburgische Krankenhaus- und Pflegeheim-Bauverordnung – BbgKPBauV, desembre 2006

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	A2-s1, d0	A1/A2	A2, B, C	A1, A2
CAMBRES D'AIRE		Precaucions contra la propagació del foc	Precaucions contra la propagació del foc	Precaucions contra la propagació del foc
FAÇANES VENTILADAS		Precaucions contra la propagació del foc	Precaucions contra la propagació del foc	Precaucions contra la propagació del foc

BENCHMARKING EUROPEU

Suecia (1-3-7)

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes empleats en

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- BBR 19, 2012, capítol 5
- BBR 19, 2012, capítol 5
- BBR 19, 2012, capítol 5

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	A2-s1, d0	B-s1, d0 (*)	B-s1, d0 (*)	B-s1, d0 (*)
CAMBRES D'AIRE		A2-s1, d0 o Barreres tallafoc (*)	A2-s1, d0 o Barreres tallafoc (*)	A2-s1, d0 o Barreres tallafoc (*)
FAÇANES VENTILADAS		A2-s1, d0 o Barreres tallafoc (*)	A2-s1, d0 o Barreres tallafoc (*)	A2-s1, d0 o Barreres tallafoc (*)

(*) Alternativament SP105 Fire Test

BENCHMARKING EUROPEU

Italia (2-3-4)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- D. M. 18.09.2002 (where not expressly declared); GL12 e IGL12
- D. M. 26 de agosto 1992 (where not expressly declared); GL12 e IGL12; GL13
- D. M. 16.05.1987 (where not expressly declared); GL12 e IGL12; GL13
- D. M. 31.03.2003 on specific requirements regarding products for air

distribution pipelines and conditioning systems

- D. M. 31.03.2003 on specific requirements regarding products for air distribution pipelines and conditioning systems
- D. M. 31.03.2003 on specific requirements regarding products for air distribution pipelines and conditioning systems

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emplaçats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	B-s3, d0	C-s3, d2 (si la protecció és A2) B-s3, d0 (tot el sistema)	E (si la protecció és A1) (*) B-s3, d0	E (si la protecció és A1) (*) C-s3, d2 (si la protecció és A2) B-s3, d0 (tot el sistema)
CAMBRES D'AIRE		E (si la protecció és A1) (*) C-s3, d2 (si la protecció és A2) B-s3, d0 (sistema)	E (si la protecció és A1) (*) B-s3, d0 (tot el sistema)	
FAÇANES VENTILADAS		B-s3, d0	B-s3, d0 B-s3, d0 (sistema) Primers 3 m B-s3, d0 Al voltant de forats i finestres B-s3, d0 C-s3, d2 (si està protegit per A2) E (si la protecció és A1) (*)	B-s3, d0 B-s3, d0 (sistema) Primers 3 m B-s3, d0 Al voltant de forats i finestres B-s3, d0 C-s3, d2 (si està protegit per A2) E (si la protecció és A1) (*)

(*) Protecció A1 de 15 mm com a mínim

BENCHMARKING EUROPEU

Espanya (4-6)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Document: DB-SI "Seguridad en caso de Incendi". Febrer de 2010. Codi Tècnic de
- l'Edificació (CTE) Document: DB-SI "Seguridad en caso de Incendi". Febrer de 2010. Codi Tècnic de

- l'Edificació (CTE)
- Document: DB-SI "Seguridad en caso de Incendi". Febrer de 2010. Codi Tècnic de l'Edificació (CTE)

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	No disponible	Primers 3,5 m. B-s3, d2 per a edificis >18 m	Primers 3,5 m. B-s3, d2 per a edificis >18 m	Primers 3,5 m. B-s3, d2 per a edificis >18 m
CAMBRES D'AIRE		--	--	--
FAÇANES VENTILADAS		Primers 3,5 m. B-s3, d2 per a edificis >18 m	Primers 3,5 m. B-s3, d2 per a edificis >18 m	Primers 3,5 m. B-s3, d2 per a edificis >18 m

CTE SI-2.1.4

Els edificis de menys de 18 metres en les seves façanes no accessibles no tenen cap tipus de requeriment pel que fa a la classificació de la reacció al foc dels productes.

Tampoc el tenen aquelles façanes adjacents a cobertes o terrasses no accessibles.

Com a alternativa a l'exigència d'una classe de reacció al foc B-s3, d2 per als materials existents a les cambres ventilades de façanes de més de 18 m d'alçària, es pot admetre, a partir dels 3,5 m establerts des de l'arrencada, una classe C-s3, d2 per a ells si es compleix el que estableix l'article SI 1-3.2

(tres plantes i 10 m, com a màxim, de desenvolupament vertical de la cambra) i el que s'hi indica en un comentari, és

BENCHMARKING EUROPEU

a dir, si les barreres que interrompen aquest desenvolupament vertical són E30.

RSCIEI Annex II A-3.1

Els requisits de comportament al foc de façanes s'estableixen en C-s3, d0.

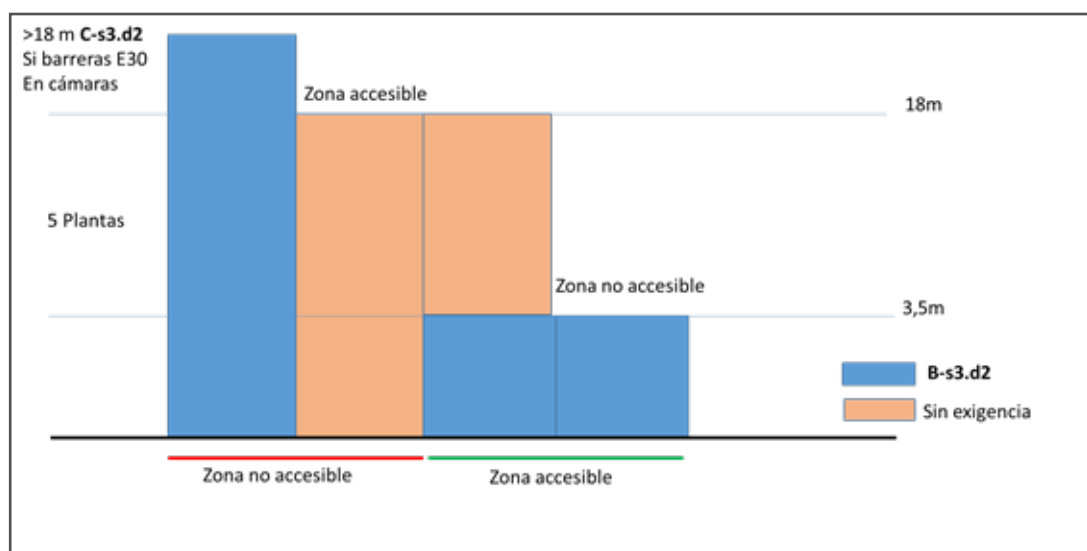


Figura 3.1. Requisits de reacció al foc de les façanes en la reglamentació espanyola.

Font: J. Bolea a partir de CTE SI

BENCHMARKING EUROPEU

Holanda (3)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Bouwbesluit 2012, capítol 2
- Bouwbesluit 2012, capítol 2
- Bouwbesluit 2012, capítol 2.14:
- Only functional requirement: building

has to be the same safety level as a lowrise Building è Guide to Safety of highrise buildings, (SBRCURnet, 2013)

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	No disponible	B-s3, d2	NO requisits	NO requisits
CAMBRES D'AIRE		--	NO requisits	NO requisits
FAÇANES VENTILADAS		--	NO requisits	NO requisits

Sense requisits en una construcció pesada. En una construcció lleugera, s'exigeix aïllament no combustible.

BENCHMARKING EUROPEU

Gran Bretanya (1-3-4-6)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Approved Document B, Volume 2, Buildings other than dwellinghouses – 2013, which then refers the reader/designer to Firecode – fire safety in the NHS Health Technical Memorandum 05-02:2007 - Guidance in support of functional provisions for healthcare premises
- Approved Document B, Volume 2, Buildings other than dwellinghouses – 2013, which then refers the reader/designer to Building Bulletin 100 – “Design for fire safety in schools”
- Approved Document B, Volume 1, dwelling houses – 2006 and Approved Document B, Volume 2, Buildings other than dwelling houses – 2013. Volume 2 includes accommodation blocks of multi-occupancy

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emplaçats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	Distancia línide: < 1 m- B-s3, d2 ≥ 1 m. Sin limitación	B-s3, d2	C-s3, d2 i BS 8414 per al sistema	A2-s1, d0 Alternativa: Assaig BS 8414-1
CAMBRES D'AIRE			Poden instal·lar-se materials si estan protegits per murs de totxana	
FAÇANES VENTILADAS		BS 8414 per al sistema	C-s3, d2 y BS 8414 per al sistema	A2-s1, d0 y Assaig BS 8414 per al sistema

(* Assaig de foc per l'exterior, reacció al foc de producte no és requisit

BENCHMARKING EUROPEU

The Building Regulation 2000, Fire Safety Volume 2, Buildings other than dwellings.

A les façanes no accessibles dels edificis de menys de 18 m no és exigible cap requisit amb relació al seu comportament al foc. Les façanes accessibles d'aquests edificis tindran una classificació B-s3, d2 o millor.

Els edificis que superin els 18 m amb façanes accessibles justificaran un

comportament al foc B-s3, d2 o millor. Aquells edificis d'alçària superior als 18 m amb façanes no accessibles podran presentar una classificació C-s3, d0 als seus primers 18 m; la resta d'alçària haurà de ser B-s3, d0 o millor.

El Ministeri de Foment es va basar en aquesta normativa per establir l'"alçària d'evacuació" establerta en 18 m a partir de la qual es prenen mesures per limitar el risc de propagació.(1)

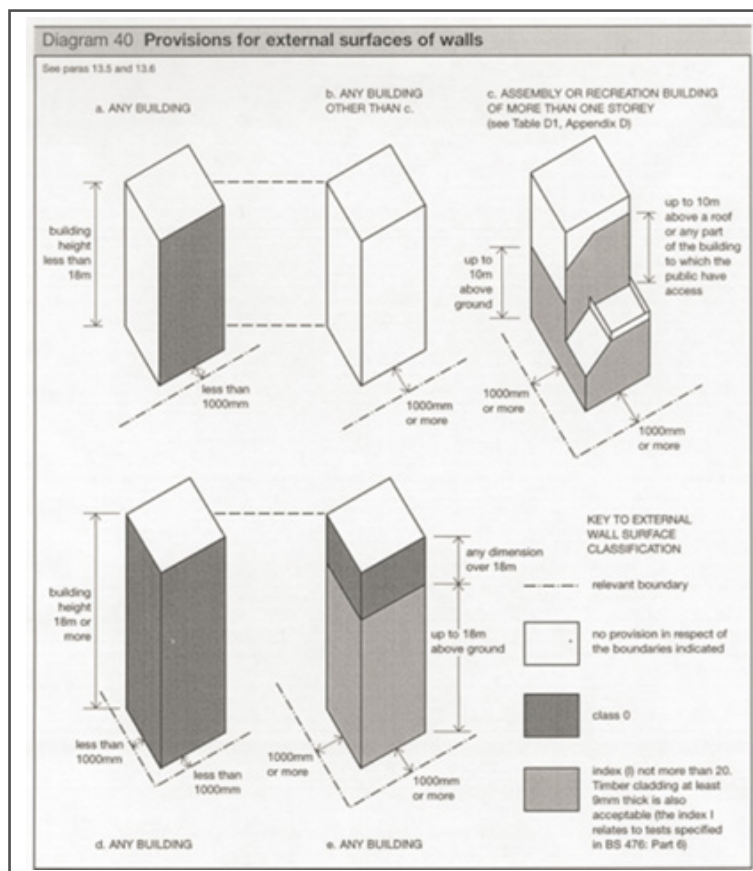


Figura 3.2. Disposicions de les façanes
Font: The Building Regulation 2000, Fire Safety, vol. 2

BENCHMARKING EUROPEU

República Txeca (3-7)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Act No. 133/1985 Coll. ČSN 73 0802:2009 – Fire protection of buildings – Non-industrial buildings ČSN 73 0810:2009
- 2010 – Fire protection of buildings – General requirements
- ČSN 73 0835:2006 – Fire protection of buildings – Buildings for sanitary matters and social care
- Act No. 133/1985 Coll. ČSN 73 0802:2009 – Fire protection of buildings – Non-industrial buildings ČSN 73 0810:2009
- 2010 – Fire protection of buildings – General requirements
- Act No. 133/1985 Coll. ČSN 73 0802:2009 – Fire protection of buildings – Non-industrial buildings ČSN 73 0810:2009
- 2010 – Fire protection of buildings – General requirements
- ČSN 73 0833:2010 – Fire protection of buildings Buildings for dwelling and lodging

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	A-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0
CAMBRES D'AIRE			E	F (*)
FAÇANES VENTILADAS		A2-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0

(*) Si l'aïllament no entra en combustió durant l'assaig de resistència al foc

BENCHMARKING EUROPEU

República Eslovaca (3-4-7)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Regulation 94/2004 (inc. amendments) STN 92 0201 – 1 to 4 Fire protection of buildings– General requirements
- STN 92 0203 Fire protection of buildings. Continuous power supply responding for fire
- Regulation 94/2004 (inc. amendments) STN 92 0201 – 1 to 4 Fire

protection of buildings – General requirements

- STN 92 0203 Fire protection of buildings. Continuous power supply responding for fire
- Regulation 94/2004 (inc. amendments) STN 92 0201 – 1 to 4 Fire protection of buildings– General requirements

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	B-s1, d0 Si, barreres A2-s1, d0	A2-s1, d0	A1/A2-s1, d0	A2-s1, d0
CAMBRES D'AIRE		A2-s1, d0	A1/A2-s1, d0	A2-s1, d0
FAÇANES VENTILADAS		A2-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0

BENCHMARKING EUROPEU

Regulation 94/2004

El gràfic mostra una manera visual d'explicar els requisits de comportament al foc dels sistemes de façana SATE o ETICS (External Thermal Insulation

Composite System) —anomenats a Espanya SATE (Sistemes d'Aïllament Tèrmic per l'Exterior)— a la República Eslovaca i a la República Txeca..



Figura 3.3. Comparativa requisits per a façanes SATE a la República Eslovaca i la República Txeca

Font: Rockwool Slovenija

BENCHMARKING EUROPEU

Grecia (4-7)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Article 12a – Y. A.81813/5428/1993 (ΦΕΚ 647 Τ. Α')
- Y. A. 4229/2498/1994 (ΦΕΚ 312 Τ. Β') & 3 -
- Y. A.58185/2474/1991 (ΦΕΚ 360 Τ. Α')

- Article 7 & 3 – Y. A.58185/2474/1991 (ΦΕΚ 360 Τ. Α')
- Article 3 & 5 & 13 - Y. A.58185/2474/1991 (ΦΕΚ 360 Τ. Α')

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE		--	--	--
CAMBRES D'AIRE		--	--	--
FAÇANES VENTILADAS		--	--	--

BENCHMARKING EUROPEU

Finlàndia (1-3)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- BC of FI, E1, 2011
- BC of FI, E1, 2011
- BC of FI, E1, 2011

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	B-s1, d0	--	--	B-s1, d0 (*)
CAMBRES D'AIRE		--	--	--
FAÇANES VENTILADAS		B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0

(*) Si l'aïllament tèrmic és inferior a la classe B-s1, d0 ha d'estar protegit i col·locat de manera que pugui evitar-se la propagació del foc a través de l'aïllament, d'un sector de foc a un altre o d'un edifici a un altre. En aquests casos, una capa o barrera de morter o una fulla de metall no es consideren una protecció suficient.

BENCHMARKING EUROPEU

França (1-3-4-6)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Règlement sécurité incendie ERP Instruction technique 249 relative aux façades (Arrêté 24 mai 2010).
- Arrêté du 10.12.2004 (JO du 22 01.2005)
- Règlement sécurité incendie ERP. Instruction technique 249 relative aux façades (Arrêté 24 mai 2010).
- Arrêté du 13.01.2004 (JO du 14 02.2004)

- Règlement sécurité incendie ERP Instruction technique 249 relative aux façades (Arrêté 24 mai 2010).
- Arrêté du 30.12.2011 portant règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur et leur protection contre les risques d'incendie et de panique

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes empleats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	A2-s3, d0 (aïllament) / D-s3, d0 (sistema) Alternativament B-s3, d0 Sistema SATE de material combustible amb barrera tallafoc a cada planta o una altra solució que compleixi la normativa LEPIR II	A2-s3, d0 (aïllament) / C-s3, d0 (sistema) Alternativament B-s3, d0 Sistema SATE de material combustible amb barrera tallafoc a cada planta o una altra solució que compleixi la normativa LEPIR II	A2-s3, d0 (aïllament) / C-s3, d0 (sistema) Alternativament B-s3, d0 Sistema SATE de material combustible amb barrera tallafoc a cada planta o una altra solució que compleixi la normativa LEPIR II	A2-s3, d0 (per al sistema complet)

ISO 13785-1:2002 Reaction-to-fire tests for façades - Part 1: Intermediate-scale test

ISO 13785-2:2002 Reaction-to-fire tests for façades - Part 2: Large-scale test

BS 8414-1:2015+A1:2017 Fire Performance of external cladding systems. (Regne Unit)

SP Fire 105 External wall assemblies and façade cladding. Reaction to fire (Suècia)

ULC S 134 M Standard Method of Fire Test of Exterior Wall Assemblies.

BENCHMARKING EUROPEU

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
CAMBRES D'AIRE	E60 (i -> o) y E30 (o -> i)	E 60 (i -> o) y E 30 (o -> i)	E 60 (i -> o) y E 30 (o -> i)	A2-s3, d0 (per a tots els components)
FAÇANES VENTILADAS	A2-s3, d0 (aïllament) / D-s3, d0 (sistema) amb barrera tallafoc cada dues plantes O alternativament D-s3, d0 (sistema) amb barrera tallafoc a cada planta O una altra solució que compleixi la normativa LEPIR II	A2-s3, d0 (aïllament) / C-s3, d0 (sistema) amb barrera tallafoc cada dues plantes O alternativament D-s2, d0 (màx. 100 mm de producte aïllant) / C-s3, d0 (sistema) amb barrera tallafoc a cada planta, o una altra solució que compleixi la normativa LEPIR II	A2-s3, d0 (aïllament) / C-s3, d0 (sistema) amb barrera tallafoc cada dues plantes O alternativament D-s2, d0 (màx. 100 mm de producte aïllant) / C-s3, d0 (sistema) amb barrera tallafoc a cada planta, o una altra solució que compleixi la normativa LEPIR II	A2-s3, d0 (per a tots els components)

ISO 13785-1:2002 Reaction-to-fire tests for façades - Part 1: Intermediate-scale test

ISO 13785-2:2002 Reaction-to-fire tests for façades - Part 2: Large-scale test

BS 8414-1:2015+A1:2017 Fire Performance of external cladding systems. (Regne Unit)

SP Fire 105 External wall assemblies and façade cladding. Reaction to fire (Suècia)

ULC S 134 M Standard Method of Fire Test of Exterior Wall Assemblies.

BENCHMARKING EUROPEU

La IT 249

Es proposen diferents solucions per reduir la propagació d'incendis a través de les façanes equipades amb solucions ETICS/SATE

- P1: Malla fixada mecànicament a la vora del marc de la finestra
- P2: Reforç de la malla
- P3: Barrera tallafoc de llana mineral al voltant de la finestra
- P4: Barrera tallafoc entre sectors d'incendis

En el Reglament de Seguretat contra Risc d'Incendis s'estableix que l'acabat exterior de les façanes ha de ser com a mínim de D-s3, d0 sempre que es compleixi la Regla C+D.

- $C+D \geq 1$ m si $M \leq 130$ MJ/m²
- $C+D \geq 1,3$ m si $M > 130$ MJ/m²
- En cas contrari, l'acabat ha de ser com a mínim C-s3, d0

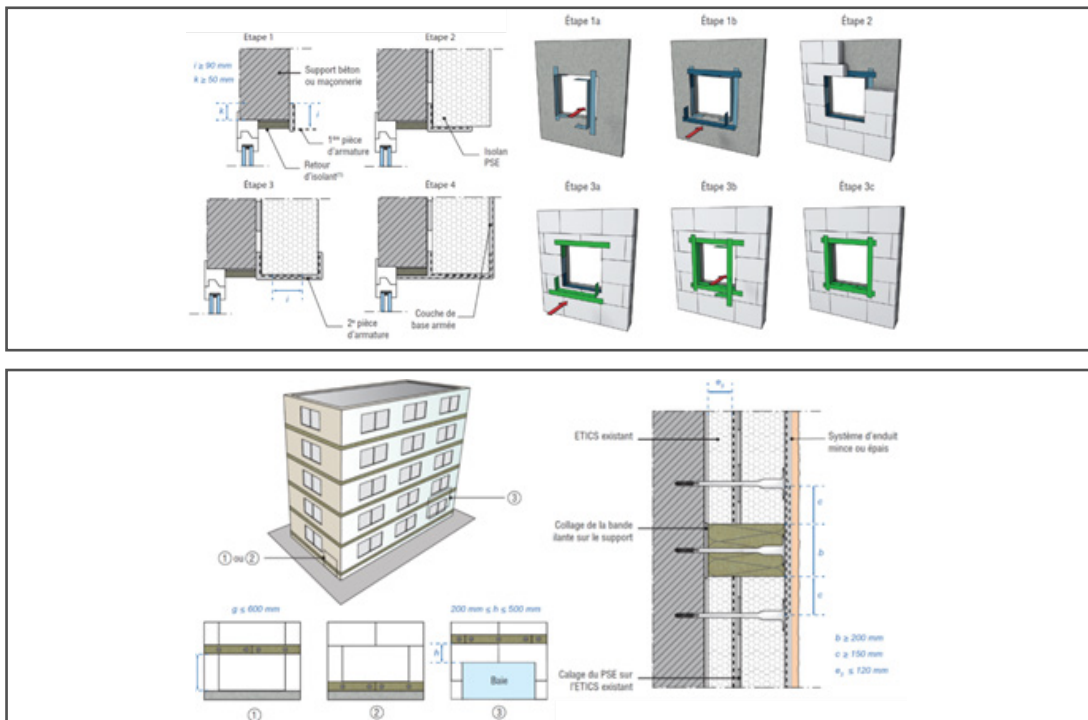


Figura 3.4: Detalls d'aplicació d'aïllament SATE a França

Font: Protection contre l'incendie des façanes béton ou maçonnerie revêtues de systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé (ETICS-PSE) Guide de Préconisations. Ministère de l'Intérieur (França)

BENCHMARKING EUROPEU

Portugal (2-4)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- DL ° 220/2008, de 12 Novembre – Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios. Diário da República, 1.ª série - N.º 250 - 29 de Dezembro de 2008
- DL ° 220/2008, de 12 Novembre – Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios. Diário da República, 1.ª série - N.º 250 - 29 de Dezembro de 2008

da República, 1.ª série - N.º 250 - 29 de Dezembro de 2008

- DL ° 220/2008, de 12 Novembre – Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios. Diário da República, 1.ª série - N.º 250 - 29 de Dezembro de 2008

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
CUBIERTAS				
FAÇANES SATE	D-s3, d1	B-s3, d0 E-d2 (Aïllament)	B-s3, d0(*)	B-s2, d0 (*)
CAMBRES D'AIRE	B-s2, d0	B-s2, d0	B-s2, d0	A2-s2, d0
FAÇANES VENTILADAS		B-s3, d0(*)	B-s3, d0(*)	B-s2, d0(*)

(*) S'aplica al sistema complet i també a l'aïllament

BENCHMARKING EUROPEU

Àustria (3)

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes empleats en

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- No disponible

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	D-s3, d1			
CAMBRES D'AIRE				
FAÇANES VENTILADAS				

BENCHMARKING EUROPEU

Noruega (3)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- “Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17)” Chapter 11. Safety in case of fire
- Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17)”

- Chapter 11. Safety in case of fire
- “Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17)” Chapter 11. Safety in case of fire

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes empleats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE				
CAMBRES D'AIRE	D-s3, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0
FAÇANES VENTILADAS				

BENCHMARKING EUROPEU

Croàcia (4)

Documents (Nom, Any, Secció del document)

- Ministeri de l'Interior Ordinance on Fire Resistance and other Requirements for Buildings in Case of Fire (Official Gazette 29/2013, 87/2015)
- Ministeri de l'Interior Ordinance on Fire Resistance and other Requirements for Buildings in Case of Fire (Official Gazette 29/2013, 87/2015)

- Ministeri de l'Interior Ordinance on Fire Resistance and other Requirements for Buildings in Case of Fire (Official Gazette 29/2013, 87/2015)

Requisits mínims amb relació a la reacció al foc, per a productes emprats en

	MÍNIM	HOSPITALS	CENTRES DOCENTS	EDIFICIS DE GRAN ALÇÀRIA
FAÇANES SATE	D-d1	B-d1	B-d1	A2-d1
CAMBRES D'AIRE	D-d1	B-d1	B-d1	A2-d1
FAÇANES VENTILADAS	D-d1	B-d1	B-d1	A2-d1

4.3. Conclusions del capítol

De les informacions recollides en aquest document n'extraïem les conclusions següents:

- Els nivells de seguretat als diferents països estudiats són molt heterogenis fins i tot amb els mateixos paràmetres de construcció i objectius.
- Una demostració de l'anterior és que alguns països regulen el comportament dels materials —és a dir la reacció al foc de cada producte— mentre que d'altres regulen exclusivament el comportament del sistema, o del kit subministrat.
- La compartimentació de locals és la base de la major part de les estratègies de seguretat contra incendis a tots els països estudiats. Això no obstant, hi ha diferències significatives pel que fa a les mides permeses del compartiment contra incendis.
- La protecció activa contra incendis no és l'opció més preconitzada. Ni tan sols en els edificis de gran alçària, només la meitat dels països estudiats obliguen la instal·lació de sistemes de ruixadors. Els ruixadors aparentment es consideren una característica de seguretat addicional, en lloc de substituir (parcialment) la protecció passiva contra incendis.
- La combustibilitat dels productes de construcció utilitzats i, en particular, l'aïllament tèrmic utilitzat a les façanes es té en compte en la majoria dels països estudiats.
- El disseny basat en prestacions només podrà abordar totes les inquietuds dels diferents països si els

models d'incendi inclouen el comportament al foc dels productes de construcció.

Tenint en compte l'alçària de l'edifici, no és sorprenent que quatre països requereixin que l'aïllament utilitzat en SATE sigui com a mínim de classe A2-s1, d0 i dos altres requereixin com a mínim B-s3, d0. Dos països no tenen, o tenen un requisit limitat per a l'aïllament si està protegit per un revestiment protector. D'altra banda, quatre dels països analitzats no tenen cap requisit en absolut. El Regne Unit i Suècia són els únics dos països de l'estudi que permeten l'ús de sistemes assajats amb mètodes a gran escala. Els requisits són pràcticament idèntics per a l'aïllament utilitzat en façanes ventilades o en SATE, excepte a Suècia i Itàlia, que tenen requisits més estrictes.

Els nivells de seguretat en els diferents països estudiats són molt heterogenis fins i tot amb els mateixos paràmetres de construcció i objectius.

D'altra banda, s'han analitzat els requisits per a edificis residencials de gran alçària de 16 països. Sorprenentment, es va descobrir que tres països (Països Baixos, Bèlgica i Grècia) no disposen de requisits per als productes individuals utilitzats en el sistema de façanes i se centren únicament en les prestacions de tot el sistema. Això no obstant, no tenen una prova de seguretat contra incendis

BENCHMARKING EUROPEU

per a façanes basada en situacions reals a gran escala. Dos països, Regne Unit i Suècia, permeten l'ús de productes que no compleixen els requisits del producte si tot el sistema supera una prova nacional a gran escala. Els altres 11 països tenen requisits estrictes per mesurar la combustibilitat dels productes utilitzats en les façanes amb una combustibilitat limitada (B-s3, d0) a No combustible (A2-s1, d0).

4.4. Bibliografia i altres referències

- (1) Criteris per a la limitació de la propagació vertical en façanes MIFO, agost de 2011 (aislar.com/wp-content/uploads/2017/06/173c2424cdfc2ab4ab5b922bc3cb2718.pdf)
- (2) La necessària revisió de la normativa de seguretat en cas d'incendi després de l'incendi de la Torre Grenfell. (www.euskadikokontsumitzaileak.com/es/documentacion/estudios/necesaria-revision-normativa-seguridad-caso-Incendis-despues-Incendi-orre+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es)
- (3) Hughes, S. i Albiac, J. Comparing National Fire Regulations in EU for 3 different buildings. Messerschmidt, Fire Safe Europe, Bèlgica.
- (4) Recerca pròpia en la normativa original.
- (5) Development of a European approach to assess the fire performance of facades
- https://ec.europa.eu/growth/content/development-european-approach-assess-fire-performance-facades-0_en
- (6) González Mayans, A. Análisis de las prestaciones de la limitación de propagación de Incendis en Façanas. Servei de Prevenció, Bombers de la Generalitat de Catalunya.
- (7) Façades and fire safety actions EU countries (www.firesafeeurope.eu)
- (8) Building regulations on fire safety in Europe. School of Architecture and Building Engineering, University of Liverpool, Regne Unit
- (9) Visscher, H. J., Meijer, F. M. OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies, Delft University of Technology, Països Baixos
- Messerschmidt, B. Future proofing the Euroclass system. Brandposten, 2016 <https://firesafeeurope.eu/brandposten-euroclass>
- Messerschmidt, B. et al. Influence of fire barriers on fire performance of facades with combustible insulation. https://www.matec-conferences.org/.../matecconf_05006.html
- Pauley, J. Connecting the dots on today's fire problem. NFPA <https://community.nfpa.org/community/nfpa-today/blog/2017/06/21/connecting-the-dots-on-today-s-fire-problem>
- Reacción al fuego de una Façana con sistema SATE www.anfapa.com/downloads/72_anfaoa_reaccion-al-fuego.pdf
- Mikkola, E. Comparison of national fire safety requirements within COST Action FP1404. International Wood Products Journal <https://www.ethz.ch/.../N152-09-Comparison%20of%20national%20>

96 ngs

Jordi Mirabent

Enginyer industrial, director tècnic del Departament de Productes Industrials d'APPLUS+.

Alberto Diego

Enginyer industrial, responsable d'avaluació tècnica de productes de protecció contra el foc del Departament de Qualitat de Productes de l'ITeC (Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya).

El capítol següent vol posar en context les diferències entre les condicions en les quals es duen a terme els assaigs i les condicions d'ús final dels materials i els sistemes que es donen en la realitat.

Així, al llarg del capítol s'analitza el marc reglamentari i normatiu en matèria d'assaigs (de resistència i reacció al foc dels materials de construcció, així com de propagació del foc per la façana).

El foc és un fenomen complex, no escalable, de manera que el que succeeix en un entorn controlat i reduït —com en un assaig normalitzat— pot diferir notablement del que succeeix en un incendi real, en què hi ha implicats molts més factors, la majoria dels quals són aleatoris o imprevisibles. Aquesta disjuntiva assaig-realitat és especialment rellevant a l'hora de dissenyar les façanes dels edificis i pot ser un punt de partida per proposar millores en la regulació actual.

5.1. Introducció

En capítols anteriors s'ha vist la importància del disseny i l'execució per evitar el desenvolupament d'un incendi per la façana i s'ha fet especial atenció a les vies de propagació més importants. També s'ha fet referència a les limitacions de la regulació vigent i dels assaigs utilitzats per a certificar l'aptitud de productes i sistemes de façana.

A continuació s'exposaran les característiques principals dels mètodes d'assaig utilitzats habitualment, posant el focus d'atenció en les seves forteses i les seves debilitats.

Així, doncs, s'analitzaran les característiques reguladores utilitzades en la normativa espanyola i les normatives europees a l'hora d'abordar el risc de propagació per la façana, és a dir:

- resistència al foc
- reacció al foc
- propagació del foc

S'ha valorat l'adequació d'aquestes característiques, en relació amb els mètodes d'assaig associats, per a cobrir de manera efectiva les característiques i les condicions del desenvolupament d'un foc real per la façana.

Finalment es descriuran i s'analitzaran els mètodes d'assaig de façana a gran escala, vinculats a la característica de propagació del foc, que no es té en consideració en el Codi Tècnic de l'Edificació.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

5.2. Característica reguladora de resistència al foc

5.2.1. Concepte i abast

La resistència al foc es pot definir com el període de temps que un element constructiu és capaç de mantenir la seva funció en situació d'incendi. Així, aquesta definició flexible s'interpreta d'una manera o una altra en funció de quin sigui l'element constructiu en qüestió. Això s'expressa mitjançant l'ús de diferents símbols. Per exemple, si ens referim a un element estructural, la seva resistència al foc consistirà en el temps que aquest element sigui capaç de mantenir la seva funció portant sota l'acció d'un incendi (i s'expressa amb el símbol R). De la mateixa manera, si considerem un element sectoritzador, la seva resistència al foc s'avalua mitjançant la integritat (E, que representa el pas de flames i gasos calents) i l'aïllament (I, que representa la transferència de temperatura al cantó que no està exposat al foc).

La resistència al foc es pot definir com el període de temps que un element constructiu és capaç de mantenir la seva funció en situació d'incendi.

Les normes d'assaig de resistència al foc estableixen els procediments que cal seguir per valorar la capacitat d'un element o un sistema constructiu determinat de conservar les seves prestacions

en cas d'incendi.

5.2.2. Metodologia d'assaig

Els assaigs es duen a terme en forns normalitzats, generalment de 3×3 m, tot i que els laboratoris poden disposar d'equips d'assaig més grans.

Els assaigs es duen a terme en forns normalitzats, generalment de 3×3 m.

A continuació es fa una relació de les normes que s'utilitzen en l'actualitat, a falta d'una norma específica per a l'assaig de façana en condicions representatives, a fi de justificar el comportament dels elements exteriors dels edificis, o dels seus constituents, en cas d'incendi. Convé afegir que no hi ha una sistemàtica definida pel que fa a la norma que cal utilitzar, sinó que en cada cas el fabricant presenta l'assaig que considera que millor s'ajusta al seu producte.

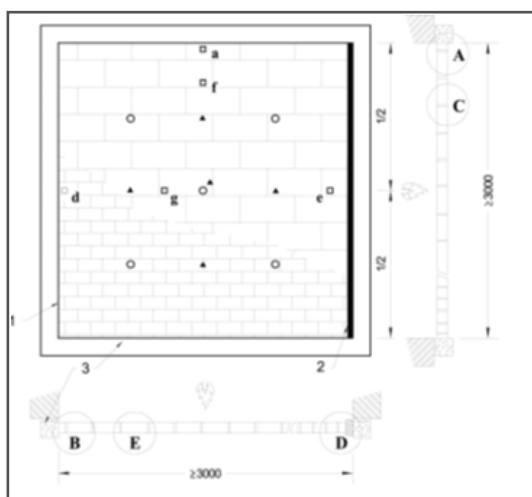
REGLAMENT PER A ASSAIGS

EN 1364-1: Assaigs de resistència al foc d'elements no portants. Part 1: Parets.

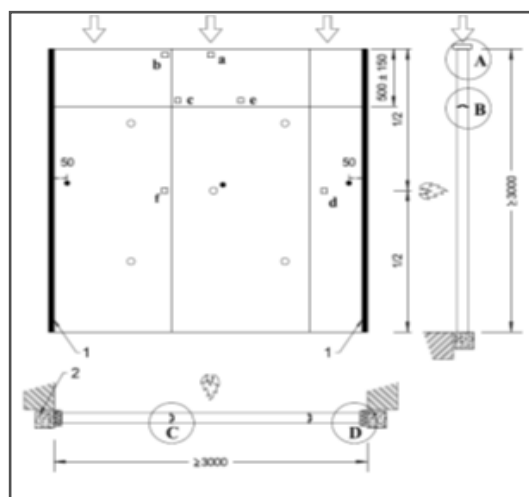
És aplicable a parets no portants interiors i exteriors, amb envidrament i sense.

EN 1365-1: Resistència al foc d'elements portants. Part 1: Parets.

És aplicable a murs interns i externs. La resistència al foc de les parets externes es pot determinar amb condicions d'exposició a foc interior o exterior.



*Figura 5.1. Assaigs de resistència al foc d'elements no portants. Part 1: Parets.
Font: EN 1364-1.*



*Figura 5.2. Resistència al foc d'elements portants. Part 1: Parets.
Font: EN 1365-1.*

REGLAMENT PER A ASSAIGS

EN 1364-3: Assaigs de resistència al foc d'elements no portants. Part 3: Façanes lleugeres. Configuració completa (conjunt complet).

Determina la resistència al foc de façanes lleugeres en la unió entre el forjat i la façana: configuració completa, façanes de tipus B (amb envidrament resistent al foc). Permet configurar foc interior i foc exterior.

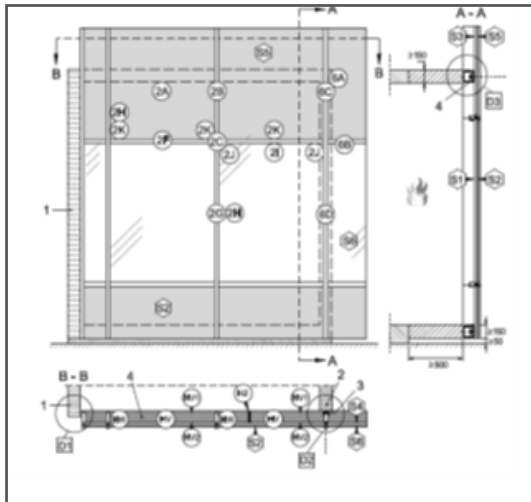


Figura 5.3. Assaigs de resistència al foc d'elements no portants. Part 3: Façanes lleugeres. Configuració completa.
Font: EN 1364-3

EN 1364-4: Assaigs de resistència al foc d'elements no portants. Part 4: Façanes lleugeres. Configuració parcial

Determina la resistència al foc de façanes de tipus A (sense envidrament resistent al foc), parts de façanes lleugeres, el segell perimetral i la fixació del sistema a la façana lleugera i a l'element de terra. Foc interior i exterior del plafó d'ampit (*spandrel*).

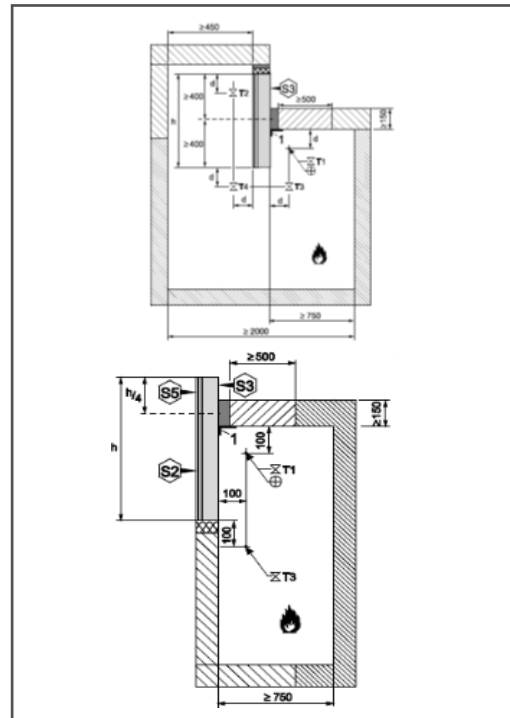


Figura 5.4. Assaigs de resistència al foc d'elements no portants. Part 4: Façanes lleugeres. Configuració parcial.
Font: EN 1364-4.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

EN 1366-3: Assaigs de resistència al foc d'instal·lacions de serveis. Part 3: Segelladors de penetració.

Determina la capacitat d'un segellador de penetració de mantenir la resistència al foc d'un element separador en la posició en què ha estat penetrat per un servei.

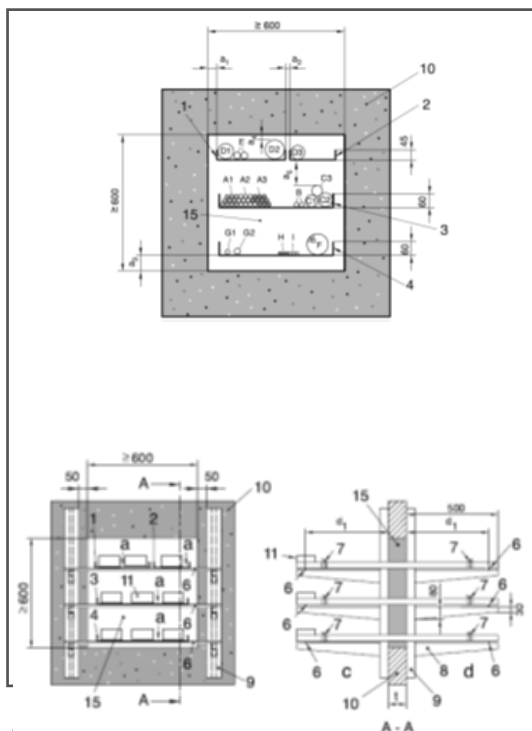


Figura 5.5. Assaigs de resistència al foc d'instal·lacions de serveis. Part 3: Segelladors de penetració.
Font: EN 1366-3.

EN 1366-4: Assaigs de resistència al foc d'instal·lacions de serveis. Part 4: Segellaments de junta lineal.

Determina la resistència al foc de juntes lineals en funció de l'ús final que se'n prevegi.

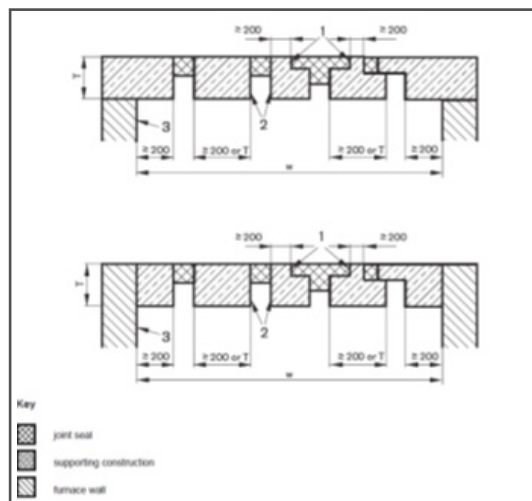


Figura 5.6. Assaigs de resistència al foc d'instal·lacions de serveis. Part 4: Segellaments de junta lineal.
Font: EN 1366-4.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

EN 1363-2: Assaigs de resistència al foc. Part 2: Procediments alternatius i addicionals.

En alguns casos, els elements constructius o estructurals poden estar exposats a condicions menys dures que quan es troben exposats a un sector d'incendi. Un exemple en són els murs en el perímetre de l'edifici, que poden quedar exposats a un foc exterior o a flames que

sobresurten a través de les finestres. Per aquest motiu cal assegurar que la naturalesa de la protecció al foc sigui tal que eviti la reentrada del foc a l'edifici.

Per la naturalesa dels focs exteriors, que presenten la possibilitat addicional d'una dissipació de calor, aquesta corba proporciona un nivell més baix d'exposició tèrmica que altres opcions (estabilització a 680 °C a partir del minut 20).

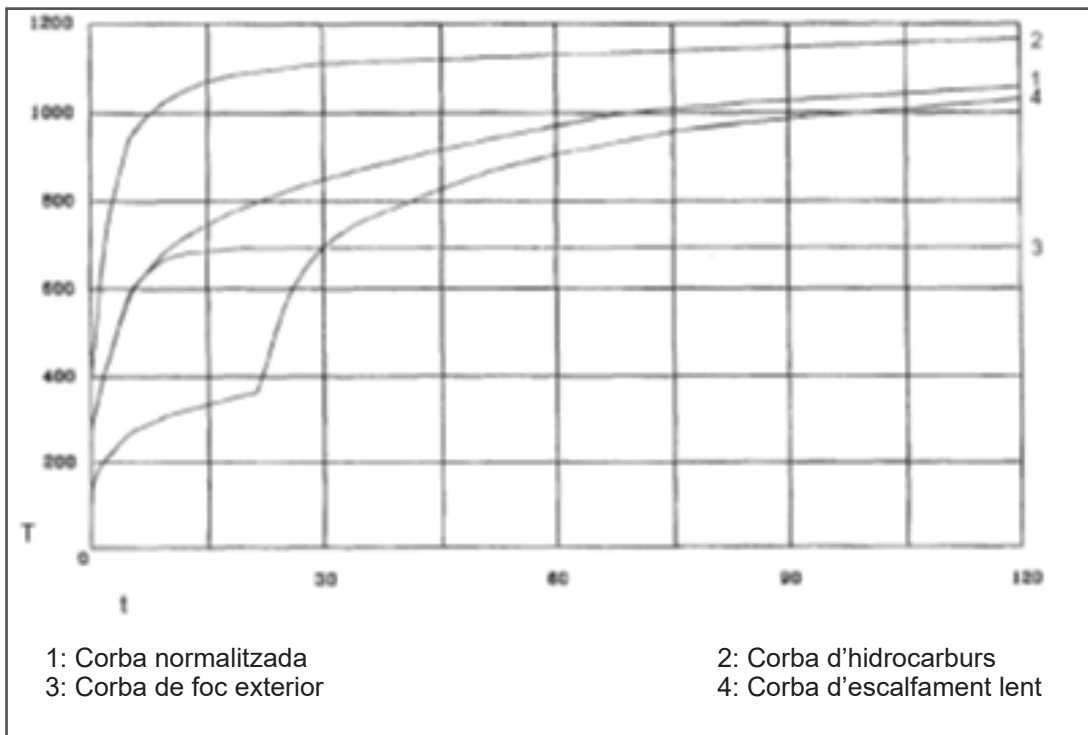


Figura 5.7. Corbes d'escalfament.
Font: EN 1363-2.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

prEN 1364-6: Fire resistance tests for non-loadbearing elements. Part 6: Cavity Barriers

Determina la resistència al foc de les barreres amb cambra d'aire. Aquesta norma s'aplica a barreres obertes o tancades, verticals o horitzontals, sense càrrega. S'utilitzen per a proporcionar separació del foc a espais sense particions o sense ventilació.

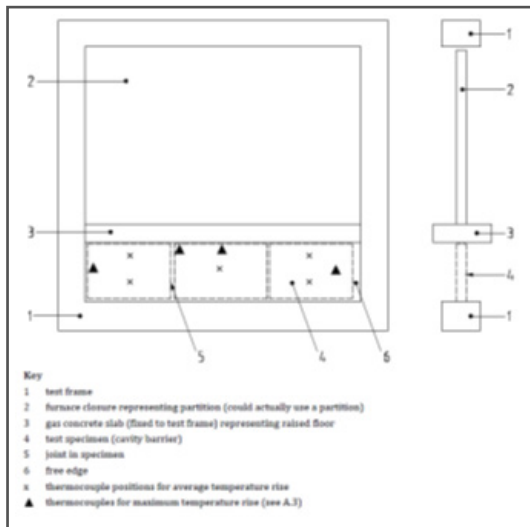


Figura 5.8. Fire resistance tests for non-loadbearing elements. Part 6: Cavity Barriers.

Font: Assaig EN 1364-6

5.2.3. Valoració de la resistència al foc en l'àmbit de la façana

Les normes citades en l'apartat anterior poden aportar un primer nivell d'informació en relació amb un foc de façana, si bé cap d'aquestes normes no s'ha desenvolupat per a analitzar la seguretat davant el risc específic de la propagació d'un incendi a través d'una façana.

Excepte la norma EN 1364-4, totes tenen en compte una de les cares exposades a les condicions d'escalfament, mentre que en la cara contrària es comproven les prestacions d'integritat (E) i aïllament tèrmic (I). Aquesta configuració d'assaig no preveu la verificació de la propagació de l'incendi per la façana, ja sigui per un focus a l'interior de l'edifici o per un focus exterior.

Cap de les normes anteriors no s'ha desenvolupat per a analitzar la seguretat davant el risc específic d'un incendi a través de la façana.

La norma EN 1364-4, relativa a l'assaig de configuracions parcials de façanes lleugeres, permet escollir una condició d'assaig que prevegi una regulació amb corba normalitzada de foc interior en la cara interior de l'element, de manera que permet condicions de temperatura inferiors en la cara exterior. També hi ha altres condicions d'assaig, que el fabricant pot escollir, que preveuen la regulació en

REGLAMENT PER A ASSAIGS

totes les zones amb corba d'escalfament interior o exterior.

La norma prEN 1364-6 es troba en fase de desenvolupament i, tal com s'ha indicat, s'ha previst amb la finalitat d'avaluar les barreres que s'haurien d'instal·lar en les cambres que hi ha a l'interior dels murs cortina i d'altres elements que poden afavorir la propagació de l'incendi. Tanmateix, també tindrà les seves limitacions, perquè no té en compte la propagació exterior.

5.3. Característica reguladora de reacció al foc

5.3.1. Concepte i abast

La reacció al foc és una característica concebuda per a analitzar en quina mesura un material o un producte contribueix al desenvolupament d'un incendi en la fase inicial.

La classificació de reacció al foc determina l'alliberament d'energia (calor) i la taxa d'alliberament (la velocitat a què ho fa) i expressa el comportament d'un producte mitjançant símbols, que van d'A1 (incombustible) a F (altament combustible).

A continuació, amb el subíndex s es determina la generació de fums (el volum i la velocitat). Es mesura l'opacitat, no la toxicitat. Així, s1 significa que la generació de fums és molt limitada, mentre que s3 indica una producció de fums elevada. D'altra banda, amb el subíndex d es mesura el degoteig de partícules inflamades: d0 indica que el producte no produeix gotes, mentre que d2 indica que goteja i que produeix la ignició d'un paper que es trobi a sota.

Així, doncs, combinant l'aportació de calor, fums i gotes incandescentes s'obté la classificació de reacció al foc, per exemple, C-s3, d0 (en aquest cas estaríem parlant d'un material amb combus-

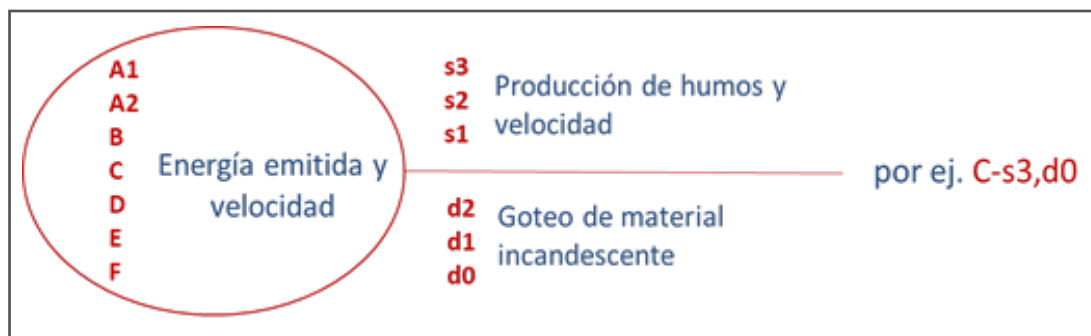


Figura 5.9. Classificació de la reacció al foc.
Font: A. Diego i J. Mirabent.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

tibilitat mitjana, que genera molt de fum i que no goteja quan crema). En la figura 5.9 es resumeix de manera esquemàtica el sistema de classificació.

A continuació s'analitza amb detall la metodologia d'assaig per valorar si aquesta característica és adequada per a analitzar i reglamentar el risc de la propagació del foc per la façana.

5.3.2. Metodologia d'assaig

En l'àmbit de la Unió Europea s'ha establert el sistema de classificació d'euro-classes d'acord amb el Reglament delegat (UE) 2016/364, en el qual es detallen les diverses classes, els mètodes d'assaig associats i els criteris de classificació.

En el cas de productes instal·lats a la façana, els mètodes d'assaig i classificació aplicables són els següents:

- EN ISO 1182 Assaigs de reacció al foc de productes. Assaig de no combustibilitat.
- EN ISO 1716 Assaigs de reacció al foc de productes. Determinació de la calor bruta de combustió (valor calorífic).
- EN 13823 Assaigs de reacció al foc de productes de construcció. Productes de construcció, excepte revestiments de terres, exposats a l'atac tèrmic provocat per un sol objecte en flames.
- EN ISO 11925-2 Assaigs de reacció al foc dels materials de construc-

ció. Inflamabilitat dels productes de construcció quan se sotmeten a l'acció directa de la flama. Part 2: Assaig amb una sola font de flama.

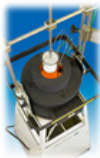



- EN 13501-1 Classificació en funció del comportament davant del foc dels productes de construcció i els elements per a l'edificació. Part 1: Classificació a partir de dades obtingudes en assaigs de reacció al foc.

En la Taula 5.1 es resumeixen les característiques bàsiques dels mètodes d'assaig.

En relació amb la mida de les mostres utilitzades en els mètodes d'assaig, es té un cilindre de 5 cm, segons l'EN ISO 1182 (determina la combustibilitat); 0,5 g de material molt, segons l'EN ISO 1716 (poder calorífic); un prisma de 25 cm, segons l'EN ISO 11925-2 (propagació de la flama). Es tracta, doncs, de proves de material, no de producte i, encara menys, de sistema.

Només l'assaig del Single Burning Item o SBI (EN 13823, un sol element en flames, en què es mesuren la calor i els fums generats, la propagació de la flama i el degoteig de material incandescent) accepta una representació limitada dels sistemes en condicions d'ús final. Es tracta d'una mostra de dues ales, en forma de racó, d'1,5 m d'alçària. Es poden instal·lar diverses capes (fins a una profunditat de 20 cm) i reproduir juntes lineals o altres característiques del sistema. Tanmateix, si tornem a la definició de reacció al foc inclosa en l'apartat anterior ens hem de preguntar el següent:

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Norma	Mostres	Exposició	Durada	Determinacions
EN ISO 1182	Provetes cilíndriques de 50×45 mm Ø	 750 °C	30 minuts amb un màxim de 60 minuts	ΔT (°C), Δm (%) i aparició de flama (durada). Classes A1, A2.
EN ISO 1716	Provetes de material molt (0,5 g)			Mesura els MJ/kg produïts per la combustió de la mostra a partir de l'increment de T. Classes A1, A2.
EN 13823 (SBI)	Provetes formant un angle de 90°. Dues ales d'1,5 m×1 m i 1,5 m×0,5 m	 Cremador de propà de 30 kW	21 minuts	Es mesura la velocitat de producció i l'energia produïda en el transcurs de l'assaig. Es mesura la taxa de producció de fum. Es determina la propagació lateral de la flama i la caiguda de gotes/partícules inflamades. Classes A2, B, C, D
EN ISO 11925-2	Provetes de 250×90 mm	 Cremador Bunsen de propà	15 s / 30 s	Mesura la propagació de la flama i el degoteig.. Classes B, C, D, E.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

què significa en la fase inicial de l'incendi? L'assaig SBI simula una paperera en flames que crema al racó d'una habitació interior, de manera que la potència de foc aplicada és relativament baixa.

Per tant, es pot observar que els mètodes existents són, principalment, de caracterització de material, en petites dimensions, i que existeix un únic mètode que permet representar, fins a un cert punt, una solució constructiva, però exposada a un atac molt limitat i durant un període de temps curt.

5.3.3. Valoració de la reacció al foc en l'àmbit de la façana

A continuació s'analitzen els requisits de reacció al foc i, per tant, els requisits relatius a la selecció de materials, establerts en el Codi Tècnic de l'Edificació

(CTE), Document bàsic de seguretat contra incendis (DB SI), per als productes instal·lats en la façana d'un edifici.

Podem observar (vegeu la Figura 5.10) que per a edificis de més de 18 metres d'alçària s'exigeix la presència de productes de combustibilitat baixa (classe B-s3, d2 o millor), però no es té en compte la generació de fums ni la caiguda de material incandescent. Per a edificis de fins a 18 metres (sis plantes), si la part inferior no és accessible al públic no s'exigeix cap requisit. En canvi, si la zona inferior de la façana és accessible al públic s'exigeix la mateixa classe B-s3, d2 a l'arrencada (els primers 3,5 metres) i es deixa lliure la selecció de materials per a la resta de façana.

Al marge de valorar els nivells d'exigència establerts (o no establerts), es pot observar, a tall d'exemple, que per a edi-

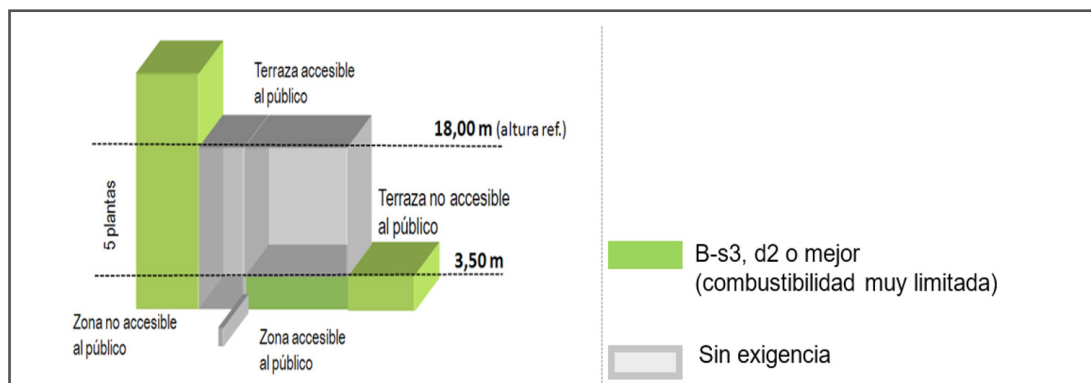


Figura 5.10. Requisits de reacció al foc de les façanes establerts en la normativa espanyola.

Font: M. P. Giraldo, 2012.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

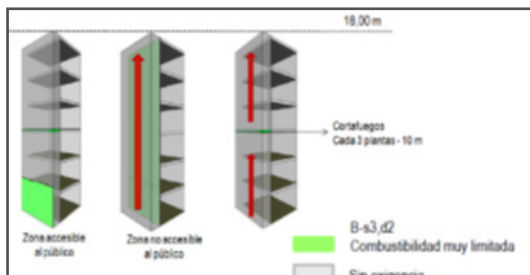


Figura 5.11. Requisits de reacció al foc de les façanes ventilades establerts en la normativa espanyola.

Font: M. P. Giraldo, 2012.

fics de fins a 18 metres només s'enfoca el risc d'un foc que incideix en la façana des de l'exterior, a causa d'un contenidor en flames, per exemple, però no en el cas que el foc provingui d'un incendi interior que surti per una finestra.

Per tant, per a edificis de sis plantes podríem concloure que no preocupa en excés la combustibilitat dels materials instal·lats i la influència que tindrien en la propagació de l'incendi per la façana. Per a edificis de gran alçària, la reglamentació sí que té en compte la combustibilitat per a evitar la propagació del foc. Tanmateix, a continuació veurem com un producte o un sistema pot obtenir una classe B-s3, d2 per les característiques dels mètodes d'assaig, però si s'exposa a un incendi a la façana podria propagar el foc.

Un altre aspecte que cal destacar en relació amb la normativa és que, en general, els requisits establerts no dis-

tingeixen entre els diferents tipus de façanes, quan els mecanismes de propagació del foc estan intrínsecament relacionats amb la tipologia constructiva instal·lada. En l'apartat 2.3.2 s'aporta informació sobre la manera en què altres reglamentacions europees vinculen els requisits de reacció al foc a la tipologia de façana, a condicions o limitacions de disseny, a mesures de protecció passiva i també a mesures de protecció activa.

L'única tipologia constructiva que sí que mereix una atenció especial en el CTE és la façana ventilada, per a la qual també s'estableixen, a més, requisits de reacció en la cambra oculta (vegeu la Figura 2.11). Per a edificis de fins a 18 metres es permet el desenvolupament continuat, sense interrupcions, sempre que els productes instal·lats presentin una classe B-s3, d2 o millor. En canvi, si es disposa una barrera tallafoc cada 10 metres o cada tres plantes no es demana cap requisit i es pot instal·lar el que es vulgui. En edificis de més de 18 metres d'alçària s'han de fer servir productes de classe B-s2, d2 o millor en la cambra ventilada. Així mateix, d'acord amb un comentari introduït en el CTE pel Ministeri, també es permet la presència de materials C-s3, d2 si s'instal·len barreres tallafoc cada 10 metres o cada tres plantes.

A més de tornar-nos a plantejar si els resultats de classe B-s3, d2 són rellevants en el cas que hi hagi foc a la façana, també es poden valorar els criteris relatius a les barreres tallafoc. S'han de

REGLAMENT PER A ASSAIGS

col·locar per a unes classes de reacció al foc determinades (combustibilitat mitjana-alta), quan el primer que cal fer notar és que el foc es pot propagar per la cambra ventilada fins i tot sense la presència de material combustible a causa de l'efecte xemeneia, tal com ha quedat demostrat en múltiples assaigs a gran escala. D'altra banda, en els casos en què s'exigeixen barreres, es permeten 10 metres sense interrupció, quan nombrosos treballs d'investigació i assaigs indiquen que aquestes mesures de protecció passiva només tindran l'opció de complir la seva funció si s'instal·len a una distància inferior entre elles: a cada planta i, en segons quins casos, acompanyades de franges tallafoc verticals.

Un cop vistes les exigències establertes, cal analitzar si la classificació de reacció al foc és útil per si sola per a afrontar el risc particular de propagació per la façana, tenint en compte les característiques d'un incendi en la façana. La reducció de l'escala, pel que fa a les dimensions i a la càrrega de foc, en els mètodes d'assaig que s'han vist fa que es perdin de vista una sèrie de factors que influeixen en la propagació. D'entre aquests factors, es poden apuntar els següents:

- La potència de l'incendi: en l'SBI es parla de 30 kW, quan un incendi totalment desenvolupat en irrompre a la façana podria generar una potència 500 vegades més gran.
- El tipus i la direcció de l'exposició: localitzada en les superfícies exteriors d'acord amb els mètodes d'assaig de

reacció al foc o incidint en l'element constructiu per tots els cantons en el cas d'un incendi real en una façana (superfície, cantó i part posterior).

- Les característiques de l'escenari d'incendi a la façana i les condicions ambientals, que són notablement diferents de les dels mètodes de reacció.
- La dificultat (o, simplement, la impossibilitat) de reproduir els sistemes constructius d'una façana en aquest trosset de racó de la mostra de l'assaig SBI (cal pensar, per exemple, en l'efecte xemeneia a les cambres ventilades).

Tot això pot ocasionar que un sistema de classe B-s1, d0 de reacció al foc (combustibilitat molt limitada) —per exemple, un SATE— hagi obtingut aquesta prestació per la protecció que és capaç d'aportar el morter de revestiment davant de l'exposició limitada en l'SBI (30 kW durant 21 minuts en un ambient interior). Tanmateix, tenint en compte la incidència d'un incendi real a la façana, el foc podria arribar a la capa d'aïllament interior i, si és combustible, propagar-se façana amunt o, fins i tot en algunes circumstàncies, façana avall.

Per tant, la informació que ens proporciona una classificació de reacció al foc B-s3, d2 (és a dir, un producte o un sistema de combustibilitat molt limitada), sobre la qual s'estableixen els requisits reglamentaris, podria quedar en dubte en un escenari d'incendi a la façana, ja que l'exposició —i, en conseqüència, també el comportament del sistema—

REGLAMENT PER A ASSAIGS

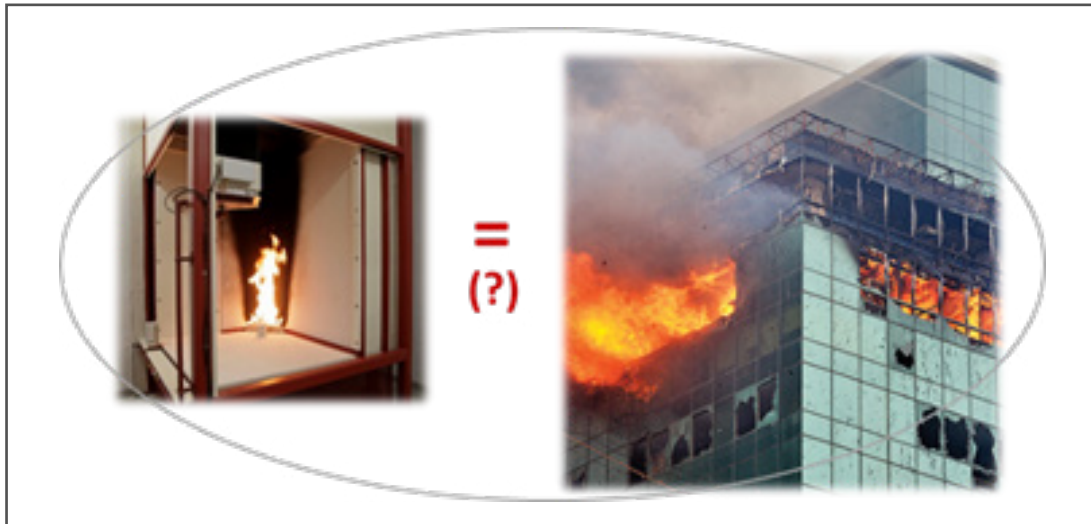


Figura 5.12. Assaig de l'SBI vs situació real de foc a la façana.
Font: <http://www.vttexpertservices.com/s>

és molt diferent de la que representen els mètodes d'assaig de la reacció al foc (vegeu la Figura 5.12).

5.4. Característica reguladora de propagació del foc

5.4.1. Concepte i abast

En 14 països de la Unió Europea hi ha implantada una característica addicional, a més de la reacció i la resistència al foc, amb la finalitat de governar el risc de l'incendi en la façana: la propagació del foc.

Aquesta característica es determina per mitjà d'assaigs a gran escala. Són

assaigs a escala 1:1, tant pel que fa a les dimensions de la mostra com pel que fa a la càrrega de foc aplicada. Aquests assaigs pretenen representar condicions tan realistes com sigui possible. Més endavant, en aquest mateix capítol, es descriuen els mètodes d'assaig disponibles en l'actualitat i el projecte d'estandardització en l'àmbit europeu.

És a dir, ja no es fa servir un model simplificat basat en la caracterització de les parts, com ara la reacció al foc (caracterització amb les limitacions comentades, a més), sinó que l'objectiu és avaluar el risc en la seva totalitat. En els últims temps s'està comprovant que el disseny de les façanes basat en determinacions parcials de reacció al foc pot

REGLAMENT PER A ASSAIGS

ser incapaç de predir amb prou fiabilitat el desenvolupament real de l'incendi. Per això pot resultar adequat complementar-lo amb una característica diferent (i uns mètodes d'assaig alternatius) que permeti avaluar de manera més fidedigna el comportament del foc en el conjunt de la façana.

5.4.2. Utilització en reglamentacions europees

Malgrat tot el que s'ha indicat en apartats anteriors, no es pot dir que la reacció al foc sigui una característica mal dissenyada o poc útil. Tanmateix, s'ha de conèixer la informació que aporta per poder-la utilitzar correctament en cada situació. Tots els països de la Unió Europea utilitzen la reacció al foc per a regular els nivells d'exigència en l'àmbit de la façana —tot i que varien, això sí.

A més, hi ha països en què les clàusules reguladores s'han desenvolupat més. En aquest sentit, diferencien els criteris establerts en funció de la tipologia de façana i vinculen els requisits de reacció al foc a determinades condicions de disseny, a mesures de protecció passiva i, en ocasions, també a mesures de protecció activa. Així, és habitual veure reglaments que en edificis de 25 metres o una alçària superior (orientativament) només permetin l'ús de materials incombustibles en la façana. Per a edificis de menys alçària s'estableixen mesures en funció de la tipologia constructiva: quan s'instal·la un revestiment combustible per l'exterior, la disposició

de franges horitzontals de material A1 o A2-d1, s0 cada certa distància (normalment en cada pis), que trenquin la continuïtat de la capa combustible; o franges incombustibles al voltant del perímetre de les finestres; i si es tracta d'una façana ventilada, la disposició de barreres tallafoc a la cambra, intumescents o metàl·liques (normalment, també a cada pis). Les dimensions i les característiques d'aquestes interrupcions (o altres elements de protecció, com alerons) depenen de la càrrega de foc present en els elements de la façana, així com de l'ús de l'edifici.

Algunes normatives estableixen un percentatge màxim de finestres en relació amb la superfície total de la façana per a configuracions i usos concrets dels edificis. O bé especifiquen criteris d'ubicació (desalineades en vertical) per a determinades tipologies de façana i segons els materials utilitzats.

També es poden trobar requisits relacionats amb el vidre per a murs cortina, per exemple, i en façanes de doble pell s'ha d'instal·lar, a més, un sistema automàtic d'extinció entre les dues pells. En les façanes ventilades es regula l'amplada màxima de la cambra. Per a ambdós sistemes també s'estableixen requisits de resistència al foc de les fixacions mecàniques de la subestructura de la façana.

Segons les característiques dels elements de la façana, algunes normatives prenen en consideració la incidència que tindria un incendi en rutes d'evacu-

REGLAMENT PER A ASSAIGS

ació o àrees exteriors segures. Alguns països fins i tot fixen criteris de disseny per a plafons fotovoltaics i façanes verdes.

En la taula següent es recull un compendi de requisits addicionals (a més dels que s'estableixen per a la reacció i la resistència al foc) en diferents països de la Unió Europea. També s'apunten criteris de disseny o mesures de protecció.

Àustria

Limitació de la propagació de la flama al llarg (i a l'interior) de la façana i limitació de desprendiments que puguin fer mal als bombers o a les persones durant la fase d'evacuació. En edificis de més de quatre pisos per sobre el nivell del terra. Es pot assajar segons l'ÖNORM B3800-5.

Bèlgica

Ruixadors automàtics com a solució alternativa en casos específics

Croàcia

Per a edificis de fins a 22 m d'alçària dividits en sectors d'incendi, els revestiments de façana combustibles i/o els aïllaments tèrmics s'han d'interrompre amb materials incombustibles (reacció al foc A1 o A2-s1, d0) als límits dels sectors d'incendi. Aquestes interrupcions s'han de fer de manera vertical i horitzontal en diferents longituds (d'1 a 5 m) en funció de la localització de l'edifici.

Per a edificis de fins a 22 m d'alçària considerats com un sol sector d'incendi,

els revestiments de façana combustibles i/o els aïllaments tèrmics s'han d'interrompre amb materials incombustibles (reacció al foc A1 o A2-s1, d0) en forma de llinxa protectora al voltant de les obertures i en franges en tot el perímetre dels edificis, cada dos pisos.

Per a façanes ventilades es requereixen interrupcions cada dos pisos en forma de barreres reactives o intumescent, barres de làmina d'acer, etc.

Per a edificis d'alçària superior a 22 m, els revestiments de façana i/o els aïllaments tèrmics han de ser incombustibles d'acord amb la norma EN 13501-1 (reacció al foc A1 o A2-s1, d0).

República Txeca

Per a edificis d'entre 12 i 22,5 m d'alçària es requereix:

1. Barreres horitzontals de 900 mm de productes A1/A2 en cada pis, situades a 1 m del nivell del terra com a màxim, i barreres de 250 mm al voltant de les obertures de ventilació i les caixes d'interruptors. Qualsevol alternativa a 1) s'ha de provar segons la norma ISO 13785-1 per garantir que no es produeixi una propagació de la flama superior a 0,5 m, amb 100 kW, durant 30 min (l'annex nacional de l'ISO 13785-1 especifica mesures i criteris addicionals).
2. Barrera vertical d'1,5 m d'ample de productes A1/A2 a tots dos costats i al voltant d'escales exteriors, en balcons per a vies d'evacuació i en tot

REGLAMENT PER A ASSAIGS

el recorregut d'evacuació per sota d'aquestes vies.

3. Els passadissos s'han de recobrir amb productes A1/A2.
4. Les cares inferiors de balcons per damunt d'una certa mida s'han de recobrir amb productes A1/A2.
5. Conductors elèctrics no aïllats: les parets corresponents fins a 250 mm s'han de recobrir amb productes A1/A2 a tots dos costats.
6. Barrera vertical de 900 mm d'ample amb productes A1/A2 entre edificis adjacents.
7. Les finestres de rutes d'evacuació interna s'han de recobrir amb productes A1/A2 fins a un mínim d'1,5 m al voltant i en totes les direccions.

Qualsevol solució alternativa per als requeriments enumerats del punt 2) al punt 7) ha de contenir un mínim de 25 mm de gruix de capa de protecció a la superfície d'A1/A2 i s'ha de sotmetre a assaigs segons la norma ISO 13785-1 per garantir que la flama no es propaga a més de 0,5 m, amb 100 kW, durant 30 minuts i segons la norma ISO 13785-2, per garantir que la capa superficial no perd identitat i tenir una temperatura més baixa que la d'ignició de les capes de combustible, per sota de 3 MW, durant 30 minuts. En aquests llocs es demanen els mateixos requeriments si s'aplica un SATE adicional a sobre del SATE combustible.

S'ha de calcular el potencial calorífic per a productes aïllants amb gruix superior als 200 mm de classe inferior a A1/A2.

Dinamarca

Vegeu els criteris per a Suècia.

Francia

Requeriments per a la propagació de la flama a través de la façana (en la superfície externa i també a través de cavitats i unions entre la façana i el forjat).

Els requeriments es compleixen seguint les regles basades en el càlcul de la massa de combustible disponible i els convenis tècnics sobre la instal·lació (regles C+D). Quan aquestes regles no es puguin complir, es necessita un assaig d'acord amb el mètode LEPiR 2.

Alemanya

Per a edificis d'entre 7 i 22 m d'alçària: els sistemes s'han de provar d'acord amb la DIN 4102-20 i, a més, per als SATE amb aïllament d'EPS s'han d'assajar amb foc procedent de l'exterior.

Per a edificis de gran alçària (>22 m): tots els materials han de ser incombustibles d'acord amb la norma EN 13501-1 (reacció al foc A1 o A2-s1, d0).

Per a edificis singulars, les autoritats alemanyes poden exigir requisits addicionals.

Grecia

Requeriments addicionals en relació amb l'àrea d'obertures permesa en tota la façana en edificis amb una ocupació superior a 1.000 persones:

- Distància (façana-edifici veí): < 3 m; fracció de l'àrea d'obertures: < 15 %.
- Distància (façana-edifici veí): 3 5 m;

REGLAMENT PER A ASSAIGS

- fracció de l'àrea d'obertures: < 25 %.
- Distància (façana-edifici veí): 5 10 m; fracció de l'àrea d'obertures: < 50 %.
- Distància (façana-edifici veí): > 10 m; fracció de l'àrea d'obertures: < 80 %.

Hungria

Segons la norma MSZ 14800-6 es pot classificar el límit de propagació de la flama ($T_h = 0$ min, $T_h = 15$ min, $T_h = 30$ min, $T_h = 45$ min).

El reglament contra incendis dona instruccions sobre requisits per a determinats edificis (en funció de l'alçària, els materials, les classes de risc, etc.).

Italia

1. Com a mesura alternativa per a façanes de doble pell: sistema d'extinció automàtic situat entre les dues parets i activat per la detecció apropiada d'incendi present en cada pis de l'edifici. Els aparells col·locats a cada pis han d'estar encarats cap a la paret interna de la façana. En el cas que hi hagi elements de vidre (mur cortina), han de ser de vidre trempat i han d'haver estat sotmesos al tractament HST (heat soak test).
2. No hi ha requeriments de resistència al foc per a elements de façana que corresponguin a sectors on la densitat de càrrega de foc sigui inferior a 200 MJ/m².
3. No hi ha requeriments de resistència al foc per a elements de façana que corresponguin a sectors on la densitat de càrrega de foc sigui superior a 200 MJ/m² si disposen d'un sistema d'extinció automàtic.

4. Si la façana es compon de materials fràgils o de materials que en cas d'incendi poden implicar una ruptura o desprendiments, s'ha d'assegurar que les sortides de rutes d'evacuació i els llocs exteriors segurs estan protegits de la caiguda de parts de la façana. El disseny del sistema d'evacuació ha de tenir en compte la dificultat dels equips de rescat d'accedir a l'edifici des de fora en el cas que es produïxi un incendi. Tanmateix, es poden incloure finestres fàcils d'obrir des de fora per als equips de rescat, d'acord amb els requisits d'accessibilitat dels mitjans de bombers.
5. L'ús de la cavitat (façanes de doble pell) per a evacuar els ocupants està prohibit.

Liechtenstein

Vegeu els criteris per a Suïssa.

Noruega

Els sistemes que no siguin A2-s1, d0 instal·lats en edificis de gran alçària o hospitals, hotels o residències, per exemple, s'han de validar amb un assaig segons l'SP Fire 105 o d'acord amb un mètode d'assaig equivalent.

Polònia

Classificació segons la propagació de la flama a través de la façana d'acord amb el mètode d'assaig a gran escala:

- NRO: classe sense propagació de la flama.
- SRO: classe amb propagació lleu de la flama.
- SIRO: classe amb gran propagació de la flama

REGLAMENT PER A ASSAIGS

República d'Irlanda

En edificis amb una alçària superior als 18 metres cal la justificació de la no propagació de la flama per mitjà del BS 8414 (BR 135).

Romania

Requisits addicionals per a edificis alts: ús de materials A1 o A2-s1, d0, amb resistència al foc de 15 minuts, i ús de separacions verticals d'1,20 m i E30 com a mínim.

Requisits addicionals per a murs cortina: ús de separacions verticals sense envidrament d'1,20 m i E30 com a mínim. Al nivell del terra cal utilitzar separacions en l'espai lliure entre el mur cortina i el forjat, amb el mateix gruix que aquest, de materials A1 o A2-s1, d0 i E30.

Mesura alternativa: sistemes de protecció amb aigua. Els murs cortina han d'estar ancorats amb elements d'acer procedents de l'estructura de l'edifici.

Requisits per a façanes ventilades: la cambra ha de ser de 5 cm com a màxim; cal utilitzar buits verticals amb interrupcions constants (cada un o dos pisos), d'acord amb l'ús, el nombre de pisos i l'alçària de l'edifici; cal utilitzar barreres reactives o intumescent (variants diferents) com a element d'interrupció E30; cal utilitzar barreres de planxa d'acer amb un gruix mínim d'1,5 mm.

Les obertures, independentment de si són envidrades o no, s'han de protegir amb llindes i brancals.

Per a les façanes de plafons fotovoltaics i les façanes verdes hi ha altres requisits addicionals

Regne Unit

Es poden utilitzar els estàndards BS 8414 i BR 135 per a demostrar la prestació en cas d'incendi de construccions exteriors de façana per a sistemes que no segueixin o no puguin complir les prestacions en cas d'incendi per a les característiques exposades en la guia per a components individuals.

República d'Eslovàquia

S'ha de satisfer el requisit d'assaig a escala real si no es compleixen les recomanacions estàndard de disseny segur.

Suècia

Limitació de la propagació de la flama al llarg (i a l'interior) de la façana i limitació de desprendiments que puguin fer mal a les persones durant la fase d'evacuació o als bombers. Es pot assajar d'acord amb l'SP Fire 105.

Suïssa

Limitació de la propagació de la flama al llarg (i a l'interior) del recobriment de la façana.

Edificis d'alçària mitjana (11-30 m): els revestiments exteriors combustibles han d'estar interromputs perquè si es produeix un incendi a la façana no es pugui propagar més de dos pisos per damunt de l'origen del foc abans que els bombers hi actuïn (20-30 minuts, aproximadament).

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Edificis de gran alçària (>30 m): el sistema de revestiment ha d'estar format per materials incombustibles (A1 o A2-s1, d0), llevat de les parts que no siguin rellevants en termes d'àrea. Aquests requisits es poden satisfer aplicant mesures estàndard, com l'ús de materials incombustibles, barreres constructives o una construcció aprovada. El procediment d'aprovació requereix la justificació de la prestació de propagació del foc d'acord amb la DIN 4102-20, l'ÖNorm B 3800-5 o el procediment suís d'assaig per a sistemes de revestiment exterior de façanes. (*Requisits reglamentaris d'incendi a la façana addicionals a la reacció i la resistència al foc: síntesi de les exigències nacionals a Europa. Font: A. Diego i J. Mirabent*)

5.4.3. Valoració de la propagació al foc en l'àmbit de la façana

Tal com s'ha vist en els apartats 5.1 i 5.2, les característiques de resistència i reacció al foc, així com els diferents mètodes d'assaig generats per a obtenir-les, no s'han concebut per a determinar el comportament d'un sistema constructiu de façana davant el risc específic que suposen el desenvolupament i la propagació del foc, en les condicions ambientals que es donen en un element delimitador amb l'exterior i tenint en compte les dimensions reals de la construcció.

A aquest efecte, observem que la característica adequada per a avaluar i reglamentar la transmissió d'un incendi a través de la façana d'un edifici és la denominada propagació del foc. Com el

seu nom indica, aquesta característica al·ludeix directament al risc específic que planteja un incendi que arribi a la façana: el desenvolupament —extremadament ràpid en algunes circumstàncies— de l'incendi a través de la pell de l'edifici, que propaga el foc a altres punts de l'edificació i pot comprometre l'estratègia de sectorització implantada.

Per tant, s'hauria d'incorporar la consideració de la característica de propagació del foc amb la finalitat d'analitzar amb rigor i fiabilitat el fenomen, de manera directa i en condicions representatives, en lloc d'abordar-lo amb l'anàlisi de característiques que només el tracten de manera indirecta o parcial.

És important assenyalar que la incorporació de la característica de propagació del foc no implica necessàriament (o sempre) la realització d'assaigs a gran escala. Tal com s'indica en l'apartat 5.5, és mitjançant aquest tipus d'assaig que s'aconsegueix determinar la propagació. Això, però, podria quedar com a opció per a aquells casos en què no sigui possible justificar el comportament satisfactori de la solució constructiva mitjançant condicions de disseny i mesures de protecció passiva i activa, en combinació amb l'ús dels requisits de reacció i resistència al foc.

És a dir, en primer lloc s'hauria de desenvolupar un cos normatiu en funció de la tipologia de façana instal·lada (solucions considerades satisfactòries, en les quals el foc no es propagarà) i d'acord amb les disposicions reglamentàries

REGLAMENT PER A ASSAIGS

oportunes extretes de les normatives de referència i l'experiència disponible en assaigs a gran escala. Finalment, per a les solucions que surten d'aquest àmbit de coneixement establert s'hauria de dur a terme l'assaig a gran escala com a eina justificativa.

5.5. Assaigs a gran escala

5.5.1. Concepte i abast

Tal com s'ha comentat anteriorment, els anomenats assaigs de foc a gran escala són proves que es duen a terme a escala 1:1, tant pel que fa a les dimensions de la mostra com pel que fa a la càrrega de foc. L'objectiu, doncs, és representar condicions tan semblants a la realitat com sigui possible.

En l'actualitat no existeix cap mètode d'assaig a gran escala harmonitzat en l'esfera europea. No obstant això, com a part del procés d'estandardització i també com a conseqüència dels incendis amb desenvolupament per la façana que han cremat en diversos països en els últims anys, el 2017 el CEN (l'organisme europeu encarregat de redactar la normativa d'assaig) va encarregar a un grup d'experts la realització d'un estudi per a analitzar la situació reglamentària i normativa en relació amb aquest risc, en els països de la Unió Europea.

Aquest estudi preveu l'anàlisi de la situació, obtinguda a través d'enquestes dirigides a cada país, i també inclou la valoració de les prestacions i els requeri-

ments exigibles als sistemes de façana. Finalment, l'estudi proposa un primer esborrany de procediment harmonitzat d'assaig i classificació.

Els resultats de les enquestes realitzades presenten una gran diversitat pel que fa a la definició inicial del concepte de façana. Així mateix, els requeriments normatius i reglamentaris també són força dispersos. Per acotar l'àmbit de l'objecte d'estudi, des del grup de treball s'ha proposat aquesta definició de façana: "A complete external wall construction of any type (massive wall or curtain wall, etc.) or constitution (masonry, combustible material, etc.)".

Tal com s'ha vist abans, alguns països de la Unió Europea consideren específicament en les seves normatives el risc de propagació del foc per la façana, la qual cosa ha donat lloc a l'emissió de normes d'assaig que tenen en compte aquest risc.

5.5.2. Metodologia d'assaig

A continuació s'indiquen alguns exemples de la normativa d'assaig prevista per a avaluar la propagació del foc per la façana.

A totes aquestes normes d'assaig europees s'hi ha de sumar l'NFPA 285, dels Estats Units.

D'entre totes les normes esmentades que preveuen assaigs a gran escala, orientats específicament a caracteritzar els sistemes de façana segons el seu compor-

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Mètode d'assaig	País	Camp d'aplicació	Escala	Configuració
1. PN-B-02867:2013	Polònia	Todo tipo de FAÇANES	Escala intermèdia	Pared simple sin ventanas
BS 8414-1:2015 i BS 8414-2:2015	Gran Bretanya, República d'Irlanda	Aplicable al sistema assajat	Gran escala	Angle recte, dues ales
	Suïssa, Alemanya	Sistema complementari de façanes (cada element de la façana ha de tenir una classificació de combustibilitat baixa d'acord amb la DIN 4102-1 o l'EN 13501-1) per classificar el sistema com sistema de baixa combustibilitat	Escala intermèdia	Angle recte, dues ales
ÖNorm B 3800-5	Suïssa, Àustria	El ensayo descrito es válido para ensayar: -FAÇANES ventiladas -FAÇANES no ventiladas		Ángulo recto, dos alas
Prüfbestimmung für Außenwandbekleidungs-systeme	Suïssa, Liechtenstein	Frente a un fuego procedente de la ventana de un apartamento en llamas.		

Taula 5.3. Característiques dels mètodes d'assaig per a façanes segons el país (Europa).

Font: J. Bolea i M. Sánchez

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Mètode d'assaig	País	Camp d'aplicació	Escala	Configuració
Technical regulation A 2.2.1.5	Alemanya	Assaig per a SATE amb aïllant combustible. Mostra les prestacions del sistema en rebre l'atac d'un foc procedent de l'exterior representat per 200 kg de llistons de fusta	Full scale	Ángulo recto, dos alas
Lepir 2	Escala completa	Angle recte, dues ales	Gran escala	Una sola pared
MSZ 14800-6:2009	Hongria	No hi ha cap normativa per poder extrapolar els resultats de l'assaig.	Gran escala	Una sola paret amb dues finestres
SP Fire 105	Suècia, Noruega, Dinamarca	L'assaig només es pot aplicar a: - sistemes de façana - revestiments de façana (SATE) fixats a una paret. Aquest assaig només es pot aplicar a construccions verticals. Aquest mètode no es pot utilitzar per a determinar la resistència mecànica al foc d'una façana exposada a un incendi	Gran escala	Una sola paret

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Mètode d'assaig	País	Camp d'aplicació	Escala	Configuració
SP Fire 105	Suècia, Noruega, Dinamarca	L'assaig només es pot aplicar a: - sistemes de façana - revestiments de façana (SATE) fixats a una paret. Aquest assaig només es pot aplicar a construccions verticals. Aquest mètode no es pot utilitzar per a determinar la resistència mecànica al foc d'una façana exposada a un incendi	Gran escala	Una sola paret
Engineering Guidance 16 (mètode d'assaig no oficial)	Finlàndia	S'utilitza en SATE per a construccions de més de 8 pisos amb material aïllant inflamable.	Gran escala	Una sola paret
ISO 13785-2	República d'Eslovàquia	Segons la normativa eslovaca és aplicable a sistemes SATE. Cal utilitzar aquesta norma només en el cas que no es facin servir solucions normalitzades (vegeu-ne més limitacions addicionals	Gran escala	Angle recte, dues ales
ISO 13785-1	República Txeca		Escala intermèdia	Angle recte, dues ales

REGLAMENT PER A ASSAIGS

tament en cas d'incendi, a continuació es presenta un resum del procediment d'assaig i de classificació de dues de les normes més acceptades.

S'ha seleccionat la norma BS 8414 (part 1 i part 2) perquè és la que serveix de base per a la redacció d'una futura norma europea. També es descriu el procediment previst a la norma NFPA 285, per ser norma d'ús als EUA i ser, a més, una norma de gran acceptació als països d'Orient Mitjà.

Aquestes normes s'utilitzen per a avaluar les característiques de propagació del foc a les parets exteriors sense capacitat portant i els plafons utilitzats com a components de murs cortina que estiguin construïts amb materials combustibles o que els incorporin en la part interior.

A. Procediment d'assaig segons la norma BS 8414

- *BS 8414-1: Fire performance of external cladding systems. Test methods for non-loadbearing external cladding systems applied to the face of a building.*
- *BS 8414-2: Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems fixed to and supported by a structural steel frame.*

La norma BS 8414-1 especifica un mètode per a avaluar el comportament dels sistemes de revestiment exterior no portants quan s'apliquen a la cara d'un edifici i s'exposen a un foc extern en condicions contro-

lades. L'exposició al foc es considera representativa d'una font d'incendi externa o d'un incendi totalment desenvolupat en una habitació, amb ventilació a través d'una obertura, com ara una finestra, i que exposa el revestiment als efectes de les flames de l'exterior.

Els sistemes de murs cortina o els sistemes que incloguin, per exemple, plafons de vidre fixats i suportats per un marc estructural d'acer s'avaluen amb la norma BS 8414-2.

Les figures adjuntes il·lustren el procediment d'assaig: es simula un foc mitjançant la combustió d'una casa a partir de llistons de fusta, la combustió dels quals genera una energia d'uns 4.500 MJ en els 30 minuts que dura l'assaig.

A banda de les observacions relatives a la propagació superficial, la caiguda de material incandescent o en flames, el degoteig, etc., els termoparells instal·lats permeten mesurar la temperatura a les zones previstes. Aquesta dada també permet la classificació segons el criteri de propagació del foc.

El procediment de classificació per a un assaig d'acord amb la BS 8414 és l'anomenat BRE Global - BR 135 Classified external cladding systems.

La norma BS 8414 (part 1 i part 2) especifica els procediments d'as-

REGLAMENT PER A ASSAIGS

saig, però no indica els criteris de classificació. Per aquest motiu, en la normativa anglesa s'ha introduït una norma nova que permet classificar

els sistemes assajats. Aquests criteris i el procediment per a aplicar-los s'especifiquen en la norma *BS 135: Fire performance of external thermal*

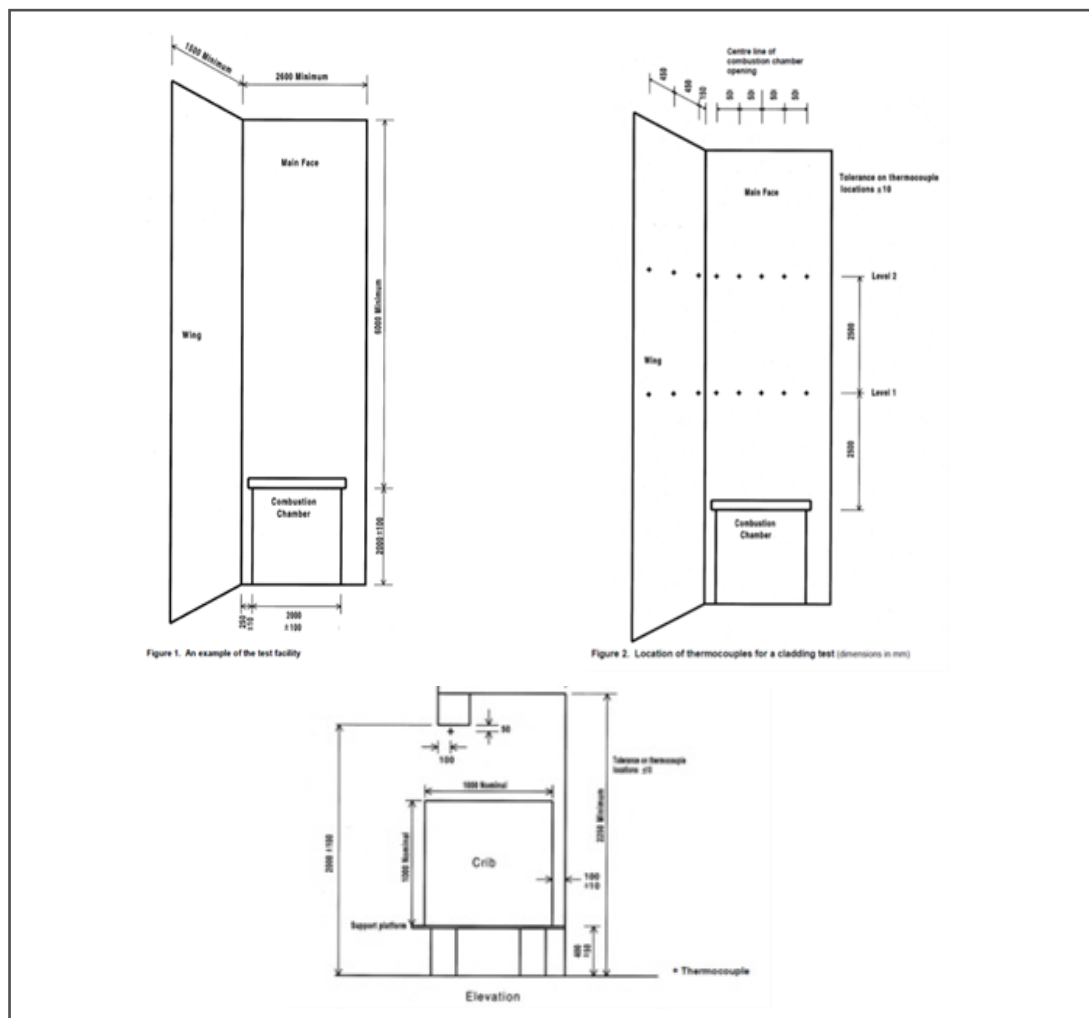


Figura 5.13. Procediments d'assaig segons la norma BS 8414-1 i BS 8414-2.
Font: BS 8414-1 i BS 8414-2.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

insulation for walls of multistorey buildings.

El sistema d'investigació s'avalua en funció de tres criteris:

- Propagació externa del foc
- Propagació interna del foc
- Comportament mecànic

La classificació només s'aplica al sistema tal com s'assaja i es detalla en l'informe de classificació. En aquest sentit, l'informe de classificació tan sols pot cobrir els detalls del sistema de la manera en què s'han provat.

Per avaluar els diferents criteris cal determinar i mesurar diversos paràmetres, com són els següents:

Temps d'inici de la propagació del foc (ts):

La propagació de l'incendi es mesura amb termoparells col·locats als nivells 1 i 2. El temps d'inici (ts) de la propagació de l'incendi comença quan la primera temperatura registrada per qualsevol termoparell extern situat al nivell 1 és igual o superior a 200 °C respecte a la temperatura inicial (Ts) i es manté per sobre d'aquest valor durant un mínim de 30 segons.

La temperatura inicial (Ts) es defineix com la temperatura mitjana dels termoparells situats al nivell 1 durant els cinc minuts anteriors a la ignició de la casa de llistons.

Criteris de classificació:

- Propagació externa del foc
Es considera que la fallada a causa de la propagació externa del foc es produeix si l'augment de la temperatura per sobre de la Ts de qualsevol dels termoparells externs del nivell 2 supera els 600 °C durant un període mínim de 30 segons en els 15 minuts posteriors al temps d'inici.
- Propagació interna del foc
Es considera que la fallada a causa de la propagació interna del foc es produeix si l'augment de la temperatura per sobre de la Ts de qualsevol dels termoparells interns del nivell 2 supera els 600 °C durant un període mínim de 30 segons en els 15 minuts posteriors al temps d'inici.

Adicionalment, per als sistemes assajats d'acord amb la part 2, també es considera fallada per propagació interna quan es produeix la combustió del sistema, de manera que el foc arriba a la superfície interna i s'observa una flama contínua, amb una durada superior a 60 segons, en la superfície interna de la proveta, a una alçada igual o superior a 0,5 m per damunt de la cambra de combustió i en els 15 minuts posteriors al temps d'inici de l'assaig (ts).

- Comportament mecànic. Per al comportament mecànic no s'han establert criteris de fallada. No obstant això, s'inclourà en els informes d'assaig i classificació la combustió contínua del sistema després de

REGLAMENT PER A ASSAIGS

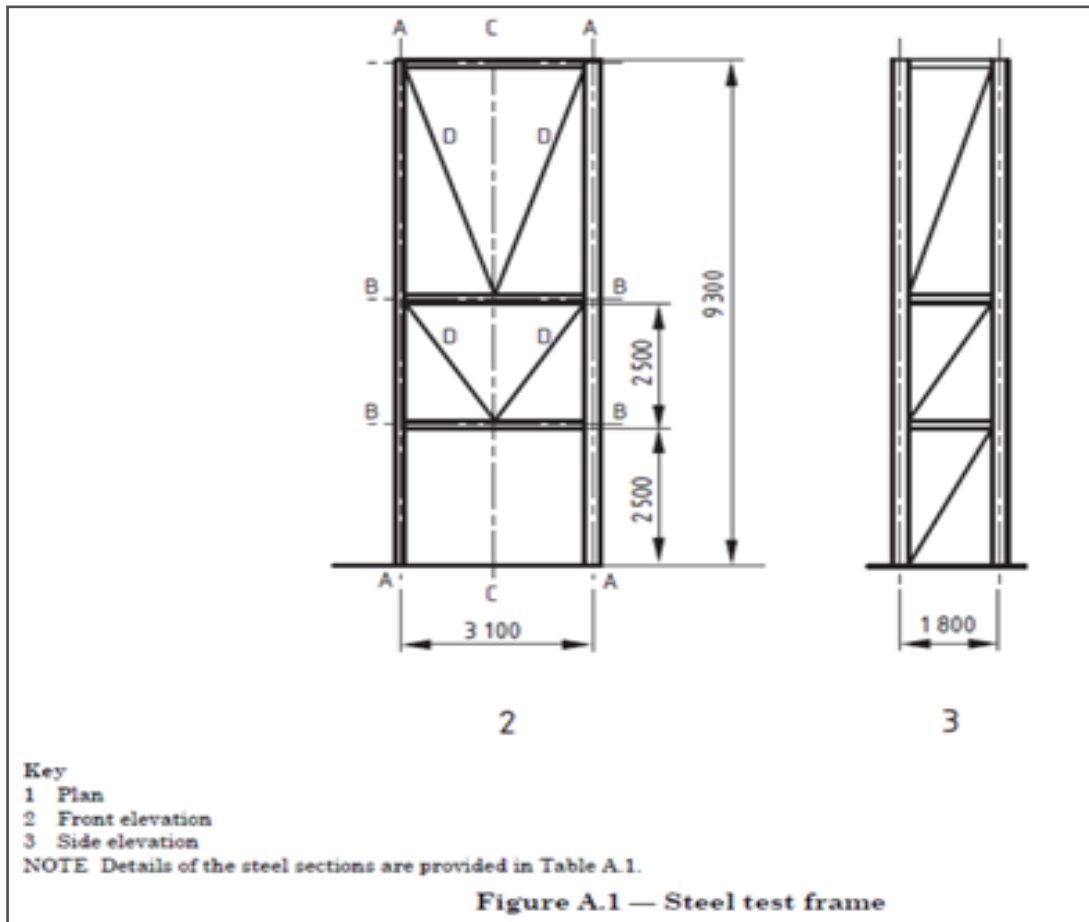


Figura 5.14. Procediments d'assaig segons la norma BS 8414-2.
Font: BS 8414-2.

l'extinció de la font d'ignició, juntament amb els detalls de qualsevol col·lapse del sistema, desprendiment, delaminació, flames, degoteig, etc. El comportament mecànic s'ha de considerar com a part de l'avaluació general del risc associat al sistema assajat.

B. Procediment d'assaig segons la norma NFPA 285

NFPA 285: Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Non-Loadbearing Wall Assemblies Containing Combustible Components.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

La norma NFPA 285 especifica, també, un mètode per a avaluar el comportament dels sistemes de revestiment exterior no portants quan s'apliquen a la cara d'un edifici. En aquest cas, les condicions d'exposició al foc consideren un foc extern i un altre d'intern, actius de manera simultània en el transcurs de l'assaig. L'exposició al foc es considera representativa d'una font d'incendi externa i d'un incendi totalment desenvolupat en una habitació, amb ventilació a través d'una obertura, com ara una finestra, i que exposa el revestiment als efectes de les flames de l'exterior.

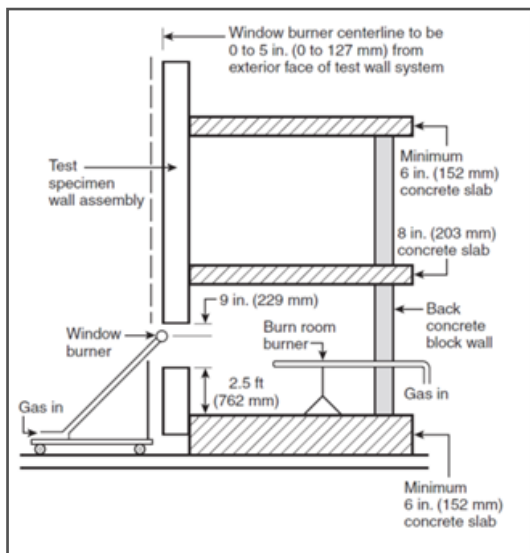


Figura 5.15. Procediments d'assaig segons la norma NFPA 285 (vista lateral). Font: NFPA 285.

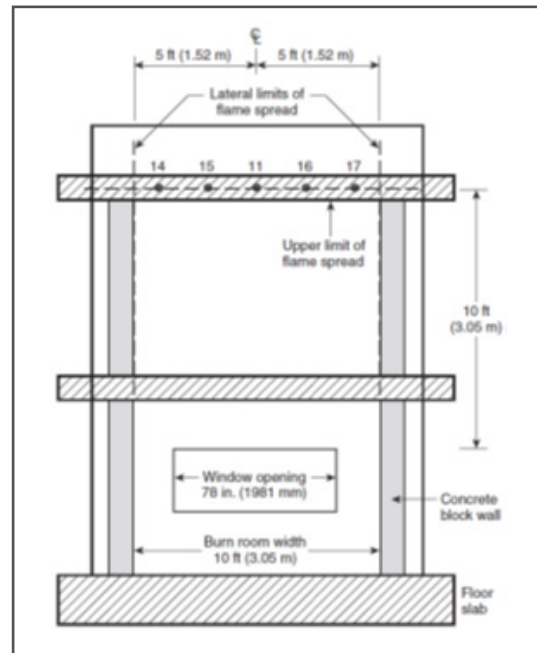


Figura 5.16. Procediments d'assaig segons la norma NFPA 285 (vista frontal). Font: NFPA 285.

Per tal d'avaluar la propagació del foc es prenen en consideració:

- La capacitat del conjunt de la façana per a resistir la propagació de la flama sobre la cara exterior de la paret.
- La capacitat del conjunt de la façana per a resistir la propagació vertical de la flama i d'un pis a un altre.
- La capacitat del conjunt de la façana per a resistir la propagació vertical de la flama per la superfície interior de la paret i d'un pis a un altre.
- La capacitat del conjunt de la paret per a resistir la propagació horitzontal

REGLAMENT PER A ASSAIGS

des de la zona de foc a altres dependències o espais.

Les figures il·lustren el procediment d'assaig. El foc es simula amb cremadors normalitzats. Un es col·loca a l'interior del recinte d'assaig inferior i l'altre, a l'exterior, a l'alçada de la finestra, tal com es pot observar en les figures següents. El cremador extern genera una flama de fins a 400 kW de potència, mentre que la potència del cremador interior és de fins a 900 kW. El combustible utilitzat en aquest cas és el gas natural. S'instal·len termoparells a la façana i al recinte interior superior, a les zones previstes per la norma, amb l'objectiu de verificar la propagació del foc.

En relació amb els criteris de classificació, es considera:

Propagació de la flama per l'exterior

Es considera que la flama es propaga si es compleix alguna de les condicions següents:

- Presència de flames per sobre de 3,05 m.
- Presència de flames laterals més enllà d'1,52 m de la línia central.
- En funció de la zona de mesura, es considera fallada per propagació de flames si la temperatura supera en 417 °C la temperatura inicial o els 538 °C.

Recinte superior

- La temperatura a l'interior del recinte superior no ha de superar els 278

°C respecte a la temperatura ambient inicial.

- No es permeten flames.

Espais adjacents

- No es permeten flames més enllà de la intersecció entre la façana i les parets laterals de l'equip d'assaig.

5.5.3. Projecte d'harmonització a escala europea

A. Resum del projecte

L'objectiu principal del projecte és proporcionar als reguladors dels estats membres un mitjà per a regular el comportament dels sistemes de façana en cas d'incendi, basat en un enfocament europeu acordat. La part més difícil i important d'aquesta tasca és definir un sistema de classificació que sigui acceptable per a tots els estats membres, tenint en compte les normatives nacionals i el requisit de complir el Reglament de productes de construcció (CPR per la sigla en anglès).

El sistema de classificació ha de ser transparent, s'ha d'ajustar al marc de les normatives nacionals existents i ha de ser tan simple com sigui possible; és a dir, convé utilitzar la quantitat mínima de classes exigides a fi de permetre que els estats membres puguin mantenir els seus nivells de seguretat exigits de manera efectiva.

També s'ha determinat que el mètode d'avaluació ha de ser aplicable a una gamma de sistemes de façana

REGLAMENT PER A ASSAIGS

disponibles al mercat tan àmplia com sigui possible, en què s'inclouen les façanes envidrades, les façanes ecològiques (verdes) i altres tecnologies emergents. L'estudi previ preveu un àmbit d'aplicació que cobreix parets, façanes i sistemes de revestiment suportats per l'estructura, com ara: Exterior Thermal Insulation Composite Systems (EIFS, ETIC or synthetic stucco), metal composite material cladding systems (MCM), high-pressure laminate facade and cladding systems, Structural Insulation Panel Systems (SIPS), insulated sandwich panel systems, rainscreen cladding or ventilated facades, Weather resistive barriers (WRB), wooden facades, external walls, etc.

En l'estudi s'han pres en consideració treballs previs realitzats a l'EOTA (European Organisation of Technical Approvals - Organització Europea per a l'Avaluació Tècnica) i a l'EGOLF (European Group of Organisations for Fire Testing, Inspection and Certification - Grup Europeu d'Organitzacions per a l'Assaig, la Inspecció i la Certificació de Seguretat contra Incendis), a més de reglaments i mètodes d'assaig utilitzats a Europa en l'actualitat, amb l'objectiu de recopilar dades i experiència sobre les normatives nacionals vigents i les metodologies de prova emprades a Europa per a permetre el desenvolupament de l'esquema inicial d'assaig i classificació.

A més, i pendent que es desenvolupi en un futur, hi ha la consideració dels kits de façana, la interacció amb

l'estructura de l'edifici (finestres, ventilacions), les aplicacions directes i ampliades a partir d'una configuració d'assaig, diferents escenaris d'incendi, etc.

S'espera que les conclusions del projecte permetin als organismes reguladors revisar els requisits per tal de garantir els nivells de seguretat necessaris. També han de permetre a la indústria aclarir i entendre els mètodes d'assaig i la classificació proposats per als sistemes de façana.

B. Proposta de mètode d'assaig europeu

A continuació es descriuen els punts principals del mètode que es proposa.

- Escenari de foc: dos escenaris d'incendis, prenent com a model el que s'indica a les normes BS 8414 i DIN 4102-20, que representen una sortida d'incendis a través d'una obertura d'una habitació amb un foc totalment desenvolupat.
- Dimensions mínimes: per a l'exposició a focs mitjans, una façana de 3,5 m×7 m, amb una ala d'1,5 m×7 m; per a l'exposició a focs més grans, una façana de 3,5m×8 m, amb una ala d'1,5m×8 m.
- Combustible i cambra de combustió: cases a base de llistons, de manera similar a les normes BS 8414 i DIN 4102-20.
- Obertura secundària: una obertura secundària a fi d'avaluar l'estructura i el comportament del sistema de façana.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

na al voltant de les obertures. Això és especialment important per als sistemes de façana ventilada.

- Junta entre la façana i el forjat: per a façanes connectades al forjat de l'edifici es preveu que aquesta unió sigui present en l'assaig.
- Propagació lateral: s'ha de comprovar mitjançant termoparells.
- Temps d'assaig: 30 minuts, amb 30 minuts addicionals d'observació posterior.
- Criteris de classificació:
 - Propagació per l'exterior i per l'interior, en direcció vertical i horitzontal.

- Despreniment de materials, caiguda de restes inflamades i degoteig.
- Unió entre la façana i el terra: si hi és, s'ha de verificar mitjançant termoparells.

Classificació: segons la Taula 5.4:

- Una classificació de classe LS1 també cobreix les classes LS2, LS3 i LS4.
- Una classificació de classe LS2 també cobreix la classe LS4.
- Una classificació de classe LS3 també cobreix la classe LS4.

Exposició al foc	Classificació	Requisits de classificació
Exposició a gran escala	LS1	Complir els requeriments de propagació de la flama i caiguda de materials.
	LS2	Complir els requeriments de propagació de la flama, però no els de caiguda de materials.
Exposició a escala mitjana	LS3	Complir els requeriments de propagació de la flama i caiguda de materials.
		Complir els requeriments de propagació de la flama, però no els de caiguda de materials.

Taula 5.4. Classificació proposada en l'estudi.
Font: A. Diego i J. Mirabent.

REGLAMENT PER A ASSAIGS

5.5.4. Experiència dels assaigs post-grenfell

Després de l'incendi de la Torre Grenfell de Londres, l'estiu del 2017, el govern del Regne Unit va iniciar un programa d'accions que incloïa la identificació d'edificis de la mateixa tipologia, assaigs de combustibilitat dels plafons de revestiment instal·lats, la recomanació de mesures temporals de seguretat o visites dels bombers a edi-

ficis de gran alçària. També va impulsar una sèrie de set assaigs a gran escala al laboratori anglès BRE, d'acord amb la norma britànica BS 8414-1, amb l'objectiu d'analitzar variants de la tipologia constructiva de la façana instal·lada a Grenfell, és a dir, una façana ventilada amb aïllament en cambra i revestiment exterior de plafons de compòsit d'alumini (ACM: típicament, pells d'alumini de 0,5 mm de gruix i nucli d'entre 2 i 6 mm de gruix).

Revestiment d'ACM	Aïllament en cambra	Resultats
Nucli de 3 mm de PE* (sense retardant de flama)	Plafó d'escuma de PIR** (100 mm)	KO (8 minuts)
	Plafó de llana de fibra de roca (180 mm)	KO (7 minuts)
Nucli de 3 mm de PE (amb retardant de flama)	Plafó d'escuma de PIR (100 mm)	KO (25 minuts)
	Plafó d'escuma fenòlica (100 mm)	KO (28 minuts)
	Plafó de llana de fibra de roca (180 mm)	OK
Nucli de classe A2 (pràcticament incombustible)	Plafó d'escuma de PIR (100 mm)	OK
	Plafó de llana de fibra de roca (180 mm)	OK
*PE: polietilè **PIR: poliisocianurat		

Taula 5.5. Assaigs d'investigació post-Grenfell a gran escala.
Font: Informe del BRE. <https://www.bre.co.uk/>

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Les mostres sotmeses a assaig són de 8 metres d'alt, amb una ala ampla de 2,6 metres (on s'ubica la cambra de combustió que simula la finestra per la qual s'emet l'incendi després de la conflagració sobtada o flashover) i una altra d'1,5 metres per tal d'analitzar l'efecte del racó.

En tots els sistemes es van instal·lar barreres tallafoc a la cambra ventilada, a l'alçada de cada forjat. També franques verticals de material incombustible. Més endavant es veurà la rellevància d'aquestes mesures de protecció passi-

va en el resultat dels assaigs. En la taula següent es resumeixen els set sistemes assajats i els resultats obtinguts (Grenfell s'assimilaria al primer cas).

El que es veu a primera vista és que sembla que el plafó de revestiment — malgrat que té un nucli de només 3 mm— influeix més que l'aïllament. Els dos primers casos (ACM amb nucli de polietilè sense tractar) fallen als 7-8 minuts. El paquet següent de tres assaigs (polietilè tractat amb retardant de fla-

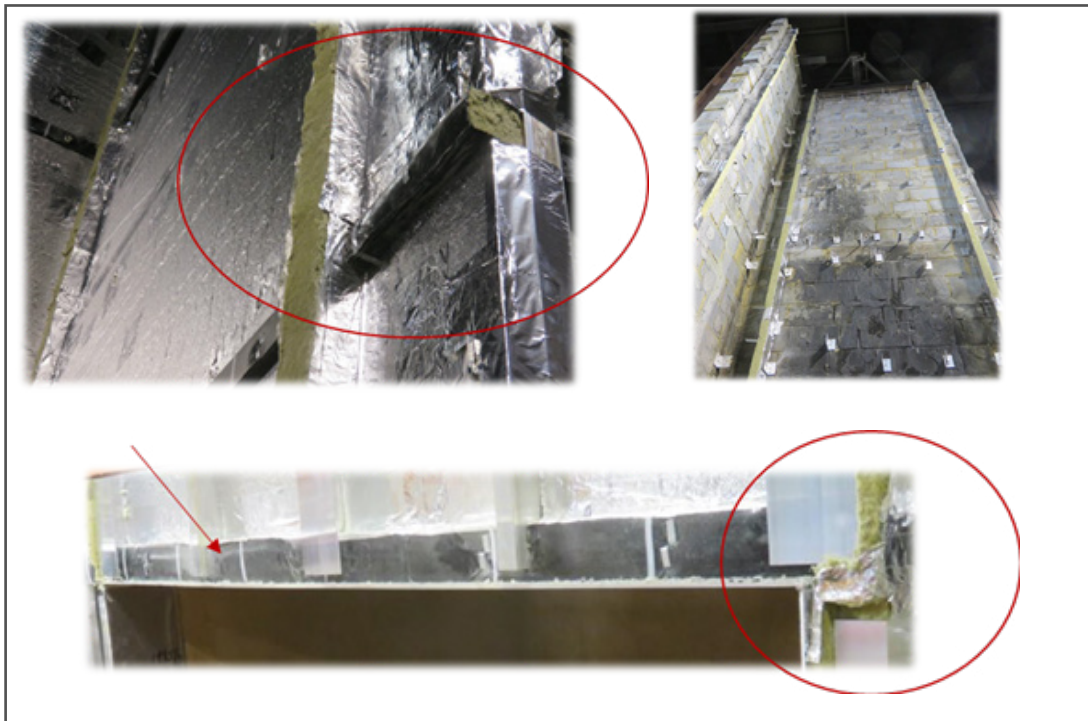


Figura 5.17. Detalls de la mostra amb aïllament de PIR i ACM de nucli mineral.
Font: Informes del BRE. <https://www.bre.co.uk/>

REGLAMENT PER A ASSAIGS

ma), les solucions triguen gairebé mitja hora a fallar si porten aïllament combustible a la cambra; en canvi, si l'aïllament és incombustible no fallen. Finalment, el tercer paquet (ACM amb nucli mineral) va passar la prova independentment de l'aïllament instal·lat a la cambra.

Vegem a continuació per què el revestiment d'ACM ha influït tant en aquesta sèrie d'assaigs. Agafarem, a tall d'exemple, el que potser és el resultat més sorprenent: la proveta amb aïllament de PIR i ACM de nucli mineral (penúltima en la taula).

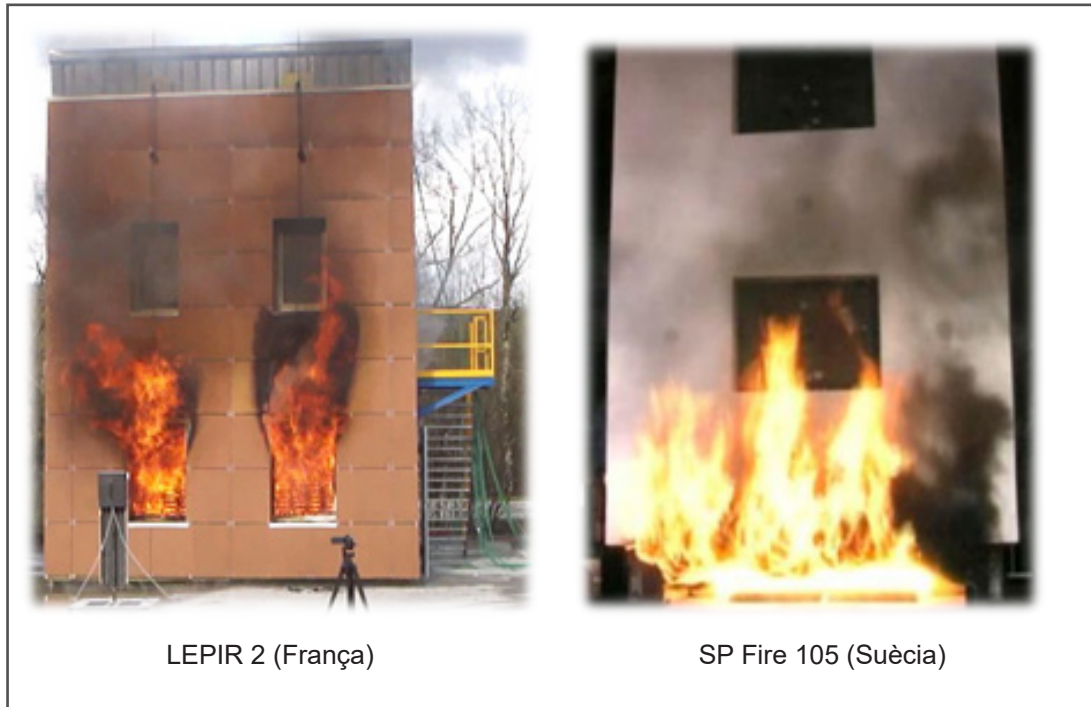
Abans hem assenyalat la importància que havien tingut en els resultats les barreres tallafoc instal·lades a la cambra d'aire. A la Figura 5.17 s'observa l'execució de les barreres horitzontals, de llana de fibra de roca i de dimensions lleugerament superiors al gruix de l'aïllament, complementades amb una làmina mineral intumescents que permet que la cambra estigui ventilada en situació normal a través del forat que deixa, però que s'expandeix amb l'acció tèrmica del foc per segellar aquest forat. També s'observen les franges verticals contínues de llana de fibra de roca en contacte total amb el revestiment d'ACM exterior. D'aquesta manera s'aconsegueix compartimentar, o sectoritzar, la cambra d'aire.

En la figura 5.17 es poden veure les empremtes de les flames en el mur exterior, un cop retirat el sistema de façana ventilada després de l'assaig. En el tram immediatament superior a la finestra d'origen, l'aïllament de PIR es va

cremar. En el tram següent —per damunt de la barrera tallafocs següent— encara se'n veuen algunes traces, però l'aïllament no es va arribar a cremar del tot. I aquí es va aturar l'incendi. Els mitjans de protecció passiva van poder frenar l'incendi a la cambra confinant-lo entre les barreres (cal fer notar que la cambra es va compartimentar amb barreres situades molt a prop les unes de les altres i és aquí on, probablement, rau l'èxit d'aquesta estratègia). Com que el revestiment era d'ACM incombustible, en el cas que es comenta, l'incendi tampoc no es va propagar a través d'aquest element. Contràriament, en les solucions de revestiment amb nucli de PE no és rellevant que s'hagi compartimentat la cambra de manera exemplar, perquè el foc utilitza el compost de pont i hi passa.

Aquesta anàlisi permet extreure una orientació sobre quines podrien ser les mesures de protecció passiva efectives per a atallar el risc de propagació per la cambra ventilada: una compartimentació de la cambra instal·lada de manera exemplar. Tanmateix, cal fer notar que els resultats anteriors s'han d'interpretar amb cautela. Es tracta de proves en un laboratori, on l'execució de la solució constructiva i de les mesures de protecció assoleix nivells de qualitat inimaginables en una obra. L'execució és una part crucial de la seguretat contra incendis. Es pot disposar de productes i sistemes ben dissenyats, assajats i avaluats, però una instal·lació correcta és la que farà que tot aquest esforç de serveixi d'alguna cosa.

REGLAMENT PER A ASSAIGS



*Figura 5.18. Exemples de mètodes d'assaig a gran escala.
Font: LEPIR 2, SPFIRE 105*

Per acabar, a més d'aquesta sèrie de set assaigs que hem comentat, el laboratori britànic BRE ha fet pública la llista de solucions assajades d'acord amb la BS 8414 i classificades satisfactòriament d'acord amb el BR 135. Aquests sistemes es poden consultar al web del BRE: www.bre.co.uk/regulatory-testing.

En la taula publicada hi ha la informació general dels components i els sistemes assajats. Per obtenir una informació més detallada que permeti instal·lar els sistemes recollits s'hauria

de consultar l'empresa responsable, ja que una prestació adequada només es pot aconseguir amb el disseny, els materials, la posada en obra i el manteniment deguts.

5.5.5. Valoració dels assaigs a gran escala en l'àmbit de la façana

Si es dona per vàlid que el fenomen de l'incendi no és escalable per la seva complexitat, cal aproximar els assaigs als diferents escenaris de foc real. S'ha vist que els procediments d'assaig a gran es-

REGLAMENT PER A ASSAIGS

cala presenten una sèrie de diferències metodològiques que els fan poc comparables entre ells (vegeu els exemples de la Figura 5.18).

Alguns tenen en compte el foc que surt de l'interior a través d'una finestra, mentre que altres tenen en consideració el foc que impacta des de fora (simulant un contenidor en flames). Les dimensions de les mostres assajades varien considerablement: de 6 a gairebé 10 metres d'alçària, amb amplades de 2 a 5 metres. A més, alguns mètodes preveuen la disposició d'una ala que forma un racó. Es tracta d'una geometria que tendeix a promoure

la propagació, ja que, d'una banda, el foc impacta sobre el material instal·lat a la zona de l'angle i, de l'altra, el flux de calor es canalitza en sentit ascendent.

També difereixen la càrrega de foc i les característiques de la cambra de combustió (ja que reproduïxen diferents intensitats d'incendi). Hi ha casos en què es prenen en consideració obertures secundàries per a analitzar què passa en els detalls constructius que hi ha al voltant de les finestres. Finalment, s'observen diferències en els criteris de mesura, així com en els paràmetres d'avaluació dels resultats.

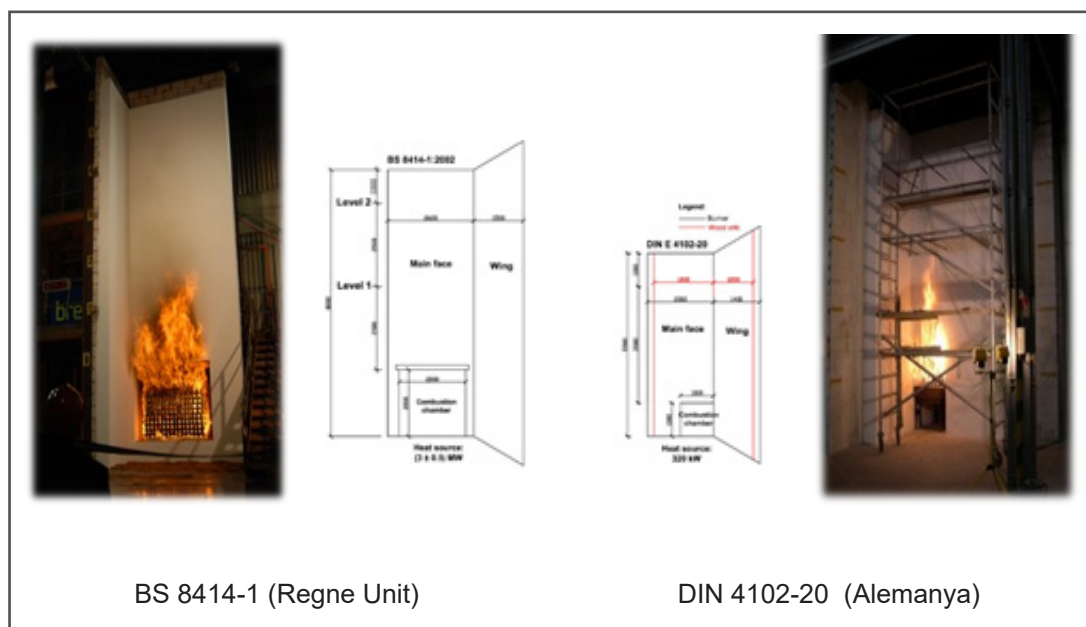


Figura 5.19. Exemples de mètodes d'assaig a gran escala.
Font: BS 8414-1, DIN 4102-20

REGLAMENT PER A ASSAIGS

Les particularitats dels mètodes d'assaig a gran escala són divergents. Tampoc no hi haurà dos incendis iguals. De tota manera, en general els mètodes a gran escala procuren determinar la propagació de la flama, tant en sentit vertical com en sentit horitzontal, a través d'una solució constructiva real i en condicions representatives. També determinen possibles desprendiments i la caiguda de material incandescent. Estarem d'acord que els beneficis en relació amb la reacció al foc pel que fa a la capacitat d'anàlisi del risc que ens ocupa són notables.

En alguns casos, l'única manera fiable de demostrar que el comportament del sistema en cas d'incendi és satisfactori és mitjançant un assaig a gran escala.

Per tant, en alguns casos particulars, l'única manera fiable de demostrar que el comportament del sistema en cas d'incendi és satisfactori és mitjançant un assaig a gran escala. En aquest sentit, fins que el mètode europeu harmonitzat no estigui disponible s'hauria de considerar la possibilitat d'acceptar els resultats obtinguts d'acord amb qualsevol dels mètodes a què s'ha fet referència, degudament validats, interpretats i avaluats per un organisme expert amb capacitat per a fer-ho, que estableixi, a més, el camp d'aplicació (variacions permeses respecte a la mostra assajada per a les quals la prestació obtinguda continua sent vàlida).

Per acabar, també convé assenyalar la importància que poden tenir aquests assaigs a gran escala en el desenvolupament de l'enginyeria d'incendis. Per a avançar en la precisió i la fiabilitat dels mètodes de modelatge i simulació computacional és imprescindible recopilar dades experimentals en condicions representatives de la realitat. Si no s'acumulen una certa experiència i dades reals d'assaigs, faltaria la informació necessària per a contrastar les prediccions de la simulació i, per tant, per a ajustar el programari i validar el model de càlcul.

5.6. Conclusions del capítol

Augmenta el nombre d'evidències que utilitzant únicament les característiques reguladores de reacció i resistència al foc no s'aconsegueix gestionar de manera adequada el risc de propagació d'un incendi per la façana. En conseqüència, l'enfocament s'hauria de completar afegint a les normatives, quan calgui, l'ús de la característica de propagació del foc.

L'avaluació de la propagació del foc per la façana es basa en els assaigs a escala 1:1 (pel que fa a les dimensions i a la càrrega de foc), ja que els mètodes d'assaig per a la reacció i la resistència al foc no estan dissenyats per a reproduir l'escenari o valorar el risc específic en el desenvolupament d'un incendi per la façana. Això no significa que l'avaluació de la propagació del foc requereixi sempre un assaig a escala 1:1, sinó que també es poden establir criteris o limitacions de disseny, a més de requisits de protecció

REGLAMENT PER A ASSAIGS

(principalment) passiva, això sí, tenint en compte la perspectiva de la propagació com a complement de la reacció i la resistència al foc. Tant la necessitat de dur a terme l'assaig a escala 1:1 com l'establiment de criteris de disseny o requisits de protecció sempre s'han de vincular a la tipologia, l'alçària i l'ús de l'edifici.

En absència, de moment, d'un mètode d'assaig a escala 1:1 harmonitzat a tot Europa, es recomana l'ús de la norma BS 8414 o la norma DIN 4102-20, que són els mètodes que s'utilitzen amb més freqüència i, previsiblement, la base per al mètode europeu harmonitzat.

- Fire safety of multi-storey building facades. Belgian Building Research Institute, 2017.
- Instruction Technique n. 249 relative aux façades. Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales, França, 24.5.2010
- Normes d'assaig: La normativa d'assaig (europea, nacional i internacional) utilitzada per a l'anàlisi de metodologia exposada en aquest capítol es troba referenciada en el cos del capítol.
- Codi Tècnic de l'Edificació. Document bàsic de seguretat contra incendis. Ministeri de Foment.

5.7. Bibliografia i altres referències

- Hackitt, D. J. Independent Review of Building Regulations and Fire Safety – Final Report. Secretary of State for Housing, Communities and Local Government by Command of Her Majesty, Regne Unit, maig de 2018.
- Development of a European approach to assess the fire performance of facades. Draft Final Report 10.11.2017 – CEN/TC 127 N 3050 – European Commission
- Informes d'assaig d'investigació post-Grenfell:
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 1)
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 2)
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 3)
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 4)
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 5)
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 6)
 - BRE B137611-1037 (DCLG test 7)

136 ngs

MESURES ADDICIONALS

DE SEGURETAT

I HIGIENE ASSOCIADES A

LES OBRES

06

Jesús Fernández

Tresat Tresat Coordinadores de Seguridad, SLP

Oscar Gracia

Arquitecte Tècnic expert en Coordinació de seguretat i salut d'obres

En aquest capítol es presenta el resum d'un estudi sobre les solucions aplicades a la façana segons la seva reacció al foc en relació amb la seguretat i la salut en la construcció. El mateix autor ha elaborat aquest resum amb l'objectiu de complementar l'estudi en l'apartat dels riscos existents en la fase d'obra.

Tracta sobre les avaluacions, les mesures de prevenció, els riscos i les accions que cal tenir en compte a l'hora d'aplicar un aïllant o un altre i té com a finalitat especificar les mesures necessàries que cal prendre o distingir a l'hora de col·locar un producte o un altre.

De fet, és un extracte d'un treball de recerca elaborat per l'empresa Tresat Coordinadores de Seguridad, SLP (en endavant, Tresat), de la qual forma part el redactor d'aquest capítol. El treball porta per títol "Análisis de documentación en materia de seguridad y salud sobre sistemas de aislamiento en Façanas".

i el va fer un equip de dos arquitectes tècnics i un enginyer industrial. Els tres tècnics estan especialitzats en la coordinació de la seguretat en l'entorn de l'obra i tenen més de vint anys d'experiència, que avalen el contingut de l'estudi amb

fets i amb les obres executades en què han intervingut.

En concret, el treball consisteix en una anàlisi de la documentació de projecte i obra relacionada amb la seguretat amb la finalitat de donar a conèixer al client quines dades i quines informacions utilitzen els projectistes i els departaments de prevenció de riscos laborals sobre els sistemes d'aïllament.

En l'informe també s'analitzen els continguts d'alguns programes informàtics del mercat utilitzats per a redactar estudis i plans de seguretat i salut.

D'aquesta manera es tenen en compte els diferents agents implicats en la prevenció de riscos: el projectista (que redacta l'estudi de seguretat i salut del projecte), el contractista (que redacta el pla de seguretat i salut de l'obra i els procediments de treball), la direcció facultativa de l'obra (que pot facilitar instruccions durant l'execució de l'obra) i el coordinador de seguretat i salut (que aprova el pla de seguretat i en sol·licita al contractista les actualitzacions durant l'execució de l'obra).

Per elaborar aquest estudi, Tresat s'ha basat en obres reals i en documentació privada de les seves intervencions de coordinació i salut. Entre aquesta documentació hi figuren estudis de seguretat i salut, plans de seguretat d'obres i declaracions i comunicats que tenen per objecte informar els responsables en temes de seguretat per prevenir riscos en obres de construcció.

MESURES ADDICIONALS

Finalment, el document acaba amb un quadre sinòptic en el qual es resumeixen aquestes decisions i s'extreuen les conclusions tècniques que permeten fer valoracions i avaluar els riscos —que no sempre es tenen en compte— inherents en una obra en relació amb els productes comparats.

6.1. Metodologia utilitzada

Sobre la base de més de quinze anys d'experiència en obres, s'ha revisat l'hemeroteca de l'empresa per poder escollir quatre obres tipus que tinguessin una façana amb revestiments aïllants.

D'un total de 175 obres consultades, Tresat n'ha seleccionat quatre per il·lustrar el contingut i les conclusions d'aquest informe.

Cada obra és representada per un estudi de seguretat i salut (ESS) o per un pla de seguretat i salut (PSS). Dins d'aquests documents s'intenta localitzar la partida unitària que correspon a la implantació d'un revestiment aïllant. En el cas que el document no inclogui una partida específica, s'intenten localitzar els apartats que incloguin avaluacions de riscos i les mesures preventives que cal adoptar en l'execució de les obres.

És molt habitual que les partides siguin genèriques i no defineixin el tipus d'aïllament utilitzat, de manera que en aquest informe s'ha decidit simplificar-ho amb la denominació "implantació d'aïllant" per a tots els projectes consultats.

Després de la recerca de la partida de referència s'han buscat en els documents del projecte i d'obra els riscos inherents a l'execució de les obres. Els resultats obtinguts s'inclouen en el quadre de dades per establir una comparativa i poder-ne extreure una conclusió ferma i veraç.

6.2. Recursos utilitzats

Guies i manuals

S'ha consultat la biblioteca de Tresat, que disposa de diverses guies de prevenció de riscos en obres i llibres d'avaluació de riscos de mútues i serveis de prevenció (Fremap, Servei Prevenció Gaudí, Mutua Universal).

Programes informàtics

Aquesta part no està representada en les obres, però és primordial a l'hora de redactar el projecte i el pla de seguretat. S'han consultat els programes informàtics Urbicad, ITEC, COAC i CERTUM.

Recursos a Internet

Els webs de referència que s'han consultat són els següents: Generalitat de Catalunya, Osalan, Ministeri d'Indústria, Ministeri de Treball, Mutua Cyclops (vegeu-ne les adreces en la secció de bibliografia consultada).

Documentació oficial d'obra (bàsica)

- Estudi de seguretat i salut, proposat pel projectista de l'obra.

MESURES ADDICIONALS

- Pla de seguretat i salut, proposat pel contractista de l'obra.
- Tresat Coordinadores de Seguridad, SLP – CIF B62440110.

La documentació bàsica que Tresat ha pres en consideració és la documentació imprescindible per a tramitar un projecte, des de la idea inicial fins que n'acaba l'execució.

6.3. Documentació bàsica

A l'apartat 6.2 es presenten breument els documents bàsics per a la gestió d'una obra en matèria de seguretat. En el quadre següent es representa el cicle dels documents bàsics per a la realització d'un projecte: **ESS+PSS**.

L'anàlisi havia de contenir tots i cadascun dels documents oficials que es generen per poder donar certesa i garantia dels resultats, ja que un document elaborat en un despatx d'arquitectes o per un enginyer no substitueix el document que genera una empresa constructora o un departament de prevenció.



Figura 6.1. Cicle dels documents bàsics per a la realització d'un projecte.

MESURES ADDICIONALS

Tresat ha considerat que la documentació següent és la documentació bàsica per a fer conjectures:

1. Estudi de seguretat i salut (en endavant, ESS) o estudi bàsic de seguretat i salut (en endavant, EBSS).
2. Pla de seguretat i salut (en endavant, PSS).
3. Programes informàtics de projecció (en endavant, PROG).

6.3.1. *Estudi de seguretat i salut*

L'estudi de seguretat i salut és un document que emet el coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'elaboració del projecte d'obra. També el poden elaborar terceres persones, però sempre sota la responsabilitat del coordinador. Conté, com a mínim, els documents següents:

- A. Memòria descriptiva dels procediments, els equips tècnics i els mitjans auxiliars que s'hagin d'utilitzar o que es prevegi que s'han d'utilitzar; identificació dels riscos laborals que es poden evitar, indicant, a aquest efecte, les mesures tècniques necessàries; relació dels riscos laborals que no es poden eliminar segons el que s'acaba d'esmentar, especificant les mesures preventives i les proteccions tècniques que serveixin per a controlar i reduir aquests riscos i valorant-ne l'eficàcia, en especial quan es proposin mesures alternatives. També ha d'incloure la descripció dels serveis sanitaris i comuns que ha de tenir el centre de treball de l'obra en funció del nombre de treballadors que els hagin d'utilitzar. En l'elaboració de

la memòria s'han de tenir en compte les condicions de l'entorn en què es dugui a terme l'obra, així com la tipologia i les característiques dels materials i els elements que s'utilitzin, la determinació del procés constructiu i l'ordre d'execució de les obres.

- B. Plec de condicions particulars, en el qual s'han de tenir en compte les normes legals i reglamentàries aplicables a les especificacions tècniques pròpies de l'obra en qüestió, així com les prescripcions que s'han de complir en relació amb les característiques, la utilització i la conservació de les màquines, els estris, les eines, els sistemes i els equips preventius.
- C. Plànols, en els quals s'han de traçar els gràfics i els esquemes necessaris per a definir i comprendre millor les mesures preventives definides en la memòria i s'han d'incloure les especificacions tècniques necessàries.
- D. Mesures de totes les unitats o tots els elements de seguretat i salut en el lloc de treball que s'hagin definit o projectat.
- E. Pressupost que quantifiqui el conjunt de les despeses previstes per a l'aplicació i l'execució de l'ESS. Aquest estudi ha de formar part del projecte d'obra i ha de ser coherent amb el seu contingut. A més, ha de recollir les mesures preventives adequades als riscos que comporti la realització de l'obra. El pressupost per a l'aplicació i l'execució de l'ESS ha de quantificar

MESURES ADDICIONALS

el conjunt de les despeses previstes, tant pel que fa a la suma total com pel que fa a la valoració unitària dels elements. Només hi poden figurar partides fixes en el cas d'elements o operacions que siguin difícils de preveure. Les mesures, les qualitats i la valoració recollides en el pressupost de l'ESS es poden modificar o substituir per alternatives proposades pel contractista en el pla de seguretat i salut, amb la justificació tècnica prèvia degudament motivada, sempre que això no suposi una disminució de l'import total ni dels nivells de protecció detallats en l'estudi. A aquest efecte, el pressupost de l'ESS ha d'estar annexat al pressupost general de l'obra com un capítol més.

En el pressupost de l'ESS no s'han d'incloure els costos derivats de la correcta execució professional de les obres, d'acord amb les normes reglamentàries vigents i els criteris tècnics admesos de manera generalitzada, emanats d'organismes especialitzats.

En tot cas, en l'ESS s'han de preveure les previsions i les informacions útils per dur a terme, en el seu dia i amb les condicions de seguretat i salut apropiades, els previsible treballs posteriors.

6.3.2. Pla de seguretat i salut

El pla de seguretat i salut és un document en el qual el contractista identifica, planifica, organitza i controla cadascuna de les activitats que s'han de dur a terme des del punt de vista preventiu i els pro-

cediments de treball que s'han d'aplicar a aquest efecte, a més dels riscos derivats de les activitats que es duran a terme i les mesures preventives que cal adoptar en cada cas per eliminar-los o controlar-los. Per tant, és el document que permet als empresaris que intervenen en una obra (contractistes i subcontractistes) gestionar el conjunt de les seves actuacions a l'obra, en les quals, juntament amb els aspectes productius, s'integren els aspectes preventius.

L'article 7 del Reial decret 1627/97 estableix el següent: "En aplicació de l'estudi de seguretat i salut o, si escau, de l'estudi bàsic, cada contractista ha d'elaborar un pla de seguretat i salut en el treball en el qual s'analitzin, estudiïn, desenvolupin i completin les previsions contingudes en l'estudi o estudi bàsic, d'acord amb el seu propi sistema d'execució de l'obra. En aquest pla s'han d'incloure, si escau, les propostes de mesures alternatives de prevenció que el contractista proposi, amb la corresponent justificació tècnica, que no poden implicar disminució dels nivells de protecció previstos en l'estudi o estudi bàsic. En el cas de plans de seguretat i salut elaborats en aplicació de l'estudi de seguretat i salut, les propostes de mesures alternatives de prevenció han d'incloure la valoració econòmica d'aquestes, que no ha d'implicar una disminució de l'import total, d'acord amb el segon paràgraf de l'apartat 4 de l'article 5".

Per tant, el punt de partida per a la redacció del PSS és l'ESS o l'estudi bàsic (EBSS). El contractista ha d'adaptar les

MESURES ADDICIONALS

previsions incloses en l'ESS/EBSS al seu propi sistema d'execució de l'obra (d'ara endavant hi farem referència com ESS, ja sigui ESS o EBSS). Per això s'ha de tenir clar que l'ESS s'ha d'elaborar adequadament, amb un contingut i una concreció que s'adiguin a l'obra, i de manera conjunta amb el projecte d'obra.

La classificació del material en l'escala de les euroclasses és la primera variable que permet al tècnic deduir l'increment del risc segons el comportament testat del producte d'acord amb la normativa.

Si l'ESS és important per a una elaboració apropiada del PSS, el projecte d'execució d'obra és clau. Cal recordar que l'article 8 del Reial decret 1627/97 estableix que de conformitat amb la Llei de prevenció de riscos laborals, el projectista de l'obra ha de prendre en consideració els principis de seguretat i de salut previstos en l'article 15 (principis d'acció preventiva) en les fases de concepció, estudi i elaboració del projecte d'obra, prenent les decisions constructives, tècniques i d'organització amb la finalitat de planificar els diversos treballs que es duguin a terme de manera simultània i estimant la durada requerida per a l'execució d'aquests treballs; és a dir, que durant l'elaboració del projecte, molts dels riscos que hi pugui haver en l'execució de l'obra s'han d'eliminar o minimitzar.

6.3.3. Programes

Per mitjà d'una selecció senzilla de dades, els programes d'estudis i gestions d'obra generen una documentació completa i consistent de l'ESS d'obres d'edificació de nova planta (memòria, plec de condicions, annexos o fitxes, mesures i pressupost).

Durant el procés d'estudi i anàlisi del projecte, el programa permet seleccionar els diferents procediments de treball específics per a cadascuna de les unitats d'obra i obté de manera automàtica les mesures preventives, els sistemes de protecció col·lectiva i els equips de protecció individual més adequats en funció de les característiques particulars de l'obra, amb especial èmfasi en les activitats en què els riscos associats acostumen a provocar accidents més greus.

La finalitat d'un programa és servir d'eina d'ajuda per a l'elaboració d'un estudi de seguretat i salut rigorós, personalitzat i adaptat a la normativa vigent per a una obra en concret, evitant els continguts formalistes que pretenen servir per a qualsevol obra, al marge de les seves peculiaritats.

En l'ESS generat per un programa informàtic es defineixen les mesures encaminades a la prevenció dels riscos d'accident i les malalties professionals que poden ocasionar-se en el transcurs de l'execució de l'obra, així com les instal·lacions preceptives d'higiene i benestar del personal treballador. Dificilment personalitza l'obra, informa de problemes i punts crítics o ofereix consells

MESURES ADDICIONALS

per a executar el diagrama de Gantt. En la seva senzillesa radica l'elaboració dels ESS per a qualsevol projectista sense coneixements de cap risc.

6.4. Justificació del risc

6.4.1. Classificació del material

A l'hora de coordinar la seguretat en la fase de projecte i execució s'acostumen a tenir en compte els materials escollits pel coordinador per a dur a terme el projecte

En la fase de projecte, el coordinador ha de referenciar les variables que puguin comportar algun risc a peu d'obra, ja sigui en la col·locació, l'aplec o la instal·lació perpètua.

En aquests casos, en treballar amb façanes amb la partida d'aïllament, el coordinador indica en l'informe la classificació del material per proporcionar objectivitat al projectista sobre el risc d'incendi o l'augment de la càrrega del foc en el projecte

La classificació del material en l'escala de les euroclasses és la primera variable que permet al tècnic deduir l'increment del risc segons el comportament testat del producte d'acord amb la normativa.

Durant el període d'obra, el coordinador de seguretat pren les mesures necessàries per a poder contenir els materials amb inflamabilitat alta lluny dels operaris i altres equips de treball. És habitual que a l'obra es detecti tard la classificació, ja que durant la fase d'anàlisi del projecte

s'agafen els patrons de rendibilitat tèrmica i els avantatges propis de l'element i no es puntua negativament o es devalua l'opció del producte segons el seu nivell de comportament en cas d'incendi.

6.4.2. Avaluació dels riscos

Fase de projecte

En el patró d'anàlisi del risc, el projectista ha d'incloure el factor de minimització del risc d'acord amb el decàleg professional de la seva actuació.

L'anàlisi duu a considerar-ne l'euroclasse al foc per plasmar en el projecte el risc d'incendi per la inclusió d'un material d'aïllament o un altre en la façana.

Si després de prendre el risc en consideració resulta que no es pot eliminar, l'actuació següent consisteix a redactar en l'ESS el risc durant la fase d'execució.

Així, doncs, en la fase de projecte el projectista ha de fer notar el risc sobre el factor d'incendis, tant en la redacció del projecte com en l'ESS.

- Aïllament de classificació A1: s'analitzen només els punts d'emmagatzematge.
- Aïllament de classificació B o superior: s'analitzen les zones d'aplec, s'especifiquen les unions i les cantoneres i es verifiquen els acabaments amb finestres per garantir que no hi hagi cap flama que arribi a l'aïllant.

Cal tenir en compte els límits establerts pel que fa a la col·locació de l'aïllant, ja

MESURES ADDICIONALS

que si es tracta d'aïllaments combustibles hi ha una sèrie de paràmetres a causa del risc que comporten.

Per aquest motiu, des del punt de vista de la prevenció de riscos, i en el cas que no es compleixi la reglamentació, durant la redacció del projecte s'exigeix al projectista que prevegi el cost i la planificació de les tasques de creació de barreres tallafoc.

L'elecció d'un material amb una classificació al foc tolerable és fonamental per no derivar una incidència en la fase de projecte en el cas que no hi hagi un coordinador de seguretat en aquesta fase. La decisió que prengui el projectista pot suposar un augment de la càrrega de foc en l'arquitectura.

Comporta aplicar a l'ESS un risc real quan aquest risc queda eliminat amb la

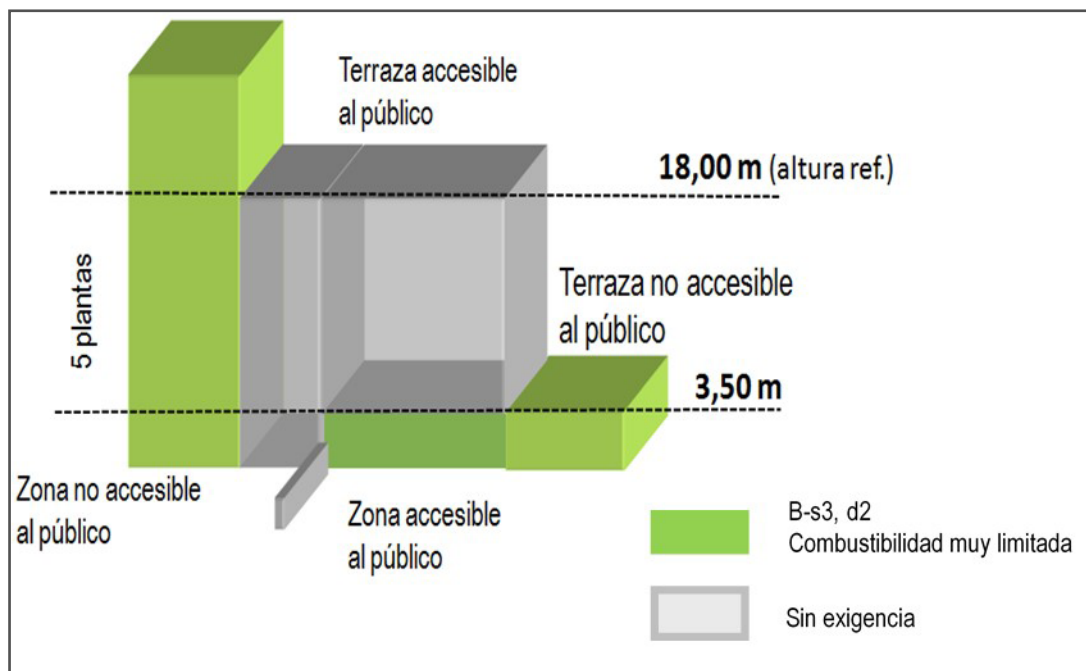


Figura 6.2. Exigència en relació amb la classe de reacció al foc dels materials de la façana.

Font: CTE DB SI 2, apartat 1, clàusula 4.

MESURES ADDICIONALS

Barreras cortafuego en cámaras verticales		
Elementos en la cámara	B-s3,d2 o mejor	⇒ Sin requisito
	Peor reacción al fuego	⇒ Cada 3 plantas o 10m

FFigura 6.3. Exigència en relació amb les barreres tallafoc en cambres verticals.
Font: CTE DB SI 1, apartat 3, clàusula 2.

tria d'altres materials. Factors com la producció de gasos tòxics provocats per la combustió o la necessitat d'integrar, en cas d'incendi, una certa logística en matèria d'extinció o evacuació haurien de comptar amb una partida extraordinària amb un cost més elevat en el PSS.

Fase d'execució

Segons el Reial decret 1627/97, el contractista ha de posar en pràctica les mesures necessàries, anomenades mesures preventives, a fi de minimitzar els riscos que no s'hagin eliminat en la fase de projecte.

NORMAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS		
DENOMINACION DEL TRABAJO:		AISLAMIENTO S E IMPERMEABILIZACIONES POLIESTILENO
PELIGRO Nº	MEDIDAS DE CONTROL	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
1	SE ESTARA A LO DISPUESTO EN EL APARTADO 1.4. RIESGOS ESPECIALES DE LA MEMORIA DE ESTE ESTUDIO.	
2	Uso obligatorio de botas de seguridad.	Orden y limpieza.
8		Las superficies de tránsito, estarán libres de obstáculos. Limpieza y orden en el trabajo. Durante la manipulación de materiales se usarán guantes.
17	Inhalación sustancias nocivas	Garantizar evacuación , disponer equipo extinción de incendios
13		No se permitirá que ningún operario maneje cargas superiores a Los trabajos en los que no se pueda evitar la posición inc trabajador, rotará con otros trabajadores.
21	Incendio alta combustibilidad	Disponer equipo extinción de incendios
15	Maquinaria con marcado CE. Uso de ropa de trabajo y equipos de protección resistentes al fuego.	Queda expresamente prohibido dejar el soplete encendido direct sobre un sonorte aislante cuando se deba interrumpir el trabajo.

Figura 6.4. Exemple de normes i mesures preventives en un ESS.
Font: Tresatw

MESURES ADDICIONALS

Així mateix, a través del PSS ha d'instaurar les mesures correctores necessàries per a poder executar l'obra sense exposar ningú al risc declarat.

Aïllament de classificació A1: s'ha de comprovar el marcatge CE en els equips de protecció individual (EPI) d'acord amb el muntatge.

Aïllament combustible: segons l'avaluació de riscos cal implantar equips d'extinció i garantir l'evacuació dels treballadors.

Durant les tasques de muntatge, l'aïllament es troba exposat a la flama, la combustió en columna o l'incendi de xemeneia.

Com que encara no hi ha els recobriments i, al mateix temps, encara no s'han creat les barreres contra el foc (en el cas que siguin reglamentàries), els treballadors estan exposats al risc d'incendi.

S'ha de recordar que els riscos existents són "material combustible amb les conseqüències de propagació de la flama i inhalació de substàncies tòxiques".

El contractista ha de concebre el material combustible com un material de contribució alta al foc. Per aquest motiu, el seu departament de prevenció ha d'adoptar les mesures preventives pertinents per mantenir el material estable i allunyat de projeccions, fonts de calor i flames d'acord amb l'euroclasse.

Aquesta separació del material respecte dels materials incombustibles no existeix. Al mateix temps, mentre no s'apliqui el

tancament en monocapa de la façana, el contractista augmenta el risc a l'obra.

Convé recordar que durant els treballs d'execució d'una obra, l'entorn està alterat per circumstàncies que si no s'executés l'obra no es produirien (existència de bufadors, serres radial, eines d'oxitall, instal·lacions provisionals).

Davant la presència d'aquests materials, els serveis de prevenció han de qualificar de risc probable alt la presència de gasos tòxics amb inhalació i han d'atorgar la probabilitat mitjana al factor risc d'incendi.

L'adequació de les mesures preventives augmenta.

Fase final d'obra

A l'hora d'omplir el llibre de manteniment s'ha de fer èmfasi en les revisions de la façana, en el cas que sigui de monocapa, per comprovar que l'aïllant no està en contacte amb l'aire exterior.

La coordinació de seguretat inclou aquesta informació en la fase final d'execució de l'obra perquè el risc d'incendi una vegada l'aïllant s'ha implantat a la façana depèn del segellament i el recobriments permanent.

Si les garanties d'autoextinció d'un aïllament combustible en la façana depenen de l'eliminació de fluxos d'aire amb efecte xemeneia, cal plantejar la revisió de qual-sevol contacte amb arestes i finestres que evitin la propagació de la flama amb l'objectiu de garantir-ne l'estanquitat.

MESURES ADDICIONALS

Així mateix, la col·locació planteja l'obligatorietat d'anivellar tota la peça amb morter, de manera que garantir totes les planxes implica que la direcció de l'obra admeti i certifiqui que totes estan segellades correctament al llarg del perímetre.

En el cas d'aïllaments no combustibles, l'efecte Venturi i l'efecte xemeneia no es prenen en consideració com a risc d'incendi, així que la seva supervisió tan sols es basa en l'adherència i en l'existència de ponts tèrmics.

Riscos addicionals en la fase de rehabilitació

Cal destacar que a l'hora d'intervenir en la façana d'edificis residencials (o d'un altre tipus) s'afegeix un risc, ja que aquests edificis estan ocupats pels seus usuaris. Aquestes persones no reben cap mena de formació sobre com actuar en cas d'incendi en la façana de casa seva en el transcurs dels treballs de rehabilitació i, sobretot, desconeixen el risc potencial al qual es poden veure exposades.

Els riscos que s'han detallat més amunt s'agreugen, especialment per efecte de l'emmagatzematge (normalment aleatori i dispers) dels aïllaments combustibles. El fet que en la majoria de casos no es disposi d'espai físic al sòl públic implica que el material es reparteixi en petites quantitats per la bastimentada. També suposa que moltes vegades canviï d'ubicació en funció dels ritmes de treball i els consums. Tot això fa que la implantació de mesures preventives sigui pràcticament nul·la i que, per consegüent, la prevenció davant

d'un escenari de generació de foc (intencionat o fortuït) sigui, també, nul·la.

Tampoc es pot obviar que, en la majoria dels casos, el procés d'instal·lació de solucions en façanes aïllades tèrmicament s'acostuma a dur a terme per superfícies grans, per anar-les protegint amb la solució d'acabat final en una sola sessió de treball. En conjunt augmenta el risc per a l'usuari de l'edifici (sobretot fora d'horaris de treball), atès que no hi ha mesures de protecció de cap tipus mentre els aïllaments combustibles estiguin a la façana de manera contínua i sense recobrir.

A més, el risc inherent a la inhalació de fums (no només per als operaris, sinó sobretot per als ocupants) significa directament assumir la toxicitat per a totes les persones a qui pugui afectar el volum generat de fum negre, fins i tot per a veïns d'altres immobles.

La dosi, no quantificada, representa una dada significativa, ja que davant de la manca d'informació, les avaluacions en matèria de seguretat obliguen a tipificar el risc com el més greu possible.

6.5. Quadre d'anàlisi de la documentació

(Pàgines següents)

MESURES ADDICIONALS

CUESTIONES	ESTUDIOS DE SEGURIDAD	PROGRAMAS INFORMATICOS	PLANES DE SEGURIDAD
Se define los riesgos propios de ejecución de fachada aislante	Durante el análisis documental no hemos detectado argumento alguno que informe al contratista de tales riesgos.	No. El Programa que más define es ITEC y la partida que incluye es la de "aislamientos con placas".	No hay definición concreta. La mayoría ni tan solo distinguen la partida de "aislamiento", ya que queda incluida dentro de la de "fachadas" o "cerramientos".
Existe el material definido	Nunca, por definición, en los estudios se evalúan los riesgos de un solo material.	ITEC contempla el material como placa para distinguirlo del aislamiento amorfo. Los demás programas analizadores no definen nada.	El Plan de seguridad redactado inicialmente por el contratista, no. Si el solicitador un Anejo complementario de ese PSS. Este trámite depende de la dedicación y capacidad de persuasión del Coordinador de seguridad de la obra.
Comunica riesgos de combustión	No hay una declaración expresa en ninguno de los ESS consultados.	No comunica esta información.	En uno de los PSS consultados aparece indirectamente al constar en una ficha de producto (ver bibliografía). Solo en los casos en que está incorporado en una ficha del fabricante.
Existe información sobre acciones a tomar contra el fuego	A modo general, sólo acciones ante incendios sin definir en concreto los producidos por materiales aislantes.	A modo general.	Localizado a modo de anejo, concretando modo amarrar y altura máxima admisible.
Describen procedimiento de acopios	En los pliegos de condiciones a modo general.	No. Sólo incluyen textos estándar de almacenamiento de materiales en general.	Atendiendo al tipo de constructora existe alguna puntualización de procedimientos, dependiendo del tipo de obra. Ejemplo: Fachadas a 25 metros de altura
Comunica procedimientos de trabajo	Los Estudios analizados sólo contemplan procedimientos generalizados de seguridad ante trabajos básicos, como hormigonado o albañilería. No existe definición de procedimientos ni riesgos no eliminados para la actividad de "aislamiento térmico fachada".	Solo contemplan, a modo de texto incluido en las fichas de evaluación, actuaciones generalistas de seguridad.	En actuaciones de obra a TRESAT ha considerado reforzar la ventilación o establecer mejoras para evitar inhalación tóxica por incendios, de manera que se ha mejorado el Plan de seguridad redactado inicialmente por el contratista.
Describen riesgos por inhalación ante combustión del aislante	No. Únicamente hacen inciso en la protección por gases producidos en soldaduras y otros elementos tóxicos por combustión.	No. No hay comentario alguno sobre la toxicidad del gas emitido por la combustión del aislante.	No. No existe tácitamente la declaración de riesgo de combustión por el tipo de herramientas de corte elegida.
Informa de medidas propias a adoptar durante el corte de pieza	No. El estudio sólo informa del riesgo no eliminable en proyecto.	No. No hay ninguna información.	Si. Establece una serie de precauciones según el tipo de herramienta de corte. No detalla el riesgo de incendio sino que se asocia al tipo de riesgo por atrapamiento, corte punzante, corte laminar o proyecciones hacia los ojos.
Analizan herramientas de corte o equipos de soldadura y su comportamiento con el sistema.	No. El estudio sólo informa del riesgo no eliminable en proyecto.	No. No hay ninguna información.	

MESURES ADDICIONALS

CUESTIONES	ESTUDIOS DE SEGURIDAD	PROGRAMAS INFORMATICOS	PLANES DE SEGURIDAD
Señalan la necesidad de verificar sellados tras el final de fachada para garantizar estanquidad y por ello eliminación riesgo incendio	En el ESS no se declara . En el pliego de condiciones técnicas se admite el comentario pero con finalidad de acabados y certificados de estanquidad al agua de lluvia. Paralelamente un tema de calidades. Tampoco en el proyecto se declara el aumento de carga de fuego	No menciona nada.	Los Planes consultados no exponen ni el riesgo de incendio ni la vulnerabilidad de una fachada acabada con aberturas laterales o sin sectorizar.
Informan de medidas a adoptar ante afectación a terceros	No. Dado que no hay descripción del material y sólo describen de forma genérica los trabajos de revestimiento exterior.	No hay mención alguna	Si. El Departamento de prevención junto a la planificación de obra, evalúa riesgos sobre la vertical, entonces algunos planes lo contemplan. De no evaluar el riesgo, no existe información alguna.
Describen algún EPI específico para este revestimiento	No. Mencionan solo los equipo de protección individual básicos para cualquier yesero, estucador o montador de cantón-yeso. Botas, Casco, Guantes algodón, Mono trabajo, mascarilla.	No en la mayoría de los casos. Se incluyen en la lista de oficios o tajos en los riesgos generales de la construcción. Sólo RTEC establece unos EPIs para la partida "ajustamientos con placas"	Los planes de seguridad consultados contemplan los equipos de protección individual, siempre y cuando existe una ficha del material y se han tomado interés para realizar la partida
Se contempla partida específica de aislamientos en general.	Si pero con gran confusión. El estudio no detalla el tipo de aislamiento, solo remarca riesgos propios de su aplicación en alturas y exteriores. Confunde los aislamientos agrupándolos en un grupo único de ejecución.	Si. Se trata de una ficha denominada "Revestimientos exteriores". Lo aplica como si se tratase de un monocapa o enlucido sin definir en materiales ya que no los tiene en su base de datos.	Si, si se incluye la ficha del material. De los Planes consultados ninguno de ellos ha llegado a definir el tipo de aislante térmico o método de trabajo con el mismo. Tras profundizar en reuniones de coordinación se decide ampliar esta información con un anejo al Plan General.
Existe información sobre acciones a tomar contra el fuego	El estudio de seguridad contempla a modo generaliza: Tipo de aviso a bomberos, métodos de comunicación ante evacuación. No especifica acciones a emprender ante un incendio sobre un tipo de material concreto.	Si. Disponen de una base de datos que detalla los procedimientos de actuación básica ante un incendio en general, así como el tipo de exsitones. Pero no define materiales concretos.	Si. El Plan de seguridad aplica los protocolos de la empresa constructora en el método de comunicación, organigrama de mandos y operativos. Difícilmente encontramos los tipos de mecanismos de extinción para elementos como el poliestireno en sus diferentes variedades.

MESURES ADDICIONALS

6.6. Conclusions del capítol

A partir de l'anàlisi realitzada segons el que s'ha exposat en els apartats anteriors d'aquest document, i tenint en compte l'experiència en temes de seguretat i salut en projectes i obres, s'arriba a les conclusions següents, resumides en punts.

6.6.1. Documentació

Hi ha un percentatge alt de documentació preventiva que no pren en consideració ni l'ofici ni l'avaluació de l'activitat. L'activitat d'aïllament de la façana queda englobada en l'activitat que correspon a les façanes o als tancaments.

La documentació analitzada defineix de manera molt ambigua conceptes importants, com ara un possible incendi.

Cap dels documents presentats pels contractistes detalla o especifica riscos per a tercers.

Els programes informàtics posen en evidència que l'ofici o l'activitat "no existeix" (només s'ha trobat, en el programa ITEC, una partida denominada aïllament amb plaques).

Hi ha confusió amb la partida d'obra anomenada revestiment exterior.

La documentació no presenta informació que faci referència de manera específica o personalitzada a l'obra en concret (formes d'aplec, mètodes de tall, etc.). No hi ha una relació dels riscos

exposats en la partida referent a la col·locació de plaques d'aïllament amb els mitjans auxiliars escollits per a l'obra en particular.

Els departaments de prevenció utilitzen la fitxa revestiments d'exterior per no haver-ne de crear una de pròpia.

Cap dels projectes descriu en l'ESS les mesures de prevenció que cal adscriure a aquesta partida.

Els plans de seguretat només aporten fitxes pròpies de banc de dades.

No hi ha cap empresa que actuï com a subcontractista (empresa aplicadora) que hagi entregat el seu propi manual de seguretat.

No s'han trobat més procediments de treball que els avaluats en el programa ITEC.

No hi ha anotacions del coordinador de seguretat de l'obra en relació amb la col·locació del material aïllant.

En reunions de caràcter mensual, els tècnics de Tresat subscriuen que en les obres presentades no hi ha cap comentari sobre la prevenció de riscos en la col·locació d'aïllaments amb plaques.

En els expedients de seguiment de la seguretat de les obres analitzades no hi ha cap fitxa específica sobre el material d'aïllament combustible i tampoc consta que el comercial de l'empresa proveïdora del material n'hagi facilitat informació.

MESURES ADDICIONALS

En la documentació no s'ha vist que cap agent participant en el procés constructiu hagi mostrat interès en aquesta partida.

De totes aquestes conclusions en podem extreure una conclusió general: des del punt de vista de la prevenció de riscos, l'activitat d'aïllament exterior de les façanes no té entitat pròpia. Ara bé, la realitat del mercat és una altra i és que trobem empreses especialitzades que es dediquen a aquesta activitat, ja siguin contractades directament pel promotor de l'obra o subcontractades pel contractista principal de l'obra.

En el cas d'aïllaments exteriors amb materials combustibles no s'han trobat fitxes d'aplicació del fabricant que contemplin, amb caràcter exhaustiu, les mesures preventives que cal tenir en compte, de manera que quan una empresa d'aïllament ha de redactar un pla de seguretat ha de recórrer a material de base de tipus general (com és el cas dels programes informàtics que hem analitzat en aquest informe).

Tenint en compte els buits documentals en matèria de prevenció de riscos en l'aplicació de sistemes amb aïllaments combustibles i la necessitat de les empreses aplicadores de disposar d'un procediment de treball que inclogui tots els aspectes relacionats amb la prevenció de riscos, concloem aquest informe amb una recomanació molt clara: que els sistemes d'aïllament disposin d'un sistema de fitxes de seguretat que incloguin la prevenció en les diferents fases

del sistema, la seguretat en funció de les eines i els mitjans auxiliars utilitzats i la prevenció de riscos per a tercers. Aquest sistema de fitxes tindria la missió principal de facilitar la preparació del PSS als aplicadors.

6.6.2. Accions que cal preveure i implicacions

En relació amb els riscos inherents a qualsevol procés de posada en obra i execució amb materials d'aïllament combustibles, i en relació amb les accions que cal preveure per tal de reduir-los, posem de relleu les conclusions següents:

- El promotor/usuari ha de supervisar concretament els treballs de la DF i, en especial, els del coordinador de seguretat i salut en la fase d'execució.
- Quant a l'ocupació de l'edifici, l'equip tècnic ha de proposar mesures de seguretat davant de la hipòtesi de presència de residents.
- Es produeix un increment de costos per preveure mesures preventives per a l'extinció correcta d'un incendi en la fase d'obra (per exemple, la doble evacuació en les bastides o els extintors entre plataformes), que no sempre són útils per als ocupants de l'edifici fora de l'horari laboral.
- En el cas que una companyia d'assegurances aprovi la cotització és possible que es pacti amb costos més elevats.
- Cal vetllar, amb més garanties en matèria de seguretat, pel manteniment correcte de la façana en el cas

MESURES ADDICIONALS

que s'utilitzin aïllaments combustibles, especialment pel que fa a les fissures en el SATE.

- Aplec: Segons el volum i la composició del material s'han de prendre mesures de seguretat per al confinament; cal evitar l'aplec de material en cas de propagació de fum en columna, passadissos, escales o zones interiors. Això obliga a reservar espai a l'obra per ubicar-hi el material de manera controlada. Normalment l'empresa instal·ladora ho incompleix al·legant motius d'optimització de temps.
- Bastides: En funció de la seva tipologia s'han de concebre accessos inferiors, vies d'evacuació superior, el repartiment d'equips de respiració autònoms del tipus màscara o un sistema de recollida de la cistella davant del risc de columna de fums. Aquest risc relacionat amb les bastides, que repercuteix sobretot en els ocupants, tampoc no es té en compte des del punt de vista del PSS.
- Pla de seguretat i salut □ Ha d'incloure l'anàlisi fidedigna de les càrregues de foc reflectides en el projecte, l'avaluació dels riscos amb les mesures preventives adoptades i les accions que cal implementar a l'obra. Es constata que no totes les empreses subcontractades assisteixen a les xerrades i les reunions de seguretat i salut que ha de fer el contractista general.
- Una entrega defectuosa de l'obra pel que fa a l'execució i la protecció exterior d'aïllaments combustibles minimitza el risc d'incendi i permet la revi-

sió a efectes de qualitat i funcionalitat exclusivament.

- No s'ha constatat que a l'hora d'entregar l'edifici s'informi del risc final que comporta l'existència d'aïllaments combustibles a fi de traçar el pla d'emergències, el llibre de manteniment i el pla d'autoprotecció (en funció de l'ús i l'activitat de l'immoble).

A diferència de l'ús de materials d'aïllament incombustibles, que no requereixen mesures de cap tipus pel que fa a la propagació del foc, l'ús d'altres materials implica tots els riscos anteriors, que no sempre s'eliminen o es minimitzen amb mesures preventives, especialment en les obres de rehabilitació.

En l'actualitat, la seguretat i la salut en relació amb el foc tenen un marge de millora ampli, sobretot en els aspectes documentals previs, en l'elaboració de plans i, especialment, en l'adopció de mesures efectives.

Jordi Bolea

Consultor. Ha ocupat diversos càrrecs de responsabilitat tècnica, de qualitat i de desenvolupament de producte, a més de representar diferents entitats en nombrosos comitès de normalització espanyols i europeus en el sector de la protecció contra incendis

Salvador Huarcaya

Enginyer industrial a MSconsultors i estudiant del Màster en Incendis i Protecció Civil de la UPC.

En el capítol següent es recull informació sobre casos recents d'incendis amb propagació per la façana que s'han produït en l'àmbit nacional i internacional, i que han tingut repercussió mediàtica per les seves característiques, conseqüències o magnitud.

Es pot observar que els diferents casos presentats difereixen en diversos factors, principalment pel que fa a l'Alçària de l'edifici afectat —predominen els incendis en edificis alts (EA) o molt alts (EGA)—; així com la tipologia amb relació a la trama urbana circumdant —predominen els edificis aïllats de tipus torre respecte dels edificis integrats a la trama urbana—. Aquesta diferenciació pot servir per emmarcar les tipologies més usals de sinistres que tenim o podem tenir al nostre país, i il·lustra la gravetat de la problemàtica que afrontem.

En qualsevol cas, amb aquest capítol no es pretenen extreure conclusions generals, ja que la majoria dels casos exposats difícilment poden il·lustrar

la situació majoritària que presenta el panorama de l'edificació a Espanya.

Per a l'elaboració de les fitxes d'incendis s'ha partit d'informació publicada als mitjans, de manera que el contingut pot diferir o ser incomplet en alguns casos. Es pot concloure, amb l'estudi de casos realitzat, que els sinistres d'incendi més mediàtics per la seva gravetat (afectacions materials i personals) són aquells en els quals l'edifici implicat és de gran alçària i aïllat (tipus torre).

7.1. Introducció

Fins ara s'ha vist què és i com es propaga un foc per la façana, les normatives amb les quals els diferents països de la Unió Europea lluiten per combatre'ls i una anàlisi dels principals mètodes d'assaig que s'han de tenir en compte, entre altres temes.

En aquest capítol es pretén analitzar la realitat de com es produeixen els incendis propagats per façana i s'utilitzen com a exemples alguns dels incendis més greus i significatius dels últims anys: des de la Torre Grenfell fins a l'edifici Windsor. A diferència d'altres capítols, l'anàlisi realitzada no s'ha centrat únicament en incendis produïts dins de la Unió Europea, ja que s'ha considerat que la localització no era un factor determinant atès que no es fa una analítica normativa relacionada.

S'han intentat tractar diferents tipologies d'edifici, però la realitat del desenvolupament

RECOPILACIÓ D'ACCIDENTS

lupament dels incendis en façanes ens apropa, molt especialment, a uns edificis amb una alçària i unes característiques determinades, tal com veurem a continuació.

Per poder contrastar bé les informacions dels diferents incendis, s'han elaborat unes fitxes tipus dels incendis produïts en els últims deu anys (amb la llicència d'incloure la Torre Windsor per les característiques i repercussió que va tenir en el seu moment). Aquestes fitxes recullen, entre altres dades, informacions sobre les característiques de l'edifici (nombre de plantes, super-

fície, ús de l'edifici, any de construcció o rehabilitació, propietari, constructor, etc.), sobre les característiques i materials utilitzats a la façana, dades sobre l'origen i propagació de l'incendi, a banda d'altres comentaris d'interès.

En la majoria de casos, les dades s'han recopilat a partir de diaris i informacions generalistes; cal destacar les dificultats que hem tingut per obtenir informació fiable que servís per comprendre què va succeir en cada cas (en alguns dels accidents estudiats aquesta informació és inexistent o impossible d'aconseguir).

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici THE TORCH TOWER

Localització Àrea 392-204 de Dubai Marina,
Dubái, EAU

Coordenades UTM 25.088000,
55.147597

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 86

Superfície - m² ~ 94 306

Construït 2011

Alçària - m 352

Propietari Select Group

Constructor Dubai Civil Engineering

Característiques

- Edifici de 676 apartaments, 196 habitacions d'hotel, 686 places d'aparcament i quatre nivells sota rasant.
- L'altura de la part més alta és de 352 m i l'altura major ocupada és de 300 m.
- La torre és la dotzena més alta de Dubai. Està ubicada al districte del port esportiu Marina, davant del mar, i consta de sis espais comercials i 676 apartaments.
(2)

Façana

Plafons MCM (revestiment de plafons sandvitx), amb nucli de PE.(3)

Incendi

04.08.2017(4). Es va donar avís de l'incendi a la 1:00 h. Va quedar sota control en aproximadament tres hores i es va donar per extingit el dia següent a la tarda.(4)

Víctimes

0 / Algunes persones van haver de ser ateses per inhalació de fums.(4)

Casuística

- El foc es va iniciar per burilles de cigarretes que s'havien llençat en tests, que es van incendiar i van propagar la flama a través de la façana de la torre.(5)
- L'incendi es va produir poques setmanes després que les autoritats aprovessin finalment les reparacions per danys i perjudicis del primer incendi del 2015.(5)

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

- Els plafons MCM han estat el motiu principal pel qual l'incendi es va estendre tan ràpidament.(6)

Comentaris

- Com a part de la investigació, la policia va dur a terme experiments per determinar si un incendi podria començar llençant una burilla en un test i va descobrir que sí que era possible.(5)
- L'incident va revifar les preguntes sobre la seguretat dels materials utilitzats a l'exterior d'edificis de gran alçària. Una investigació realitzada per l'administració de la Torch Tower, després del seu incendi del 2015, va trobar que una gran part de l'incendi va ser causada pel revestiment i els plafons exteriors utilitzats per a la decoració o l'aïllament.(6)
- Instal·lar material resistent al foc a intervals regulars als edificis més antics, a fi d'eliminar parcialment el revestiment inflamable i afegir ruixadors als balcons. Aquestes són les opcions que s'estan considerant per mitigar la propagació del foc pels revestiments exteriors.(7)

Referències

- (1) Foto: <https://www.thenational.ae/uae/dubai-torch-tower-blaze-residents-thought-it-was-a-false-alarm-1.616755> (13.02.2018).
- (2) <http://www.skyscrapercenter.com/building/the-torch/344> (19.02.2018)
- (3) <https://www.thenational.ae/uae/experts-query-quality-of-cladding-on-dubai-buildings-1.224251> (19.02.2018)
- (4) <http://www.bbc.com/news/world-middle-east-40822269> (14.02.2018) <http://gulfnews.com/news/uae/emergencies/dubai-police-reveal-cause-of-torch-tower-fire-1.2082198> (19.02.2018)
- (5) <https://www.dezeen.com/2017/08/04/fire-torch-tower-dubai-skyscraper-cladding/> (19.02.2018)
- (6) <https://www.thenational.ae/uae/environment/plan-to-introduce-fire-resistant-barriers-on-older-uae-buildings-being-studied-1.617684> (19.02.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici GRENPELL TOWER

Localització Grenfell Road, Londres W11 1TQ,
Reino Unido

Coordenades UTM 51.514031,
-0.215737

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 24

Superfície - m² ~ 11.400

Construït 1974

Alçària – m 67

Propietari Kensington and Chelsea
London Borough Council

Constructor A E Symes of Leyton

Característiques

- Edifici de 120 apartaments d'una i dues habitacions (sis habitatges per pis en 20 de les 24 plantes, i les quatre inferiors, s'utilitzaven per a finalitats no residencials).(2)
- El 2016 es va fer una remodelació que va incloure un nou revestiment exterior, la renovació de finestres i sistemes de calefacció.(3)

Façana

Sistema de façana ventilada. Ventilació de 50 mm, compost per un aïllament de plafó d'espuma rígida de poliisocianurat de 150 mm (Celotex RS5000), plafons MCM de 3 mm (Reynobond PE) i formigó prefabricat existent de 250 mm. Aquest tipus de façana va ser instal·lat en la remodelació del 2016.(3)

Incendi

14.06.2017 / Es va iniciar a les 00:54 h. Es va donar per extingit en aproximadament 60 hores.(5)

Víctimes

71

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

Casuística

- L'incendi va començar en un frigorífic, ubicat a la quarta planta.(6)
- Els plafons MCM han estat la raó principal per la qual l'incendi es va estendre tan ràpidament des de les plantes inferiors fins a la part superior.(7)
- El revestiment exterior va crear cavitats que, en alguns casos, poden causar el que es coneix com a efecte xemeneia, que propaga les flames a la cavitat en cas de no haver-hi barreres contra incendis.(7)

Comentaris

- Les quatre façanes van quedar afectades i 22 apartaments propers a la torre també van patir danys.(8)
- D'acord amb el British Standard, l'ús de materials combustibles en el sistema de revestiment i cavitats extenses pot presentar aquest tipus de risc en edificis alts. S'haurien d'utilitzar materials amb una combustibilitat limitada en edificis amb plantes a més de 18 m d'alçària.(9)
- La combustibilitat limitada implica complir determinats criteris de la normativa britànica com ara: assegurar que cada component individual compleixi els criteris establerts en el document aprovat B, paràgrafs 12.5 a 12.9 o garantir que el sistema de revestiment com un tot (en lloc de components individuals) compleixi els criteris establerts a BS 8414 (Rendiment contra incendis de sistemes de revestiment extern) i que compleixi els requisits de rendiment establerts a BR 135 (Rendiment contra incendis d'aïllament tèrmic extern per a parets d'edificis de diverses plantes).(9).

Referències

- (1) Foto: <http://www.telegraph.co.uk/news/2017/06/14/grenfell-tower-inferno-disaster-waiting-happen-concerns-raised/> (13.02.2018).
- (2) <http://www.telegraph.co.uk/news/2017/06/14/grenfell-tower-floorplan-shows-120-flats-packed-highrise/> (19.02.2018)
- (3) <https://web.archive.org/web/20170614122142/https://www.rbkc.gov.uk/idoxWAM/doc/Other-952368.pdf?extension=.pdf&id=952368&location=VOLUME2&contentType=application%2Fpdf&pageCount=1> (14.02.2018)
- (4) <https://www.thesun.co.uk/news/3799392/grenfell-tower-fire-victims-death-toll-how-many-died-london/> (23.01.18)
- (5) <https://www.channel4.com/news/dany-cotton-only-a-miracle-could-have-saved-grenfell> (19.02.2018)
- (6) <http://www.bbc.com/news/uk-40380584> (19.02.2018)
- (7) <https://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/london-fire-grenfell-tower-cladding-architects-firefighters-experts-reason-why-cause-a7789336.html> (19.02.2018)
- (8) <http://www.bbc.com/news/uk-40301289> (19.02.2018)
- (9) British Standard - Building Research Establishment (BRE)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici THE ADDRESS DOWNTOWN HOTEL

Localització Mohammed Bin Rashid Boulevard
Downtown Dubai, Dubái, EAU

Coordenades UTM 25.193869,
55.279281

Tipologia (ús) Residencial públic

Plantes 63

Superfície - m² ~ 178.000

Construït 2008

Alçària – m 302

Propietari Emaar Properties

Constructor Arab Technical
Construction - Besix

Característiques

- Edifici de 626 apartaments, 196 habitacions d'hotel, 895 places d'aparcament i quatre nivells sota rasant.(2)
- L'alçària de la part més alta és de 302,2 m i l'alçària major ocupada és de 228,3 m.(2)
- La torre ocupa la 22a posició en alçària de Dubai i està ubicada dins el centre financer i hotelier Downtown Dubai, on també hi ha la torre més alta del món, el Burj Khalifa.(3)

Façana

Plafons MCM.(4)

Incendi

31.12.2015 / Es va avisar a les 21:25 h. Es va aconseguir controlar el foc al cap de quatre hores d'iniciar-se l'incendi. Durant el dia hi havia fumerades i foc latent.(5)

Víctimes

1(5) / 17 ferits i un mort durant l'evacuació (aturada cardíaca).(5)

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

Casuística

- El foc es va iniciar per un curtcircuit als cables connectats als reflectors, que es trobaven en una mènsula, en un conducte d'1,1 m d'ample, entre els pisos 14 i 15 de la torre, als apartaments 1401 i 1504 respectivament.(6)
- Els plafons MCM han estat el motiu principal pel qual l'incendi es va estendre tan ràpidament.(4)

Comentaris

- A Dubai hi ha diversos edificis construïts amb la reglamentació anterior a 2012, una normativa que no exigia materials no combustibles per al revestiment de façanes.(4)
- Els constructors de l'edifici van afirmar que el 2007 s'havia fet una prova de foc "amb èxit" als plafons de recobriment, tanmateix, segons els experts, aquesta prova no tindria sentit ja que va mesurar la contenció del foc i no la inflamabilitat.(7)
- El fabricant nord-americà dels plafons MCM utilitzats a l'hotel va dur a terme proves als plafons segons la normativa ASTM 119, que mesura com un sistema evita que un incendi es propagui a un espai adjacent. Tanmateix, la prova que s'hauria d'haver fet és la NFPA 285, per tal de mesurar com es propaga el foc sobre el revestiment.(7)

Referències

- (1) Foto: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/middleeast/dubai/12076792/Dubai-skyscraper-fire-new-years-eve-2015-live.html> (13.02.2018).
- (2) <http://www.skyscrapercenter.com/building/the-address/468> (19.02.2018)
- (3) <https://www.emporis.com/buildings/220605/the-address-downtown-dubai-dubai-united-arab-emirates> (19.02.2018)
- (4) <https://www.wfm.co.in/lesson-to-learn-from-the-dubai-hotel-fire-fire-rated-exterior-cladding-a-must/> (14.02.2018) <https://www.theguardian.com/world/2015/dec/31/dubai-skyscraper-fire-ablaze-new-years-eve-fireworks> (19.02.2018)
- (5) <https://www.khaleejtimes.com/nation/general/short-circuit-sparked-the-address-blaze> (19.02.2018)
- (6) <https://www.thenational.ae/business/property/revealed-how-address-dubai-hotel-fire-test-was-meaningless-1.660690> (19.02.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici BAKU RESIDENCE BUILDING

Localització Azadlig Avenue 200/36, Binagadi raion, Bakú, Azerbaijón.

Coordenades UTM 40.425028,
49.839139

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 16

Superfície - m² ~ 8.000

Construït No disponible

Alçària – m 48

Propietari No disponible

Constructor No disponible

Característiques

Edifici residencial de 16 plantes, ubicat al districte de Binagadi a Bakú.

Façana

Façana ventilada i plafons MCM. Aquest tipus de façana es va instal·lar en els últims treballs de renovació de la ciutat fets durant el 2012.(3)

Incendi

19.05.2015 / A les 10.57 h es va informar sobre l'incendi i es va trigar quatre hores a controlar-lo.(2)

Víctimes

17 morts i 60 ferits.(2) / Hi va haver diverses víctimes per intoxicació de fums.(2)

Casuística

- No s'ha establert clarament la font de l'origen de l'incendi. Tanmateix, d'acord amb les investigacions fetes, es creu que l'origen va ser per una cigarreta mal apagada.(4)
- Els plafons MCM han estat la raó principal per la qual l'incendi es va estendre tan ràpidament.(3)(5)

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

Comentaris

- D'acord amb les normes de construcció local, la distància entre els edificis ha de ser com a mínim la meitat de les seves alçàries. Això no obstant, les distàncies no van ser respectades, cosa que va dificultar la intervenció dels bombers.(6)
- Les autoritats van esmentar que hi havia uns 120 edificis amb façanes potencialment perilloses. Això no obstant, d'acord amb informes i notícies, es dedueix que són uns 800 els edificis afectats.(3)

Referències

- (1) Foto: https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Baku_residence_building_fire (01.03.2018).
- (2) <https://www.rt.com/news/260125-azerbaijan-building-fire-fatal/> (01.03.2018)
- (3) <https://www.rferl.org/a/azerbaijan-public-anger-over-deadly-fire/27027429.html> (01.03.2018)
- (4) <https://report.az/en/incident/each-family-in-the-burned-building-in-baku-was-paid-2500-manats-for-rental-housing> (01.03.2018)
- (5) <https://report.az/ru/proisshestviya/segodnya-budet-vynesen-prigovor-zaderzhannym-po-delu-o-pozhare-v-binagadi> (01.03.2018)
- (6) https://525.az/site/?name=xerber&news_id=71750#gsc.tab=0 (01.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici THE TORCH TOWER

Localització Àrea 392-204 de Dubai Marina,
Dubái, EAU.

Coordenades UTM 25.088000,
55.147597

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 86

Superfície - m² ~ 94.306

Construït 2011

Alçària – m 352

Propietari Select Group

Constructor Dubai Civil Engineering

Característiques

- Edifici de 676 apartaments, 196 habitacions d'hotel, 686 places d'aparcament i quatre nivells sota rasant.(2)
- L'alçària de la part més alta és de 352 m i l'alçària major ocupada és de 300 m.(2)
- La torre és la dotzena més alta de Dubai. Està situada al districte del port esportiu Marina, davant del mar i conté sis espais comercials i 676 apartaments.(2)

Façana

Revestiment de plafons sandvitx d'alumini i polietilè MCM.(3)

Incendi

21.02.2015 / Es va avisar de l'incendi a la 1.50 h. Va quedar controlat en aproximadament quatre hores i va quedar extingit l'endemà al migdia.(4)

Víctimes

0 / Algunes persones van haver de ser ateses per inhalació de fums.(4)

Casuística

- El foc es va iniciar en un balcó de la planta 51, possiblement per causa tèrmica, en un apartament que estava ocupat per una tripulació de British Airways. La primera causa podria haver estat per cigarretes.(5)(6)
- Del pis 51 al 80 van ser cremats de la banda est; i a la banda oest del 30 al 51

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

per runes que van caure al pis 30 a causa dels forts vents, la qual cosa va produir incendis secundaris (l'incendi només va ser per l'exterior).(6)

Comentaris

- El govern dels EAU està treballant amb experts en seguretat per examinar els mètodes que es poden utilitzar per retardar la propagació d'incendis en edificis antics amb plafons MCM.(7)

Referències

- (1) Foto: <http://www.qfmzambia.com/wp-content/uploads/2017/08/Tower.jpg> (13.02.2018).
- (2) <http://www.skyscrapercenter.com/building/the-torch/344> (19.02.2018)
- (3) <https://www.thenational.ae/uae/experts-query-quality-of-cladding-on-dubai-buildings-1.224251> (19.02.2018)
- (4) <http://www.bbc.com/news/world-middle-east-40822269> (14.02.2018) <https://www.thenational.ae/uae/flat-where-dubai-marina-torch-fire-started-identified-1.32390> (19.02.2018)
- (5) http://www.ife.org.uk/write/MediaUploads/2015%20Conference/presentations/Ali_Almutawa.pdf (19.02.2018)
- (6) <https://www.dezeen.com/2017/08/04/fire-torch-tower-dubai-skyscraper-cladding/> (19.02.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici LACROSSE BUILDING

Localització 673 La Trobe Street, Docklands,
Melbourne, Australia.

Coordenades UTM -37.814782,
144.947707

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 23

Superfície - m² ~ 29.100

Construït 2012

Alçària – m 58,7

Propietari No disponible

Constructor No disponible

Característiques

- L'ús de l'edifici inclou apartaments residencials i aparcaments.(1)
- L'estructura general de l'edifici comprèn lloses de formigó reforçat suspès i murs de càrrega de formigó armat.(1)

Façana

Sistema SATE. Revestiment d'alumini amb nucli de polietilè de 4 mm (MCM) Alucobest. La solució constructiva de la façana consistia en dues capes de guix, perns d'acer amb aïllament de llana mineral, llistons d'acer i el plafó MCM.(1)

Incendi

25.11.2014 / Es va avisar de l'incendi a les 2:24 h, es va controlar al cap de poques hores i es va estar vigilant durant les següents 48 hores.(1)

Víctimes

0

Casuística

- El foc es va iniciar amb una burilla de cigarreta que s'havia tirat en un recipient de plàstic situat a sobre una taula de fusta a l'aire lliure, a l'extrem sud del balcó de l'apartament 805.(1)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

- El foc de sobre la taula es va desenvolupar a partir del recipient de plàstic i es va estendre per la taula fins arribar a material combustible ubicat al voltant, inclosa la unitat d'aire condicionat i cartrons situats sobre aquest aparell.(1)
- Aquest incendi en desenvolupament va incidir a la façana Alucobest de la paret i la unió entre els dos plafons fixats a la paret. El revestiment de l'edifici va ser el motiu principal pel qual l'incendi es va estendre tan ràpidament cap als balcons superiors.(1)
- Mentre es desenvolupava l'incendi a la planta 8, van caure per degoteig residus cap al balcó de l'apartament 605, a la planta 6, on va començar un segon focus d'ignició en el compressor d'aire condicionat.(1)

Comentaris

- Els plafons Alucobest d'alumini/polietilè no havien estat provats amb la norma AS1530.1:1994-Prova de Combustibilitat per a Materials.(1)
- El manual tècnic d'Alucobest FR (fire resistance) detalla que ha estat sotmès a una sèrie de proves internacionals de comportament de foc, inclosa la ASTM-84, etc. Això no obstant, no sembla haver estat provat d'acord amb la AS1530.1 i no compleix els requisits de C1.12 del BCA (Codi de Construcció d'Austràlia).(1)

Referències

(1) file:///C:/Users/MSD/Downloads/22_attach1.pdf (15.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici PLANTA CAMPOFRÍO

Localització Pol. Industrial de Gamonal -
Villímar, Calle la Bureba 11-13,
Burgos, Castilla y León, España

Coordenades UTM 42.353042,
-3.639200

Tipologia (ús) Industrial alimentari

Plantes 1

Superfície - m² ~ 99.000

Construït 1997

Alçària – m No disponible

Propietari Campofrío Food Group –
Grupo SIGMA (México)

Constructor No disponible

Característiques

- Cost de la construcció: 65 M€ el 1997.
- Reconstrucció de la planta després de l'incendi de 2014 amb un cost de 225 M€.(3)

Façana

Les naus estaven construïdes mitjançant una estructura portant i tancaments de plafó sandvitx metàl·lic plens d'aïllament de poliuretà.

Incendi

16.11.2014

Víctimes

0 / Evacuació de 400 persones(1)

Casuística

La hipòtesi principal indica un curtcircuit.(1)

Comentaris

- El fum va provocar, a més, la col·lisió de dos camions per la poca visibilitat. En l'accident també s'hi van veure implicats dos turismes i, com a mínim, dos dels conductors van resultar intoxicats per la inhalació de fum, malgrat que no es trobaven en estat greu.(1)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

- La Unión de Campesinos de Burgos (UCCL) va estimar que més de 1800 explotacions ramaderes de Castella i Lleó van quedar afectades pel sinistre de la planta Campofrío a Burgos i en més de 300 milions d'euros l'impacte que tindrà en el sector agrari —200 en carn i 100 en cereal—. (2)
- La companyia rebrà un total de 243,8 milions d'euros pels danys, inclosa la pèrdua d'existències, i uns altres 68,9 milions d'euros per cobrir el lucre cessant per la interrupció de l'activitat. (3)

- **Referències**

- (1) https://politica.elpais.com/politica/2014/11/16/actualidad/1416132346_070920.html (08.03.2018)
- (2) https://elpais.com/elpais/2014/11/16/album/1416163920_327333.html#foto_gal_1 (08.03.2018)
- (3) https://elpais.com/economia/2015/11/04/actualidad/1446658462_077933.html (08.03.2018)

-
-

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici TORRE TAMWEEL

Localització Plot U3-Jumeriah Lake Towers,
Dubái, EAU

Coordenades UTM 25.080228,
55.151320

Tipologia (ús) Residencial habitatge /
administratiu

Plantes 34

Superfície - m² No disponible

Construït 2009

Alçària – m 160

Propietari Govern

Constructor Associated Constructions &
Investments Co. LLC

Característiques

Edifici de 34 plantes i 160 apartaments amb estructura de formigó.

Façana

Mur cortina, amb espais acabats amb plafons MCM de PE.

Incendi

18.11.2012

Víctimes

0

Casuística

L'incendi es va iniciar a la part més alta de l'edifici i es va propagar ràpidament. La meitat de la torre va quedar calcinada.(2)

Comentaris

- La propietària d'un habitatge va dir que els bombers inicialment no havien pogut combatre l'incendi perquè era massa alt.(2)
- "Va ser increïblement perillós", va dir Tamara Ballan, de Canadà. "Aquestes fulles d'alumini inflamades volaven de l'edifici i van caure sobre els cotxes estacionats a l'aparcament".(2)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

- “A més, les alarmes van ser poc perceptibles. Vam trigar uns 10 minuts en adonar-nos que hi havia un incendi”.(2)
- “El problema és amb els plafons amb un nucli de plàstic, perquè el plàstic es crema fàcilment. Els plafons d'alumini amb classificació de resistència al foc tenen un nucli mineral. Les addicions (del Codi de Construcció) seran més estrictes sobre els requisits per als materials resistents al foc”.(3)
- “Els plafons s'han de provar de manera adequada i exhaustiva”, va dir Andy Dean. “El que va succeir en el passat és que les proves han estat poc exigents quan no afecten el substrat, i el que realment ens interessa és com se sosté el substrat”.
- “He estat un ferm defensor dels plafons d'alumini macís —va afegir Dean— sense nucli de cap tipus, només alumini en tots els sentits”.
- NOTA: Andy Dean és enginyer d'EXOVA Inspecció y Certificación.
- L'edifici va ser rehabilitat i reinaugurat al juny de 2016.(4)
- La reparació de l'edifici va costar 21 M\$.(5)

Referències

- (1) https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2013/07/mateconf_isfsf13_02005.pdf
- (2) <https://www.thenational.ae/uae/residents-of-dubai-s-tamweel-tower-relive-fire-ordeal-1.438243> (09.03.2018)
- (3) <https://www.thenational.ae/uae/aggressive-changes-to-uae-fire-safety-code-after-hundreds-left-homeless-1.392122> (09.03.2018)
- (4) <http://gulfnnews.com/news/uae/society/tamweel-tower-finally-restored-four-years-after-fire-1.1936508> (09.03.2018)
- (5) <http://www.ctbuh.org/News/GlobalTallNews/tabid/4810/Year/2014/Month/11/language/en-US/Default.aspx> (09.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici OLYMPUS TOWER

Localització 1/16, A. A. Kadyrova Avenue -
Grozny, Chechenia, Rusia

Coordenades UTM 43.315845,
45.696981

Tipologia (ús) Residencial públic /
concurrència pública

Plantes 42

Superfície - m² 31 496

Construït 2011

Alçària – m 145

Propietari Grozny City Towers

Constructor Bora Inshaat

Característiques

- La Torre Olympus (ara anomenada Phoenix) és l'edifici residencial més alt de Rússia, fora de Moscou.(2)
- La torre s'ubica en el complex Grozny-City, un complex d'edificis de gran alçària al centre de la capital txetxena de Grozny. Inclou un edifici de 42 plantes (la Torre Olympus), dos de 30 plantes i dos edificis d'habitatges de 18 plantes, a més de dos edificis de 30 plantes (hotels de cinc estrelles, oficines i centre de negocis). (2)
- L'edifici consta de 271 apartaments, 198 places d'aparcament amb dos nivells sota rasant i un heliport.(3)

Façana

Revestiment de plafons MCM amb nucli de PE.(2)

Incendi

03.04.2013 / El foc es va iniciar a les 18.15 h i es va trigar aproximadament set hores en controlar-lo.(4)

Víctimes

0 / Alguns bombers van patir danys per fums.(5)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

Casuística

- L'incendi es va iniciar per tasques de soldadura que es feien als pisos superiors sense procediments adequats.(5)
- En dues hores, el foc va envoltar per complet els tres costats de la torre, les flames es van estendre ràpidament cap als pisos superiors, però els danys només van ser superficials. El foc també va arribar a l'esfera del rellotge més gran del món, situada prop del vèrtex superior de l'edifici.(5)
- Els plafons MCM han estat el motiu principal pel qual l'incendi es va estendre tan ràpidament.(2)

Comentaris

- Originalment, l'edifici es deia "Olympus" però després d'un incendi a l'abril del 2013, el complex residencial restaurat va rebre un nou nom: "Phoenix".(6)
- Durant cinc mesos de treballs de restauració, els constructors van treure completament tota la coberta exterior de l'edifici cremat, van netejar la sutja de la torre, van instal·lar finestres de doble vidre i van dur a terme obres de revestiment.(6)
- Els experts que van anar a Grozny per trobar la causa de l'incendi van concloure que els sistemes de façana s'haurien de dissenyar de manera que durant un incendi només es cremés una part del sistema. En el cas de l'incendi de Grozny, la façana es va cremar completament, cosa que, segons els experts, indica que els materials utilitzats eren de baixa qualitat.(7)

Referències

- (1) Foto:http://metro.co.uk/2013/04/04/gallery-window-on-the-world-4-march-2013-3582287/ay_107190294-jpg/ (13.02.2018).
- (2) http://www.kavkaz-uzel.eu/articles/222424/#note_link_1 (01.03.2018)
- (3) <http://fenix-grozny.ru/o-komplekse/#infrastructure> (01.03.2018)
- (4) <http://www.kavkaz-uzel.eu/articles/222389/> (01.03.2018) <http://www.kavkaz-uzel.eu/articles/230873/> (01.03.2018)
- (5) <https://archi.ru/projects/russia/8331/rekonstrukciya-zhk-feniks-v-groznom> (01.03.2018)
- (6) <https://lenta.ru/news/2013/04/05/genproc/> (01.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici ALBERGUE DE EMIGRANTES DIJON

Localització 14 Avenue du Lac. Barrio de la Fontaine d'Ouche, Dijon, Francia

Coordenades UTM 65.171822,
52.422379

Tipologia (ús) Residencial

Plantes 9

Superfície - m² No disponible

Construït 1973

Alçària - m 36

Propietari Estava gestionat per la Societat ADOMA (Grup SIN)

Constructor No disponible

Característiques

- 1128 apartaments de 15 a 40 m2.(6) La rehabilitació el 1987 va incloure l'aplicació d'un SATE d'EPS.

Façana

Mur d'obra amb revestiment SATE.

Incendi

14.11.2010

Víctimes

7 morts, 1 per caiguda des del 7è pis, 6 per intoxicació / 11 ferits i 130 evacuats

Casuística

- L'incendi va començar en un contenidor d'escombraries situat a l'exterior de l'edifici, adossat a una paret, cosa que va provocar una ràpida propagació vertical del foc per la façana.
- La façana era un sistema SATE amb aïllament d'EPS i barreres de foc de llana mineral.(1)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

Comentaris

- L'aïllament de l'edifici va ajudar al fet que es propagués l'incendi i també va generar grans quantitats de fum, va dir el comandant de bombers Jean-Louis Marc a l'agència de notícies France-Presse.(2)
- Un funcionari de l'oficina de l'alcalde de Dijon va dir a l'agència de notícies Reuters: "Els vents van ser desfavorables, bufaven les flames contra la paret de l'edifici".(2)
- A més, l'aïllament de l'edifici —poliestirè expandit, anteriorment classificat com a M1, és a dir, no inflamable i desclassificat des de juliol de 2010 (Euroclasses)— es va inflamar i, a través del sistema de ventilació, els passadissos van quedar plens de fum. "No vèiem més enllà de deu centímetres", va admetre el comandant Bruno Boltz.(4)
- Quan els bombers van arribar a l'edifici, deu minuts després de donar l'avís, "el foc ja estava molt desenvolupat" i els residents de la casa "no van poder evacuar les instal·lacions a causa del fum". "Algunes persones es llançaven al buit des de les finestres".(5)
- Després de la catàstrofe, l'edifici va ser rehabilitat i reinaugurat el 27 de setembre de 2007.

Referències

(1) Fire hazards of exterior wall assemblies containing combustible components. Nathan White, Michael Delichatsios, Marty Ahrens and Amanda Kimball

(2) <http://www.bbc.com/news/world-europe-11752303> (06.02.2018)

(3) https://www.lexpress.fr/actualite/societe/le-foyer-incendie-de-dijon-conforme-aux-normes_936783.html (06.02.2018)

(4) <https://jocelynemontcharmout.blog/2011/05/13/incendie-du-foyer-adoma-a-dijon-regards-de-professionnels-du-secours/> (06.02.2018)

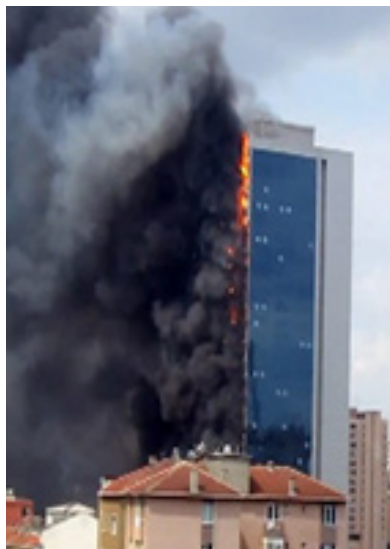
(5) <https://www.forum-pompier.com/sujet31792.html> (06.02.2018)

(6) <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bourgogne-franche-comte/2013/09/05/dijon-le-foyer-adoma-de-la-fontaine-d-ouche-sera-inaugure-le-27-septembre-312587.html>

Otras informaciones: <https://isolation.ooreka.fr/astuce/voir/95850/polystyrene-expande-pse-et-resistance-au-feu> (06.02.2018)

(7) Foto: AFP-Le Télégramme <http://www.letelegramme.fr/ig/generales/france-monde/france/incendie-de-dijon-deux-personnes-interpellees-17-11-2010-1118044.php> (08.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici POLAT TOWER

Localització Fulya Mahallesi, Uygur Sk. No:12,
34394 Şişli/Estambul, Turquia

Coordenades UTM 41.056982,
28.999957

Tipologia (ús) Administratiu / comercial

Plantes 42

Superfície - m² No disponible

Construït 1999 / 2002

Alçària – m 152

Propietari Adnan Polat

Constructor No disponible

Característiques

- 406 apartaments de 71 o 81 m², 41 botigues o oficines, 492 places d'aparcament.

Façana

Mur cortina de doble pell, façana ventilada.

Incendi

17.07.2012

Víctimes

0

Casuística

- L'incendi es va iniciar en un aparell d'aire condicionat defectuós. Els forts vents i el material aïllant de la façana van contribuir al seu desenvolupament.(2)

Comentaris

- “El sistema d'extinció d'incendis de l'edifici es va activar automàticament. Si no hagués estat així, ens podríem haver trobat amb un gran desastre”, va dir l'alcalde Mustafa Sarigul a Associated Press, i va afirmar que l'interior de la torre no havia estat malmès per les flames.(4)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

- El bomber Oskam Evirm va dir: "L'incendi va començar a la planta baixa, però es va estendre a la planta superior. S'ha refredat l'edifici i s'ha salvat una dona de 80 anys".(6)

Referències

- (1) <https://www.bellenews.com/2012/07/17/world/europe-news/turkey-large-fire-swept-through-polat-tower-skyscraper-in-istanbul/> (09.03.2018)
- (2) <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2174853/Polat-Tower-Firefighters-huge-blaze-engulfed-150m-Istanbul-skyscraper.html> (09.03.2018)
- (3) <https://www.youtube.com/watch?v=sUBoKOZC9M8> (09.03.2018)
- (4) <https://www.youtube.com/watch?v=W1TPbUYjKVA> (09.03.2018)
- (5) <https://www.rt.com/news/istambul-sky-scraper-fire-362/> (09.03.2018)
- (6) <https://www.ibtimes.co.uk/towering-inferno-fire-polat-towers-skyscraper-istanbul-364017> (09.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici TORRE MERMOZ

Localització 59 Rue Dunant – Roubaix, Francia

Coordenades UTM 50.689753,
3.182445

Tipologia (ús) Residencial habitatge(4)

Plantes 18

Superfície - m² 993

Construït 1970

Alçària – m 56

Propietari Lille Métropole Habitat(6)

Constructor No disponible

Característiques

- 94 apartaments
- El conjunt de les tres torres va ser rehabilitat el 2003, amb un pressupost de 40 M€.(7)

Façana

Plafons MCM amb nucli de PE.

Incendi

14.05.2012

Víctimes

1 mort, 10 intoxicats / 250 desallotjats

Casuística

- Segons José Arnoux, director de comunicacions de LMH, empresa que gestiona l'edifici, el foc sembla que va començar en un balcó del segon pis.(1)

Comentaris

- Després de l'incendi, l'edifici va ser clausurat i els seus inquilins van ser reallotjats temporalment. Les tasques de rehabilitació no es van iniciar fins al juny de 2017. Tindran una durada aproximada de 20 mesos, per la qual cosa es preveu que acabin el 2019.

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

- El pressupost de la rehabilitació s'ha calculat en 5 M€.(5)

Referències

- (1) <http://www.noticias24.com/internacionales/noticia/37149/en-fotos-bomberos-franceses-luchan-contra-el-incendio-en-la-torre-mermoz/> (08.03.2018)
- (2) Foto: <http://bomberosenaccion132.blogspot.com.es/2012/05/incendio-en-torre-mermoz-de-roubaix.html>
- (3) <https://www.youtube.com/watch?v=KHZfLDxYBuU>
- (4) <https://france3-regions.francetvinfo.fr/hauts-de-france/info/un-mort-dans-l-incendie-d-une-tour-a-roubaix-73907360.html>
- (5) <http://www.roubaixxl.fr/tour-mermoz-enfin-metamorphose/> (08.03.2018)
- (6) <http://www.pss-archi.eu/immeubles/FR-59512-775.html> (08.03.2018)
- (7) <https://www.lemoniteur.fr/articles/roubaix-gilles-neveux-retenu-pour-le-lifting-des-aviateurs-322239> (08.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici FEDERATION TOWER RUSIA

Localització Presnenskaya Naberezhnaya, 12 –
Moscou, Rússia

Coordenades UTM 55.749755,
37.537245

Tipologia (ús) Residencial públic /
administratiu

Plantes 95

Superfície - m² 218.000

Construït 2005 / 2017

Alçària – m 374

Propietari Mirax Group, propietat de
Sergey Polonsky

Constructor China State Construction
Engineering Corp.(3)

Característiques

- La **Torre de la Federació** és un complex de dos gratacels que formen part del Centre Internacional de Negocis de Moscou.(3)
- Són dues torres de tres cares anomenades “Est” (243 m d'alçària) i “Oest” (360 m). La part “Est” és la que es va incendiar.(1)

Façana

Mur cortina(4)

Incendi

03.04.2012

Víctimes

0

Casuística

- El foc es va iniciar al pis 67 a uns 250 metres d'altura i es va estendre als pisos 65 i 66.(1) Sembla ser que hi havien 14 persones treballant a l'edifici (l'edifici estava en construcció), quan va cremar un ventilador.

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

Comentaris

- Tot i que l'edifici encara estava en construcció quan es va produir l'incendi, algunes oficines ubicades als primers deu pisos ja estaven en funcionament. També hi havia oficines en funcionament al pis 29.(1)
- Aquesta torre està destinada a allotjar apartaments de luxe. A la torre oest hi ha oficines i apartaments de luxe, restaurants i l'hotel de cinc estrelles Grand Hyatt Moscow.(1)
- És el gratacels més alt d'Europa, que supera la Torre Oko (també ubicada al CINM).(3)

Referències

(1) <https://www.rt.com/news/moscow-tower-catches-fire-068/>

(2) <https://www.ibtimes.co.uk/moscow-federation-complex-tower-skyscraper-blaze-fire-323238>

(3) https://es.wikipedia.org/wiki/Bashnya_Federatsiya

(4) <http://www.skyscrapercenter.com/building/federation-towers-vostok-tower/118>

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici TORRE DE APARTAMENTOS

Localització Jiaozhou Road and Yuyao Road -
Shanghai's Jing'an, Xangai, Xina

Coordenades UTM 31.236255,
121.441282

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 28

Superfície - m² No disponible

Construït 1997

Alçària - m 100 aproximadament

Propietari No disponible

Constructor No disponible

Característiques

No disponible

Façana

No disponible

Incendi

15.11.2010

Víctimes

58 morts, 90 ferits i 120 intoxicats

Casuística

- A l'edifici s'hi estaven realitzant tasques de rehabilitació i pel que sembla els treballs de soldadura van encendre l'aïllament de poliuretà i es va desencadenar una propagació vertical de l'incendi. L'incendi probablement es va iniciar al pis 20.(4)
- L'incendi podria haver estat causat per la ignició accidental de l'aïllament d'escuma de poliuretà utilitzat en les parets exteriors de l'edifici. A la Xina, l'escuma s'utilitza habitualment com a material d'aïllament sense l'addició de retardants de flama. L'escuma, quan crema, produeix gasos tòxics com el monòxid de carboni.

RECOPILACIÓ D'ACCIDENTS

Comentaris

- S'han produït incendis importants en edificis de gran alçària a la Xina. Malauradament, l'administració no facilita cap informació sobre aquests incendis ni tampoc sembla disposada a canviar la reglamentació existent. Un exemple és l'incendi d'aquest edifici de 28 plantes de Xangai.
- Els testimonis que el van presenciar van dir que hi havia persones que saltaven de les finestres per escapar de les flames, mentre que d'altres estaven aferrades a la bastida que havia quedat greument cremada.(3)
- Xangai, una ciutat de 20 milions d'habitants i seu de l'Exposició Mundial que ha acabat recentment, ha experimentat una frenesia en la construcció els últims anys que inclou des de gratacels que n'esquitxen l'horitzó fins a noves línies de metro, autopistes i millores als aeroports. Però les feines de construcció insegures segueixen essent un problema crònic a la Xina.
- Un problema endèmic en el sector de la construcció xina és la subcontractació sovint il·legal de les feines. Per aquest motiu s'han detingut quatre contractistes de treball (i els soldadors no legalitzats).
- A l'edifici hi vivien principalment mestres jubilats. L'edat mitjana dels inquilins era de 55 anys.
- Una setmana després de l'incendi, els funcionaris del govern van anunciar mesures per augmentar les inspeccions sobre incendis i seguretat en els edificis i obres de construcció.(5) També van dir que es realitzarien millores en les capacitats de lluita contra incendis a la ciutat.(6)

Referències

- (1) <http://www.nytimes.com/2010/11/16/world/asia/16shanghai.html> (09.02.2018)
- (2) <https://www.youtube.com/watch?v=nH5-DpMOBgc>
- (3) <http://www.dailymail.co.uk/news/article-1329834/Shanghai-49-dead-apartment-block-engulfed-flames.html> (09.03.2018)
- (4) https://en.wikipedia.org/wiki/2010_Shanghai_fire (09.03.2018)
- (5) Bloomberg News. "Shanghai to Compensate Victims of Apartment Blaze". Bloomberg. Bloomberg L.P., 23 de novembre de 2010 (24.11.2010)
- (6) Barboza, David. "China Detains Officials Over Shanghai Fire". The New York Times. The New York Times Company. 24 de desembre de 2010 (16.01.2011)
- (7) Liu, Dong. "No smoke without fire". Global Times, 28 de desembre de 2010. (16.01.2011)
- (8) Shanghai Daily. "Payouts for blaze victims". Eastday, 24 de novembre de 2010. English.Eastday.Com. (24.11.2010)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici WOOSHIN GOLDEN SUITES

Localització Marine City, Haeundae, Busan,
Corea de Sur

Coordenades UTM 35.156514,
129.147424

Tipologia (ús) Residencial habitatge /
comercial

Plantes 38

Superfície - m² 68 917/1935

Construït 2005

Alçària – m 140

Propietari No disponible

Constructor Wooshin Construction

Característiques

L'edifici disposa de 202 apartaments i oficines.(5)

Façana

La paret exterior del complex Wooshin estava acabada amb plafons de polietilè recoberts d'alumini i poliestirè com a aïllament tèrmic, dos materials vulnerables al foc.(2)

L'estructura és d'acer reforçat amb formigó.

Els vidres reforçats de la façana van dificultar la tasca dels equips de bombers.(1)

Incendi

01.10.2010 / L'incendi es va iniciar a les 11.34 h al quart pis.(1)

Víctimes

4 ferits / 9 evacuats amb helicòpter

Casuística

- El foc es va estendre principalment per una canal en forma d'U vertical a la façana de l'edifici, que va crear un efecte xemeneia, possiblement augmentat pel vent que bufava des del mar.(1)

Comentaris

- Al pis on va començar l'incendi no hi havien ruixadors.(1)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

- A Corea del Sud no hi ha cap regulació sobre l'ús de materials externs combustibles. El principal problema en l'incendi del Wooshin Golden Suites va ser que la paret exterior amb material combustible es va cremar intensament i el foc es va estendre ràpidament cap amunt per la forma de la façana i el fort vent que bufava en aquell moment.(4)

Referències

- (1) https://en.wikipedia.org/wiki/Wooshin_Golden_Suites_fire (09.03.2018)
- (2) http://www.koreatimes.co.kr/www/news/nation/2010/10/113_73908.html (09.03.2018)
- (3) Foto: <http://gcoe.tus-fire.com/eng/ffsa/?p=1761> (09.03.2018)
- (4) <http://gcoe.tus-fire.com/eng/ffsa/?p=1761> (09.03.2018)
- (5) http://www.koreatimes.co.kr/www/news/nation/2010/10/113_73830.html (09.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici Edifici DE VIVIENDAS MISKOLC

Localització Középszer utca 20, Miskolc,
Hungria

Coordenades UTM 48.084330,
20.782397

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 10

Superfície - m² No disponible

Construït 1968

Alçària – m No disponible

Propietari No disponible

Constructor No disponible

Característiques

Façana rehabilitada el 2007 amb un SATE d'EPS. La rehabilitació va incloure el canvi de finestres i equips de calefacció.

Façana

Façana construïda a base de mòduls prefabricats de formigó.

Incendi

15.08.2009

Víctimes

3 morts / 12 veïns intoxicats per fum

Casuística

- L'incendi es va iniciar a la cuina del sisè pis i es va propagar ràpidament cap a la resta de l'edifici i cap a les plantes superiors.(1)

Comentaris

- Les causes de l'incendi van donar lloc a una investigació que va acabar amb un judici el 2016 on no es van trobar culpables ni es van especificar les causes del sinistre.(2)

RECOPILACIÓ D'ACCIDENTS

Referències

- (1) Foto. Analysis of a tragic fire case in panel Building of Miskolc, Dr. Mónika HAJPÁL
- (2) ÉMI - Non-profit Company for Quality Control and Innovation in Building.
- (3) <http://www.boon.hu/avasi-paneltuz-az-apa-felhaborodott/3008138> (08.03.2018)
- (4) Imatges: <http://www.boon.hu/avasi-paneltuz-az-apa-felhaborodott/3008138> (08.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici LAKANAL HOUSE

Localització Sceaux Garden, Camberwell,
Londres, Regne Unit

Coordenades UTM 51.474881,
-0.079872

Tipologia (ús) Residencial habitatge

Plantes 14

Superfície - m² No disponible

Construït 1960

Alçària – m 41,91

Propietari Metropolitan Borough
of Camberwell

Constructor John Laing & Sons Ltd.

Característiques

Lakanal House és una torre que forma part de Sceaux Gardens Estate, a Camberwell. Està formada per dúplexs de dos dormitoris. Hi ha escales al pis superior, on hi ha una sala d'estar i una cuina que ocupen tota l'amplada del bloc. Això significa que la sala d'estar de cada pis està sobre una de les habitacions d'aquest pis i d'una de les habitacions del pis de la banda oposada del passadís d'accés. Els pisos tenen sortides d'incendis des de la sala d'estar i la cuina que donen als balcons de cada banda de l'edifici, i també una sortida d'incendis des del dormitori més gran cap al passadís central d'accés, separat de la porta d'entrada.(1)

Façana

Façana amb balcons de plafons MCM, amb nucli de PE.

Incendi

03.07.2009

Víctimes

6 morts / 20 ferits

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

Casuística

- L'incendi va començar a causa d'un curtcircuit en un televisor(3) al novè pis, i es va propagar ràpidament i verticalment cap a la planta 11, (les víctimes van ser trobades en els pisos 10 i 11) i cap avall fins a la planta 5. L'incendi es va propagar tant per l'exterior de la façana com per l'interior, per les zones comuns de l'edifici.

Comentaris

- L'incendi va implicar indemnitzacions per valor de 340 000 €(3), els costos de la rehabilitació i readaptació de l'edifici van assolir els 11 M €.(4)
- Els arquitectes han plantejat preguntes sobre els materials utilitzats a l'edifici de 1959, inclosos els marcs moderns i les façanes de finestres de plàstic. Diversos residents van descriure el complicat disseny del bloc de la torre com "un laberint" que dificultava l'evacuació. La torre es va sotmetre a una remodelació de 3 milions de lliures esterlines dos anys abans de l'incendi.(2)
- La investigació posterior va detectar com a deficiències: la manca d'estanquitat a les portes; els sostres suspesos que no tenien barreres de cavitat que podrien haver reduït el risc de propagació del foc; i una inadequada resistència al foc de les escales de fusta en el punt on travessen el corredor comú.
- La rehabilitació de l'edifici no es va iniciar fins al 2015, i durant aquest temps els veïns de l'immoble van ser allotjats provisionalment en altres edificis municipals.

Referències

<https://www.youtube.com/watch?v=CkJLGCYCD7s> (05.02.2018)

<https://www.youtube.com/watch?v=-0Bwr9BCGeQ> (05.02.2018)

(1) https://en.wikipedia.org/wiki/Lakanal_House_fire (05.02.2018)

(2) <https://www.theguardian.com/uk/2009/jul/22/camberwell-fire-investigation> (05.02.2018)

(3) <http://www.bbc.com/news/uk-england-london-39116172> (05.02.2018)

(4) <https://www.southwarknews.co.uk/news/lakanal-can-never-happen-again-says-housing-boss-as-refurb-work-starts/> (05.02.2018)

(5) Report to the Secretary of State by the Chief Fire and Rescue Adviser on the emerging issues arising from the fatal fire at Lakanal House, Camberwell on 3 July 2009

(6) Foto: Paul Wood. <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2262278/Lakanal-House-Victim-tower-block-blaze-caused-faulty-TV-killed-women-children-baby-told-stay-flat-999-operator.html> (05.02.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici MANDARIN ORIENTAL HOTEL

Localització 32 Dongsanhuan Zhonglu Road,
Beijing, Xina

Coordenades UTM 39.916976,
116.463953

Tipologia (ús) Residencial públic

Plantes 31

Superfície - m² 575 000

Construït 2009

Alçària – m 159

Propietari China Central Television
(CCTV)

Constructor Beijing Construction Group

Característiques

Hotel de cinc estrelles de 241 habitacions, també conegut com a “Centre Cultural de Televisió (TVCC)”, administrat per Mandarin Oriental. Està ubicat dins del complex de Televisió Central de la Xina (CCTV), un edifici de 238 metres situat al sud del districte d'empreses de Beijing.(3)

A la planta baixa, un vestíbul continu ofereix accés al teatre amb un aforament de 1500 persones, un gran saló de ball, cinemes digitals, estudis de gravació i instal·lacions per a exposicions.(2)

Façana

Murs cortina amb recobriments d'aliatge de titani-zinc. Recobriment SATE.(4)(7)

Incendi

09.02.2009 / L'incendi es va iniciar a les 20.27 h, es va donar per controlat al cap de sis hores i per extingit l'endemà a la tarda.(5)

Víctimes

1 / Un bomber va morir per inhalació de fums tòxics, i hi va haver set ferits per la mateixa causa.(6)

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

Casuística

- Uns treballadors de la Televisió Central de la Xina (CCTV) van iniciar l'incendi. Van contractar un equip de focs artificials perquè disparés centenars de petards per celebrar l'any nou xinès. Cal destacar que van actuar sense els permisos corresponents.(6)
- Es va indicar que la façana estava formada per aïllament de poliestirè.(7)

Comentaris

- Els sistemes de parets exteriors combustibles poden presentar un augment del risc d'incendi durant la instal·lació i construcció i durant l'etapa de l'acabat i protecció del sistema. L'incendi de la Torre CCTV el 2009 i l'incendi de Xangai del 2010 són exemples de grans incendis produïts durant la construcció d'un edifici. (7)
- L'edifici, que tenia previst inaugurar el 2009, va haver de ser reconstruït i no va poder inaugurar fins al 2012.(3)

Referències

- (1) Foto:<http://aparaskevas.blogspot.com.es/2009/02/fire-engulfs-under-construction-beijing.html> (13.02.2018).
- (2) https://web.archive.org/web/20090212111611/http://www.oma.eu/index.php?option=com_projects&view=portal&id=388&Itemid=10 (13.02.2018).
- (3) <https://www.theguardian.com/world/2009/feb/11/television-cultural-centre-tower-beijing-fire> (13.02.2018).
- (4) <https://www.frontinc.com/project/tvcc-television-cultural-center/> (13.02.2018).
- (5) <http://www.nytimes.com/2009/02/10/world/asia/10beijing.html> (13.02.2018).
- (6) <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/7880348.stm> (13.02.2018).
- (7) <https://www.nfpa.org/~media/files/news-and-research/resources/research-foundation/research-foundation-reports/building-and-life-safety/rffirehazardsofexteriorwallassembliescontainingcombustiblecomponents.pdf> (13.02.2018).

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici AL SALAM TECOM TOWER

Localització Sheikh Zayed Road, Area 013-028
Block Tecom, Dubái, EAU

Coordenades UTM 25.101681,
55.171031

Tipologia (ús) Residencial habitatge /
administratiu

Plantes 47

Superfície - m² 94 000

Construït 2008

Alçària – m 195

Propietari Abdulsalam Alrafi Group

Constructor Belhasa Engineering &
Contracting Co

Característiques

Els 225 hotels apartament es troben a les plantes 7 i 21, i comprenen una combinació d'apartaments tipus estudi, d'una i dues habitacions.

La torre s'alça sobre un edifici menor de 28 m i sis plantes que acull les instal·lacions recreatives, incloses dues piscines i dos clubs de salut: un d'ells dirigit exclusivament als inquilins dels apartaments i l'altre als inquilins de les oficines.(1)(3)

Façana

Mur cortina

Incendi

14.05.2008 / Detectat a les 14.12 h

Víctimes

0

Casuística

L'incendi es va iniciar a la planta 30 de l'edifici. L'edifici estava en construcció. Afortunadament, en el moment de l'incendi, no hi havia cap treballador a l'edifici.(4)

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

Comentaris

Referències

- (1) <https://www.emporis.com/buildings/212358/al-salam-tecom-tower-dubai-united-arab-emirates> (12.03.2018)
- (2) <http://www.skyscrapercenter.com/building/al-salam-tecom-tower/1842> (12.03.2018)
- (3) <https://www.e-architect.co.uk/dubai/al-salam-tecom-tower> (12.03.2018)
- (4) <http://www.arabianbusiness.com/fire-breaks-out-in-sheikh-zayed-road-tower-50001.html> (12.03.2018)
- (5) <https://www.emirates247.com/eb247/news/national/workers-evacuated-in-dubai-tower-blaze-2008-05-14-1.219897> (12.03.2018)

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici MONTE CARLO HOTEL CASINO

Localització 3770 Las Vegas Boulevard South,
Las Vegas, Nevada, EE. UU

Coordenades UTM 36.104562,
-115.175864

Tipologia (ús) Residencial públic /
concurrència pública

Plantes 32

Superfície - m² 9.325 (àrea del casino)

Construït 1996

Alçària – m 110

Propietari MGM Mirage

Constructor Mandalay Resort Group

Característiques

El Monte Carlo, és un complex de casino i hotel de 32 pisos situat al carrer Strip de Las Vegas. El complex té 3020 habitacions i un casino de 9325 metres quadrats. La torre de l'hotel té tres ales, cadascuna de 74 m de llarg i 18 m d'ample.(2)

Façana

Plafons d'aïllament exterior i acabat d'EIFS (capa d'escuma de poliestirè expandit adherida a un revestiment de guix).(3)

Incendi

A les 10.57 h es va informar de l'incendi. Es va declarar sota control a les 14.20 h i per extingit a les 22.32 h.(2)

Víctimes

0 / 13 persones van ser tractades per ferides lleus i per inhalació de fum.(2)

Casuística

- L'incendi es va iniciar al sostre de l'hotel, fruit d'unes tasques de tall i soldadura que feien a la mateixa zona uns contractistes que estaven instal·lant una passarel·la d'acer com a part d'un aparell de rentat de finestres.(2)
- L'escalfor va provocar el trencament de les finestres del pis 32, i les flames es van propagar per l'edifici. En diverses de les suites, els ruixadors es van activar

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

i van limitar el foc a l'interior, i d'aquesta manera van permetre que els bombers el poguessin apagar.(2)

- Les porcions de poliestirè dels plafons EIFS i el marge es van cremar al llarg de la façana de l'edifici, i l'escuma fosa corria per l'exterior exterior de l'hotel, la qual cosa va provocar incendis en altres plafons EIFS.(3)

Comentaris

- L'EIFS, un conjunt de paret sense suport de càrrega, consisteix en una capa d'escuma de poliestirè expandit adherida a plaques de guix. La banda exterior dels plafons consta de capes successives de malla de fibra de vidre i una capa exterior d'una mescla de polímer i ciment resistent a la intempèrie que es pot adaptar als colors i acabats arquitectònics d'un edifici.(2)
- L'IBC (International Building Construction) estableix que qualsevol aïllament de poliestirè expandit o plàstic d'escuma en parets exteriors ha de ser no combustible per tal de limitar el gruix del plàstic escumós a l'EIFS a 10 centímetres i separar l'EIFS dels espais interiors d'un edifici utilitzant una barrera tèrmica aprovada com a substrat.(2)
- En qualsevol cas, el plàstic d'escuma ha d'estar en contacte amb un substrat no combustible per eliminar espais combustibles ocults.(2)
- L'NFPA 285 proposa procediments de prova que caracteritzin la facilitat d'ignició i la propagació de la flama al llarg de la superfície vertical dels acabats.(2)
- Els sistemes de parets exteriors sovint es fabriquen prèviament de manera externa i s'envien al lloc de les obres. Atès que al lloc de construcció normalment no hi ha suficient espai per col·locar murs cortina, sovint s'instal·len poc després d'haver-se lliurat. És pràcticament impossible confirmar el compliment d'aquests sistemes quan ja estan instal·lats en l'edifici. A més, el plàstic d'escuma està encapsulat i no es pot verificar que compleixi els requisits del codi aplicable. Per tant, les inspeccions de tercers requerides durant la fabricació són una part fonamental del procés d'assegurament.(3)

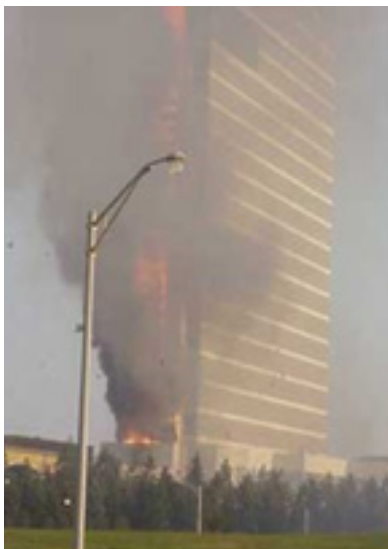
Referències

(1) Foto: AFP. <http://www.cynical-c.com/2008/01/31/monte-carlo-fire-and-eifs/> (01.03.2018)

(2) <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications/NFPA-Journal/2008/May-June-2008/Features/Monte-Carlo-Hotel-Fire> (01.03.2018)

(3) http://www.sfpe.org/page/2011_Q4_2 (01.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici THE WATER CLUB TOWER

Localització 31 Renaissance Way, Atlantic City,
NJ 08401, EE. UU.

Coordenades UTM 39.379015,
-74.433533

Tipologia (ús) Residencial públic

Plantes 43

Superfície - m² 18.000

Construït 2008

Alçària - m 139

Propietari No disponible

Constructor No disponible

Característiques

L'edifici conté un hotel amb 800 habitacions i suites, i un spa de dos pisos a la planta 32; 18 000 m² d'espai per a reunions i esdeveniments; tres residències inspirades en elegants lofts urbans; cinc piscines climatitzades, interiors i exteriors, cadascuna d'elles amb una experiència diferent; i boutiques de luxe.(1)

Façana

La investigació va revelar que es va utilitzar un material anomenat plafons Alcan Alucobond® a la paret exterior de l'estructura com a acabat decoratiu. Aquest producte és un plafó format per làmines d'alumini de 3 mm amb plàstic de poliestirè de 63 mm al centre.(3)

Incendi

23.09.2007 / Inici a les 19.56 h.

Víctimes

0

Casuística

- L'incendi es va iniciar al tercer pis i ràpidament es va propagar fins al pis 41. Atès que no hi havia prou material combustible, l'incendi va ser de curta durada.(7) El cost de la rehabilitació va assolir els 25 M\$ i va implicar retardar sis mesos la inauguració del complex hotelier.(3)

RECOPIACIÓ D'ACCIDENTS

Comentaris

Referències

- (1) <https://www.youtube.com/watch?v=H-lsh2Lyu7k> (04.02.2018)
- (2) <https://www.youtube.com/watch?v=jT2hqY49dCY> (04.02.2018)
- (3) <https://www.theborgata.com/hotel/the-water-club> (04.02.2018)
- (4) <http://www.nydailynews.com/news/fire-damages-tower-construction-borgata-casino-article-1.246848> (04.02.2018)
- (5) <http://www.fireengineering.com/articles/2010/05/modern-building-materials-are-factors-in-atlantic-city-fires.html> (04.02.2018)
- (6) https://www.tripadvisor.com/ShowTopic-g29750-i78-k1472968-Fire_at_Borgata_damages_the_new_tower-Atlantic_City_New_Jersey.html (04.02.2018)
- (7) <http://www.fireengineering.com/articles/2010/05/modern-building-materials-are-factors-in-atlantic-city-fires.html> (04.02.2018)
- (8) https://en.wikipedia.org/wiki/The_Water_Club (04.02.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici RIN GRAN HOTEL

Localització 7D Vitan-Barzesti Str., Sector 4,
042121 Bucarest, Romania

Coordenades UTM 44.398903,
26.143212

Tipologia (ús) Residencial públic

Plantes 18

Superfície - m² 115.000

Construït 2006

Alçària – m 65

Propietari RIN Group

Constructor RIN Group

Característiques

1460 habitacions, 42 sales de conferències, restaurants, spa, gimnàs, etc. Centre de convencions.

Façana

La Façana de obra tenia un acabado SATE con aislante EPS.

Incendi

08.06.2007 / Al cap de tres mesos d'inaugurar-se

Víctimes

1 ferit

Casuística

- L'incendi es va iniciar durant la realització d'unes tasques de soldadura. El foc va destruir tota la façana SATE que va haver de ser reinstal·lada poc després. El cost de la reparació va superar els 3 M€. Uns anys més tard, al juliol de 2013, l'hotel va patir un nou incendi aparatós al hall de l'establiment sense que s'haguessin de lamentar víctimes.

Comentaris

- La meitat de l'Hotel Rin Grand va ser remodelada el 2011 com a apartaments residencials.

RECOPIIACIÓ D'ACCIDENTS

Referències

- (1) <https://www.youtube.com/watch?v=LrAyDDfR6eY> (10.03.2018)
- (2) https://www.romaniatv.net/robert-negoita-a-mai-avut-probleme-cu-focul-rin-grand-hotel-a-ars-inainte-de-inaugurare_46986.html#n (10.03.2018)
- (3) <http://www.piticu.ro/incendiu-la-rin-grand-hotel-iarasi.html> (10.03.2018)
- (4) https://www.dcnnews.ro/blestemul-focului-nu-ii-paraseste-pe-fratii-negoita_346125.html (10.03.2018)

RECOPILOCACIÓ D'ACCIDENTS



Edifici TORRE WINDSOR

Localització Calle de Raimundo Fernández
Villaverde, 65, 28003, Madrid,
España

Coordenades UTM 40.446944,
-3.694444

Tipologia (ús) Administrativo

Plantes 32

Superfície - m² No disponible

Construït 1979

Alçària - m 106

Propietari Asón Inmobiliaria de
Arriendos - El Corte Inglés

Constructor Gabinete Alas-Casariego

Característiques

L'edifici d'oficines Windsor va ser construït a la dècada de 1970. Consistia en un nucli de formigó armat, sis columnes de formigó armat dins el nucli, i pilars de suport d'acer sobre el perímetre.(2) En el moment del disseny, els codis rellevants no requerien que els sistemes de murs cortina tinguessin protecció contra incendis.(2) El 2005 es va iniciar un programa de restauració, instigat en part per portar l'edifici als estàndards actuals d'incendis a través de la instal·lació de mesures actives de prevenció d'incendis i resistència.(2)

La torre consistia en tres plantes sota rasant i 29 plantes sobre rasant.

Façana

Sistema de doble envidrament amb cambra de ventilació natural (mur cortina).(3)

Incendi

08.06.2007 / Tres mesos després de la seva inauguració.

Víctimes

1 ferit

Casuística

- La investigació i la sentència judicial van establir que el focus de l'incendi es va iniciar en el despatx d'una empleada (a causa d'una cigarreta). Els perïts van determinar que

RECOPILACIÓ D'ACCIDENTS

- l'incendi no va ser intencionat.(3)
- L'incendi va tenir lloc al despatx 2109 de la planta 21. En aquesta planta hi havia material combustible suficient perquè el foc progressés i anés augmentant gradualment de dimensions.(3)
- Per efecte de convecció, l'aire calent accedeix a l'espai existent entre el sostre fals i el forjat, cosa que dona lloc a l'incendi posterior dels elements de cablejat que hi circulen. El progrés de l'incendi cap a les plantes superiors, per l'interior, es desenvolupa a través de les xemeneies de ventilació, és a dir, pels conductes verticals per on circula el cablejat o altres materials i, per l'exterior, per mitjà de la cambra existent entre la façana interior i l'exterior, així com pels buits de les finestres que s'han trencat per efecte de les flames.(3)
- El fet que saltessin les flames de la planta tècnica 2, situada immediatament per sobre de la planta 16, —aquesta amb una estructura perimetral formada totalment per bigues de formigó armat que subjecten i serveixen de suport a tota l'estructura perifèrica de l'edifici, formada per bigues metàl·liques que, al mateix temps, formen l'estructura de la doble façana envidrada— es va produir, malgrat les característiques especials de construcció i aïllament, pels factors de propagació del foc cap avall ja esmentats i sobretot pel progrés exterior a través del forat de la façana.(3)

Comentaris

- Una empleada va ocupar un despatx de la planta 21 de l'edifici aproximadament de 16.00 a 23.00 h del 12.02.2015. L'empleada confirma que durant el període de temps indicat va fumar diverses cigarretes, l'última una mitja hora abans de marxar.(3)
- L'informe pericial elaborat per funcionaris del Cos Nacional de Policia indica que l'absència d'envans de compartimentació a la planta, atès que la separació entre les diferents estances es fa mitjançant plafons sintètics, porta com a conseqüència que el foc progressi ràpidament per efecte de la convecció.(3)
- Els perïts també conclouen que el tipus de façanes, construïdes amb grans finestrals recolzats sobre una estructura horitzontal d'acer, és un dels elements que cal considerar com a causants de la propagació de l'incendi cap a les plantes superiors al número 21 i també cap a les inferiors. La dilatació de l'acer —gran conductor de l'escalfor—, la mida dels finestrals i la quantitat de runes incendiades que queien a l'exterior van poder produir cavitats per les quals s'introduïa part del material incendiats, i van crear així nous focus secundaris que van iniciar i van propagar el foc a aquestes plantes.(3)
- L'edifici Windsor va ser enderrocat. Actualment al seu lloc s'alça la Torre Titania.

Referències

- (1) Foto: AFP. <http://www.larioja.com/nacional/201502/11/cumple-decada-Incendi-Edifici-20150211102608-rc.html> (13.02.2018).
- (2) <http://www.structural-safety.org/publications/view-report/?report=1919> (01.03.2018)
- (3) Article "Incendio del Edificio Windsor" – Cristóbal Tralalon UPC (02.2018).

7.3. Conclusions del capítol

Finalment s'incorporen unes conclusions derivades de l'estudi d'aquesta àmplia compilació d'accidents, conclusions que podrien ampliar-se en un estudi més detallat de cadascun d'aquests incidents. Són les següents:

- Els incendis propagats per les façanes dels edificis representen només entre l'1,3 i el 3% del total d'incendis als edificis.
- En pocs casos es pot conèixer en detall la tipologia de façana i la seva composició, així com les seves dimensions, detalls constructius, productes o fabricants.
- Els incendis en façanes ocasionen amb freqüència grans pèrdues econòmiques, però també danys psicològics i físics als inquilins i freqüentment víctimes mortals.
- S'observa que una part important dels incendis es va iniciar durant les últimes fases de construcció dels edificis o durant els treballs de manteniment. Una altra casuística dels incendis és que molts d'ells es van iniciar per causes atribuïbles a la instal·lació elèctrica (mal estat, manipulació) i amb freqüència durant la nit.
- La incorrecta prescripció o instal·lació dels materials i productes és una causa comuna d'inici i propagació d'un incendi per la façana.
- Lamentablement només en el cas d'incendis amb víctimes (Torre Grenfell), o molt destructius (Torre Windsor), s'informa més detalladament sobre les presumptes causes, siste-

mes constructius i el seu comportament durant l'incendi.

- Davant d'incendis que generen estupefacció en el públic, les autoritats competents solen crear comissions ad hoc per estudiar el sinistre, però és difícil accedir a les conclusions, ja que es donen a conèixer cinc anys (o més) després de l'incendi.
- Les víctimes dels incendis ho són majoritàriament per inhalació de gasos tòxics (75 %). Tanmateix, no hi ha cap normativa que reguli la generació de fums tòxics dels productes de construcció en cas d'ignició.
- S'observa que molts dels incendis s'han produït en edificis que han estat rehabilitats i que, per tant, han modificat el seu disseny inicial, sovint incorporant materials combustibles (aïllaments, tancaments, persianes, tendals).

Els incendis propagats per les façanes dels edificis representen només entre l'1,3 i el 3% del total d'incendis en edificis.

Cal destacar també les següents observacions, recollides arran de l'estudi de casos presentat:

- La informació disponible sobre incendis procedeix majoritàriament de retalls de premsa i televisió. Les informacions d'aquests mitjans posen més atenció al "titular" que ven que

RECOPILACIÓ D'ACCIDENTS

a la informació objectiva, per la qual cosa les dades tècniques no hi abunden, i és necessari rastrejar a la xarxa els comentaris de les enginyeries, despatxos d'arquitectura, companyies d'assegurances, empreses de seguretat, bombers o els mateixos ministeris implicats per poder obtenir informació fiable.

- L'NFIRS (National Fire Incident Reporting System) (<https://www.nfirs.fema.gov/>), gestionat pel govern dels EUA, és una de les bases de dades d'incidents d'incendis més completes de tot el món. Lamentablement, en general les bases de dades o informes anuals sobre incendis presenten una informació escassa.
- Per últim, i veient tot l'exposat anteriorment, es podrien proposar les recomanacions següents:
- Incorporar a la formació d'enginyers, arquitectes i altres carreres tècniques les matèries necessàries per a dissenyar correctament edificis (industrials, residencials o terciaris) i les seves façanes mitjançant estratègies arquitectòniques adequades i productes de construcció per reduir l'aparició o propagació d'un incendi.

El 75 % de les víctimes ho són per inhalació de gasos tòxics.

- Incrementar les mesures de seguretat durant la fase de construcció, especialment en l'ús o manipulació de productes combustibles. Consisteix en millorar els coneixements d'autoprotecció dels operaris durant el procés

constructiu i prendre consciència del risc que comporta manipular productes potencialment combustibles.

- O establir les condicions necessàries per garantir la seguretat dels ocupants dels edificis durant les feines de rehabilitació. Tenint present un protocol d'actuació i mesures específiques de protecció davant d'un hipotètic incendi en el qual es vegin involucrats els materials combustibles que s'utilitzen tan freqüentment en la rehabilitació dels edificis.

És recomanable incrementar les mesures de seguretat durant la fase de construcció d'obres i rehabilitacions.

- Una altra mesura de prevenció consistiria en dur a terme de manera habitual simulacres d'evacuació en cas d'incendi en edificis tant de concurrència pública com privats.
- És important dur a terme una reforma de la normativa vigent (CTE i RSCIEI) amb l'objectiu de posar-la en sintonia amb els estàndards de seguretat dels que disposen altres països del nostre entorn més pròxim, especialment pel que fa als edificis de gran alçària i als edificis de concurrència pública.

7.4. Bibliografia i altres referències

Les referències d'aquest capítol apareixen a la part final de cadascuna de les taules de resum dels accidents.

ANÀLISI DELS ARTICLES

D'OPINIÓ I CIENTÍFICS

GENERATS EN

ALTRES PAÏSOS

08

Andrés Pedreira

Enginyer tècnic industrial, director general de Pixeling SL, secretari general d'APICI, coordinador i professor en el Màster d'Enginyeria de Protecció contra Incendis a la Universidad Pontificia Comillas

Javier Niño

Enginyer industrial, director de Desenvolupament de Projecte de Pixeling SL.

Al llarg dels capítols anteriors, s'han intentat analitzar diferents aspectes fonamentals per a entendre la problemàtica de la propagació del foc per la façana. Tenint en compte l'abast de la literatura existent sobre el tema, s'ha incorporat aquest últim capítol, l'objectiu del qual és analitzar les principals conclusions de diferents articles d'opinió i científics, i contrastar-les amb les conclusions derivades d'aquest document.

Les conclusions que s'extreuen d'aquests articles, que s'han incorporat al resultat final del document, s'han considerat una font d'informació molt valuosa per als professionals i investigadors que vulguin aprofundir en l'estudi de la propagació del foc per la façana.

8.1. Recopilació d'articles d'opinió i científics. Objectiu i criteris de cerca

L'objectiu principal d'aquest apartat és extreure conclusions d'interès dels continguts publicats relacionats amb incendis per la façana en edificis. Tenint en compte el gran volum d'informació que hi ha

a Internet, només s'ha tingut en compte aquesta única font de l'anàlisi.

És important destacar que en aquest apartat no ens centrarem en les dades històriques dels sinistres, tal com es fa en el capítol 7 del document, sinó que es buscaran articles d'opinió i/o científics que analitzin detalladament el que ha succeït i que permetin obtenir conclusions d'interès.

Els conceptes o paraules clau que s'han considerat per realitzar la cerca han estat:

- Incendis
- Articles científics
- Universitat
- Centres d'investigació
- Revistes especialitzades
- Edificis de gran alçària
- Edificacions industrials
- Naus logístiques
- Façanes
- Aïllament
- Materials de construcció inflamables
- NFPA

Les cerques s'han realitzat en espanyol i anglès per donar més amplitud a l'obtenció de resultats.

8.2. Selecció preliminar d'articles d'opinió i científics

La cerca inicial mitjançant la utilització de paraules clau que hem mostrat abans ha obtingut un gran nombre de resultats: documents tècnics, articles, etc. La majoria d'aquests documents analitzen determinats incendis històrics amb afec-

tació i/o propagació per la façana, tant en edificis de gran alçària com en altres tipus de construccions (industrials, logístiques, etc.) o bé analitzen el comportament davant d'un incendi de diferents tipus de materials a la façana.

Després d'un primer cribatge de tota la informació generada s'han preseleccionat aproximadament un centenar de documents, que no podem detallar aquí per mantenir la brevetat de l'estudi, però que reflecteixen la gran quantitat d'informació que ha calgut gestionar.

En aquest punt de l'anàlisi, s'hi inclou un primer resum de conclusions genèriques:

- Generalment no s'han trobat articles que analitzin o investiguin de manera individual incendis específics, excepte en el cas dels incendis emblemàtics, com el de la Torre Grenfell que motiva l'elaboració d'aquest estudi.
- Hi ha centenars d'articles, documents, pàgines web que parlen de la necessitat d'harmonitzar una resposta clara davant la problemàtica creixent dels incendis en edificis de

gran alçària i la seva relació amb els materials a la façana.

- La major part de la informació que s'obté pel que fa a l'anàlisi detallada de determinats sinistres té més a veure amb la protecció activa que amb la protecció passiva, fins i tot analitzant aspectes organitzatius pel que fa a l'actuació en situació d'emergència, que no són objecte d'aquest estudi.

8.3. Anàlisi dels articles d'opinió i científics seleccionats

Com a resultat final d'aquesta primera anàlisi s'han seleccionat els següents deu documents, considerats molt interessants per a la finalitat d'aquest estudi i que, per la profunditat dels seus continguts, o per la claredat dels seus raonaments, podrien aportar conclusions vàlides per a aquest estudi.

A les pàgines següents s'hi inclou un breu resum de cadascun dels deu documents en format de taula amb la referència bibliogràfica i resum corresponents.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 1

Autoria	Calle de Raimundo Fernández Villaverde, 65, 28003, Madrid, España
Títol	High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool
Edició	ARUP, NFPA RESEARCH
Any	2018
Pàgines	78

Resum

L'objectiu del document és donar a conèixer una metodologia d'avaluació de risc d'incendi en edificis de gran alçària que permeti, sobretot, prioritzar les accions posteriors en base a un criteri de cost/benefici. L'eina FRA se centra bàsicament en les variables principals, materials de construcció de la façana, possibles punts d'ignició, mitjans d'extinció, sistemes d'evacuació, etc.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 2

Autoria	EFFUA (European Fire Fighter Unions Alliance)
Títol	Fatal fires and building materials. How can we prevent that more occupants and fire fighters are killed?
Edició	
Any	2012
Pàgines	22

Resum

L'EFFUA és la European Fire Fighter Unions Alliance, una aliança internacional independent formada per cossos de bombers de Bulgària, Dinamarca, Finlàndia, Grècia, Islàndia, Irlanda, Macedònia, Noruega, Polònia, Sèrbia, Espanya, Eslovàquia i Suècia, que vetlla per aconseguir unes millors condicions de seguretat, entre altres competències.

Aquesta presentació se centra precisament en com els diferents tipus de protecció passiva poden influir en les conseqüències dels incendis, sobre la base de diversos casos històrics representatius.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 3

Autoria White, N., Delichatsios, M.
Títol Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components
Edició The Fire Protection Research Foundation
Any 2013
Pàgines 12

Resum

Es tracta d'un article de l'any 2013, basat en un estudi del mateix nom, elaborat per Nathan White (CSIRO Highett, Victòria, Austràlia) i Michael Delichatsios (FireSERT, University of Ulster, Jordanstown, Irlanda del Nord) per a la Fire Protection Research Foundation (FPRF).

L'FPRF és una organització sense ànim de lucre associada a l'NFPA que s'encarrega de fomentar la recerca sobre la protecció contra incendis. En aquest estudi s'analitzen amb molt de detall una multitud de casos d'incendis amb presència de materials combustibles a la façana.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 4

Autoria	Giraldo, M. P., Diego, A.
Títol	Propagación exterior de incendios en edificios: ¿estamos preparados para los retos que plantean las nuevas soluciones de fachada?
Edició	ITeC
Any	2014
Enllaç	https://itec.es/infoitec/jornadas/propagacion-ext-Incendis/

Resum

Aquest article es va publicar amb motiu del Barcelona Fire Seminar de 2014, i se centra en l'anàlisi dels factors i mecanismes de propagació d'incendis a les façanes i la seva relació amb les mesures de protecció i mitigació que es desprenen de la reglamentació espanyola.

Concretament es mostren els resultats d'una prova de foc sobre quatre tipus de façanes diferents, en funció dels materials escollits.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



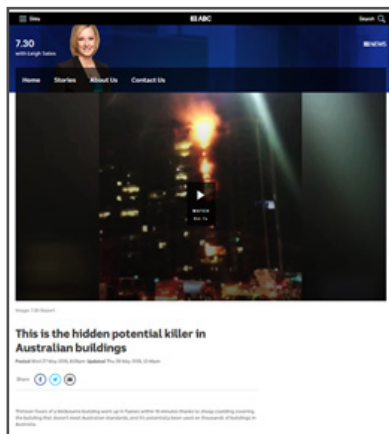
Document 5

Autoria Diego, A.
Títol Incendios. Propagación del fuego por fachada. Ensayos a gran escala.
Edició ITEC
Any 2018
Enllaç <https://itec.es/infoitec/articulos/Incendios-propagacion-fuego-Façana-ensayos-gran-escala/>

Resum

En aquest article, l'ITEC analitza la reacció al foc pel que fa a la selecció de materials per encarar el risc de propagació per la façana, i incideix en l'impacte d'un foc de gran potència en els elements que formen la façana, les condicions d'exterior i la complexitat de la seva propagació en funció de la solució constructiva que s'hagi escollit.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



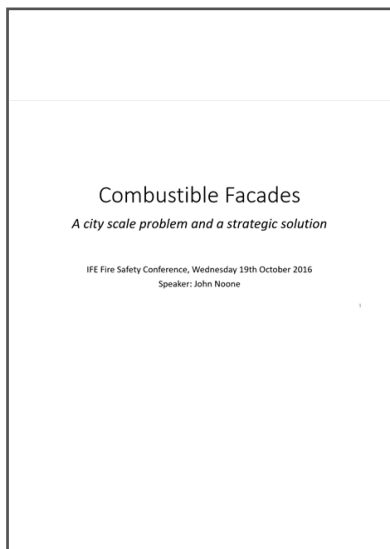
Document 6

Autoria	Morris, M.
Títol	This is the hidden potential killer in Australian buildings.
Edició	ITeC
Any	2015
Enllaç	http://www.abc.net.au/7.30/this-is-the-hidden-killer-in-australian-buildings/6502392

Resum

Es tracta d'una entrevista de Madeleine Morris a diverses persones que van viure de prop l'incendi d'un edifici de 13 pisos a Melbourne, a partir d'un vídeo que resumeix el que va succeir.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



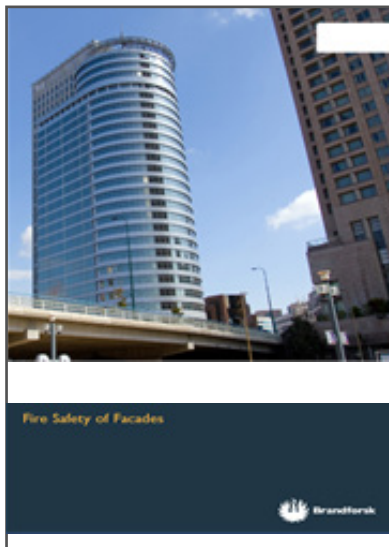
Document 7

Autoria	Noone, J.
Títol	Combustible Facades. A city scale problem and a strategic solution.
Edició	
Any	2016
Pàgines	59

Resum

John Noone, director d'ARUP, fa una presentació en la qual analitza els riscos d'incendi d'un edifici de gran alçària centrant-se en la combustibilitat o no dels materials utilitzats en la façana. La presentació inclou una introducció al problema, un repàs de la legislació internacional i, finalment, proposa una avaluació qualitativa de risc en funció de diversos aspectes.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 8

Autoria	Andersson, J., Boström, L., McNamee, J.
Títol	Fire Safety of Facades
Edició	BrandForsk
Any	2017
Pàgines	56

Resum

L'estudi analitza diferents mètodes d'assaig i verifica que existeixen diferències en les metodologies i com una anàlisi mitjançant la simulació d'incendis pot proporcionar una informació molt valuosa en la protecció de façanes.

Les investigacions de propagació d'incendis de planta a planta a través de murs externs s'han dut a terme durant molt de temps i s'han proposat i implementat diversos mètodes de prova per avaluar diferents revestiments de parets, aïllaments i consideracions geomètriques.

L'ús de normes i mètodes d'assaig no és el mateix a tot arreu.

L'estudi destaca que a EAU no hi havia requisits de reacció al foc per al material d'exterior per als sistemes de façana en edificis abans del 2012; això no obstant, a dia d'avui existeixen requisits per a materials permesos amb una determinada classe de reacció al foc.

L'anàlisi de l'incendi d'una façana a Austràlia el 2014 mostra que el material de la

ANÀLISIS DELS ARTÍCLES

superfície i el sistema de façana complien els requisits vigents en el seu moment. Els mètodes australians d'enginyeria de seguretat contra incendis tenen en compte la quantitat de plantes, el risc d'incendi i l'ús de l'edifici.

Això no obstant, els materials combustibles dels balcons, inclosos especialment els aparells d'aire condicionat, van canviar aquestes condicions i s'analitza un incendi totalment desastrós.

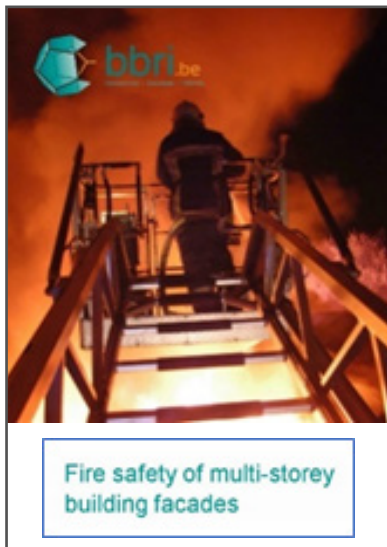
En aquest informe s'analitzen els tres mètodes SP Fire 105, BS 8414-1 i ISO 13785-2 i es pot concloure que hi ha algunes diferències específiques entre els mètodes: ISO 13785-2 i BS 8414-1 s'utilitzen a l'aire lliure i s'inclou una paret de retorn per aquests dos mètodes, però no per a l'SP Fire 105.

Una altra diferència és el combustible utilitzat, la BS 8414-1 utilitza fusta mentre que l'SP Fire 105 utilitza 60 litres d'heptà.

S'ha verificat que el vent pot tenir un efecte significatiu en la prova, i influir en la font de foc i els índexs de pèrdua de massa, així com en resultats específics en els mesuraments a causa del moviment de les flames respecte dels punts de mesurament que poden afectar el resultat de la prova. Per avaluar els mètodes i les possibles variacions menors d'aquests mètodes, s'han desenvolupat i validat eines numèriques contra experiments.

L'informe resumeix aquestes proves i esforços de simulació. Una de les qüestions principals que s'han identificat a l'hora de comparar els resultats de la simulació amb els mesuraments experimentals són les incerteses derivades de les variacions naturals en els paràmetres utilitzats en la modelització o derivades de les incerteses del mesurament o l'efecte de les condicions ambientals en l'experiment.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 9

Autoria	Martin, Y., Eeckhout, S., Lassoie, L., Winnepenninckx, E., Deschoolmeester, B.
Títol	Fire safety of multi-storey building facades
Edició BBRI	
Any	2017
Pàgines	58

Resum

Aquest document ha estat elaborat tenint en compte els incendis de façanes recents que van tenir lloc en edificis de gran alçària i, concretament, com a conseqüència de la tragèdia de la Torre Grenfell de Londres, al juny de 2017.

Els objectius són:

- Oferir una visió general del marc normatiu actual sobre la seguretat contra incendis a Bèlgica i, concretament, pel que fa al risc de propagació d'incendis a través de les façanes. Aquest document presentarà la tasca de revisió de la regulació que està en curs actualment, així com alguns enfocaments inicials proposats.
- Delinear els punts clau i les característiques constructives que permetin garantir un correcte disseny i instal·lació dels sistemes de façanes que s'utilitzen habitualment, tenint en compte els requisits actuals i futurs a Bèlgica.
- Cal indicar que aquest document es basa, en part, en les propostes de modificacions al reglament emès al febrer de 2017 pel grup de treball de façanes, fundat pel Conseil Supérieur de la Sécurité contre l'Incendie et l'Explosion (Consell Superior de Seguretat d'Incendis i Explosions de Bèlgica). Aquestes propostes són provisionals i, per tant, poden canviar. Així doncs, es podrà consultar la versió final del reglament que cal enviar al Consell Superior belga al llarg del 2018.

ANÀLISIS DELS ARTICLES



Document 10

Autoria Sassi, S., Setti, P., Amaro, G.,
Mazziotti, L., Paduano, G.,
Cancelliere, P., Madeddu, M.

Títol Fire safety engineering applied to
high-rise building facades

Edició

Any 2016

Pàgines 11

Resum

Aquest estudi analitza com la seguretat contra incendis a les façanes d'edificis de gran alçària és un problema complex; per tant, l'ús de codis preceptius contra incendis podria no ser suficient per garantir un nivell adequat de seguretat contra incendis. En els edificis de gran alçària, la seguretat contra incendis de les façanes es pot considerar mitjançant un disseny d'incendis basat en prestacions que pot ajudar a seleccionar les millors solucions tecnològiques i les millors opcions de materials.

En aquest article, la façana de la Torre Regione Piemonte (projecte de l'arquitecte Massimiliano Fuksas, encara en construcció a Itàlia) és examinada per l'enginyeria de seguretat contra incendis (FSE), com un estudi de cas per la seva arquitectura distintiva i aspectes tecnològics.

L'edifici està format per una part central, utilitzada com a oficines (àrea d'oficines), que es troba al costat d'un volum tancat per a tota l'alçària anomenat Gran espai. Dins d'aquest volum, hi ha estructures en forma de caixa anomenades Satèl·lit que s'utilitzen com a sales de reunions connectades amb àrees d'oficines.

L'àrea d'oficines i els satèl·lits estan construïts amb formigó armat i formigó pretensat, envoltat d'una façana d'alumini/vidre, mentre que el Gran espai està envoltat per una façana formada per una estructura principal d'acer i alumini amb revestiment de vidre.

ANÀLISIS DELS ARTICLES

Com que la presència del Gran espai afecta el comportament de foc de l'edifici, s'han escollit el disseny basat en prestacions i els mètodes FSE per examinar i adaptar l'edifici Torre Regione Piemonte als requisits de la normativa italiana de seguretat contra incendis. S'han analitzat diferents escenaris d'incendis, tant pel que fa als efectes en les estructures com en els ocupants a fi d'optimitzar l'elecció de mesures de seguretat contra incendis actives i passives. A fi de controlar la distribució del fum i la temperatura, s'estudien, en concret, sis escenaris d'incendis diferents. Com a resultat, s'optimitza la protecció passiva contra incendis dels punts crítics de les estructures d'acer i es milloren les característiques de resistència al foc de la façana. A més, els tipus de façana utilitzats a l'edifici se seleccionen pel que fa als requisits de resistència al foc derivats del disseny d'incendis segons la metodologia del disseny basat en prestacions i els models CFD, tenint en compte també els efectes causats per la instal·lació i les condicions climatològiques.

En l'article s'estudien els requisits de rendiment de resistència al foc dels elements estructurals i envidrats de les façanes i els resultats dels models CFD. A més, resulta interessant com tots els càlculs simulats i el procés d'avaluació dels requisits de resistència al foc han estat avalats per proves de laboratori específiques. Aquestes proves de resistència al foc també s'han dut a terme d'acord amb la norma EN 1364-3 per avaluar el comportament del sistema de façana davant el foc.

8.4. Resultats de l'anàlisi

Un cop llegits i analitzats cadascun dels deu documents indicats a l'apartat anterior, a continuació s'aporten els resultats obtinguts.

- En un primer pas, es relacionen els descobriments d'interès trobats a cadascun d'ells, incloent frases que s'han extret fidelment dels informes o imatges o taules de resultats de determinades proves que per elles mateixes constitueixen informació

valuable, sense anàlisi de cap tipus. En altres casos, s'hi inclou una petita anàlisi a mode de conclusió parcial del document.

- En l'apartat següent es redactaran unes conclusions úniques que aglutinin i ordenin les de tots els documents en el seu conjunt, com a aportació global d'aquest apartat a la totalitat de l'estudi.

Així doncs, a continuació, s'analitzen els descobriments d'interès de cadascun dels deu documents seleccionats:

ANÀLISIS DELS ARTICLES

Document 1

Autoria Ingolfsson, S., Lamont, S.
Títol High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool
Edició ARUP, NFPA RESEARCH
Any 2018
Pàgines 78

Descobriments d'interès:

L'eina dissenyada per l'NFPA penalitza en la seva valoració del risc de l'edifici la utilització de materials combustibles a la façana i assigna un major valor en la conseqüència associada als possibles incendis. Així mateix, a més del valor que té l'eina en si, dona uns consells de gran valor a l'hora de poder identificar quan un material de revestiment és combustible o no. En aquest cas, la mateixa metodologia obliga a realitzar una anàlisi més profunda (nivell 2).



Steps	Activity	Where to look	What to look for?
Step 1	Review as-built drawings (if available)	Drawings of cross-sections through the façade system. Operating and Maintenance (O&M) manuals describing the façade systems. The owner or facilities manager should be able to provide these although they may have been lost if the building is older and the ownership has changed several times.	Compare the drawings to the façade systems in the user's guide. If possible, identify the likely façade typology but most importantly identify the presence or not of insula cavities and cladding materials. Make a note of these materials and cavity sizes for each elevation and as façade system.
Step 2	Review as-built material submittals (if available)	Material submittals can be very large documents comprising 100s of pages but many are not relevant to this task. The material submittal may not be for the façade system but for the component materials only. As EIFS ETICS or insulated metal panel façade assembly should come in one material submittal. The component parts of a curtain wall or rainscreen system may be in separate documents.	Look for the specification requirements, the data sheet from the supplier and any fire test certificates. Has the façade system as installed been tested as an assembly to NFPA 285 or BS 8414 or similar? Have materials been tested to NFPA 285 or BS 8414 in a standard façade system (not the same as the project). Have the component materials been tested for their reaction to fire properties e.g. flame spread, ignitability? There could be engineering judgments in support of the façade system installation. Please be cautious of they may not provide sufficient justification for the combustible materials in the system. Collect this information.
Step 3	Visual inspection of façade at the building	Look at each elevation of the building in turn. Some buildings may have the same façade system and ignition sources on every elevation while others will have different façade systems or different aesthetic patterns of the same façade system or different ignition sources. All of these differences need to be documented. The FRA tool prompts this through questions in Tier 2A.	Does the installation look like the as-built information? Do the patterns of glass and opaque façade system the drawings? If there is no as-built information, try to identify the likely façade typology and cladding materials by use user's guide. If a cavity and insulation is expected behind the cladding then use a small camera and light to see inside. Look for access hatches in the façade system to see into the wall depth. These could be provided at fixed points if there are diesel or gas tanks in the building. It may not be possible to see insulation or cavities without removing parts of the façade. See the user's guide for information on what to check and look out for.
Step 4	Visual inspections with removal of façade elements	With assistance from the owner/facilities manager and a qualified contractor, remove portions of the façade to gain access to see the insulation or cavities. Where possible, do this in non-obtrusive locations. This may need to be from the exterior or from the interior of the building. If there are different façade systems or materials installed across the building then this exercise has to happen for each area of the façade.	See guidance for different materials in Table 12. Measure and note the insulation thickness. Measure and note the cavity depth.
Step 5	Destructive sampling and laboratory testing of component façade materials (insulation and cladding)	If the insulation or cladding materials cannot be identified with certainty in Steps 1-4, then small samples will need to be removed for laboratory testing and identification. Samples of combustible components may be removed during a building inspection for further forensic analysis to document reaction to fire properties as well as identify the presence (or not) of fire-retardant compounds and/or non-combustible minerals.	See guidance for different materials in Table 12.

ANÀLISIS DELS ARTICLES

Document 2

Autoria EFFUA (European Fire Fighter Unions Alliance)
Títol Fatal fires and building materials. How can we prevent that more occupants and fire fighters are killed?
Edició
Any 2012
Pàgines 22

Descobriments d'interès:

<p>Why are we concerned? Combustible insulation has been involved in tragic fires</p> <ul style="list-style-type: none">• Some of these fires have killed fire fighters• For instance in the Netherlands and the UK• Here fire fighters are being warned against fighting such fires from within• Regulations don't always stop the use of these materials 	<p>Shanghai, China (15 November 2010) – 58 people died</p> <ul style="list-style-type: none">• A fire in a 28-storey high-rise apartment building killed at least 58 people and injured more than 70 others• The fire incident is still under investigation• The building was under renovation and the facade being insulated. Welding was being made.• The fire may have been caused by the accidental ignition of polyurethane foam insulation used on the building's outer walls. 
<p>What can we in the EFFUA do to improve fire safety?</p> <ul style="list-style-type: none">• Prepare examples and good argumentation• Meet with politicians• Talk to the press• Activate fire fighter organisations in other countries• Exchange experience• Inform our members about the dangers <p>If we cannot convince the authorities to improve fire safety of our buildings:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Can we still fight fires from within if the building is insulated with plastic insulation?2. Should we consider external fire extinguishing if we know that the building has combustible insulation?3. If we think that plastic insulation might have been used in a building on fire, should we wait to enter the building until a safety team (back-up) is ready?4. Should we demand visible hazard labels on the building if it contains a fire hazardous building material (as we do with gas bottles)?	

ANÀLISIS DELS ARTÍCLES

Document 3

Autoria	White, N., Delichatsios, M.
Títol	Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components
Edició	The Fire Protection Research Foundation
Any	2013
Pàgines	12

Descobriments d'interès:

L'article recull els resultats de l'informe Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components que té com a objectiu desenvolupar estratègies de mitigació d'incendis produïts pels elements combustibles de les façanes exteriors. El projecte va ser desenvolupat per la Fire Protection Research Foundation en dues fases. Aquest article fa referència només a la fase 1 del projecte, que bàsicament inclou estadístiques, anàlisis de casos concrets i de mètodes d'assaig relatius a diferents materials constructius de façanes.

Un dels resultats interessants és la taula on es mostren els diferents tipus de danys produïts per edificis de diferents usos en incendis on la causa principal de l'extensió de l'incendi va ser la façana externa.

Property use	Fires	Civilian deaths	Civilian injuries	Property damage (US\$ Millions)	Portion of total fires
Public assembly	15,374	6	172	\$446.2	(9%)
Educational	6,012	0	90	\$105.1	(3%)
Institutional	7,153	6	182	\$59.6	(4%)
Residential	121,651	483	4,592	\$1,588.8	(68%)
Mercantile	15,198	20	287	\$724.8	(9%)
Office building	3,538	4	40	\$112.1	(2%)
Laboratory & Data centre	234	0	10	\$22.5	(0%)
Manufacturing or processing	5,742	8	176	\$593.2	(3%)
Selected storage occupancies	2,930	8	45	\$230.7	(2%)
Total	177,833	537	5,595	\$3,842.9	(100%)

ANÀLISIS DELS ARTICLES

Descobriments d'interès:

A l'apartat 7 (Conclusions) s'esmenta el següent:

7. CONCLUSIONS

This paper presents preliminary findings from the Fire Protection Research Foundation project on 'fire hazards of exterior wall assemblies containing combustible composites'. At the time this paper was written this project is at a preliminary, information gathering stage.

A review of statistics indicates the following:

- Exterior wall fires appear to account for somewhere between 1.3% and 3% of total building fires.
- The statistics reviewed do not provide detail relating to the types of combustible wall systems involved and the extent of fire spread.

- The US NFIRS is one of the best maintained fire incident databases worldwide. It is expected that more detailed statistics relating to combustible exterior wall assembly fires are unlikely to be available.

Some examples of significant combustible facade fires have been presented. This indicates that whilst the rate of these fires is relatively low, the consequences in terms of property damage and fatalities can be large.

The fire incidents presented are generally considered to be examples where materials or installation methods have been used which would not be expected to meet regulations and test criteria in countries where control of combustible facades is well developed.

The project objective is to develop the technical basis for evaluation, testing and fire mitigation strategies for exterior fires exposing exterior wall systems with combustible components. This will be achieved by further review of fire incidents and statistics, and regulations and test methods currently adopted around the world.

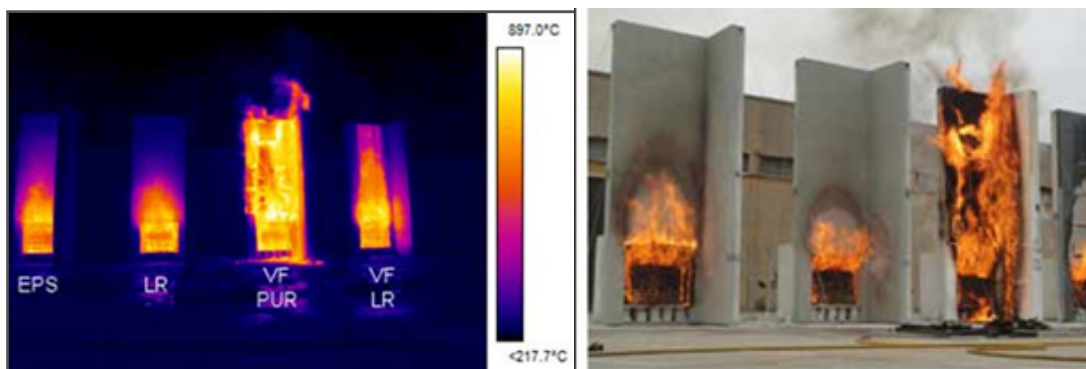
ANÀLISIS DELS ARTÍCLES

Document 4

Autoria	Giraldo, M. P., Diego, A.
Títol	Propagación exterior de Incendios en Edificios: ¿estamos preparados para los retos que plantean las nuevas soluciones de Fachada?
Edició ITeC	
Any	2014
Enllaç	https://itec.es/infoitec/jornadas/propagacion-ext-Incendios/

Descobriments d'interès:

Al Fire Seminar del 12 de juny de 2014 es van realitzar demostracions pràctiques d'incendi sobre quatre façanes —entre altres elements— utilitzant el procediment d'assaig de la norma britànica BS 8414. Les mostres eren de 8 m d'alçària i de 2,80 m d'amplada, amb una ala lateral d'1,50 m i complien les exigències del CTE pel que fa a la reacció al foc i barreres tallafoc. Els resultats van ser dispars en funció de la combustibilitat dels materials d'aïllament emprats i de la tipologia de façana (vegeu la figura següent, d'esquerra a dreta: SATE amb aïllament EPS, SATE amb aïllament de llana mineral, façana ventilada amb aïllament PUR i façana ventilada amb aïllament de llana mineral).



ANÀLISIS DELS ARTÍCLES

Document 5

Autoria	Diego, A.
Títol	Incendis. Propagación del fuego por Façana. Ensayos a gran escala.
Edició ITeC	
Any	2018
Enllaç	https://itec.es/infoitec/articulos/Incendis-propagacion-fuego-Façana-ensayos-gran-escala/

Descobriments d'interès:

Després de l'incendi de la Torre Grenfell de Londres, l'estiu del 2017, el govern del Regne Unit va iniciar un programa d'accions que incloïa la identificació d'edificis de la mateixa tipologia, assaigs de combustibilitat dels plafons de revestiment instal·lats, la recomanació de mesures temporals de seguretat o visites dels bombers a edificis de gran alçària. També una sèrie de set assaigs a gran escala al laboratori britànic BRE d'acord amb la norma britànica BS 8414-1, amb la finalitat d'analitzar variants de la tipologia constructiva de façana instal·lada a la Torre Grenfell.

Revestimiento ACM	Aislamiento en cámara	Resultados
Núcleo de 3 mm de PE* (sin retardante al fuego)	Panel de espuma PIR** (100 mm)	KO (8 minutos)
	Panel de lana de roca (180 mm)	KO (7 minutos)
Núcleo de 3 mm de PE (con retardante al fuego)	Panel de espuma PIR (100 mm)	KO (25 minutos)
	Panel de espuma fenólica (100 mm)	KO (28 minutos)
	Panel de lana de roca (180 mm)	OK
Núcleo de clase A2 (prácticamente incombustible)	Panel de espuma PIR (100 mm)	OK
	Panel de lana de roca (180 mm)	OK

Tabla 1: Ensayos de investigación post-Grenfell a gran escala.

Necesitamos empresas instaladoras especialistas en pasiva y un marco que las regule. Y necesitamos fijarnos, en la fase de proyecto, en los informes de ensayo y clasificación emitidos por los laboratorios. Concretamente, en el *Campo de aplicación de los resultados*, y que nos dice qué variaciones respecto a la muestra ensayada podemos aceptar en nuestro proyecto sin que la prestación obtenida se vea afectada. O, en el caso de disponer de una evaluación técnica del producto o sistema, debemos fijarnos en las condiciones de uso que se indican. Suelen estar

ANÀLISIS DELS ARTICLES

Document 6

Autoria	Morris, M.
Títol	IThis is the hidden potential killer in Australian buildings.
Edició	ITeC
Any	2015
Enllaç	http://www.abc.net.au/7.30/this-is-the-hidden-killer-in-australian-buildings/6502392

Descobriments d'interès:

La col·locació de material d'aïllament barat en milers d'edificis a Austràlia s'està convertint en una autèntica plaga. Un dels principals indicadors és la manca de documentació associada al producte instal·lat, que arriba al 96% en el cas del producte de baixa qualitat.



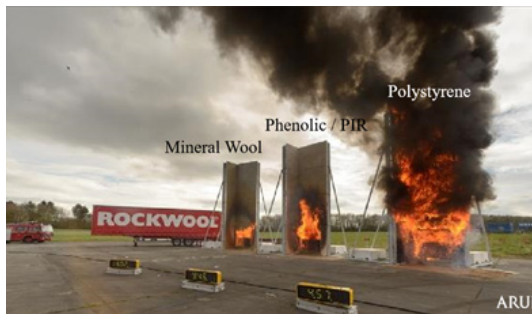
ANÀLISIS DELS ARTICLES

Document 7

Autoria Noone, J.
Títol Combustible Facades. A city scale problem and a strategic solution.
Edició
Any 2016
Pàgines 59

Descobriments d'interès:

Una de les principals conclusions d'aquest informe és la necessitat d'anar un pas més enllà de la pura definició del problema (materials combustibles), i es fa imprescindible un procés d'acord polític i social que porti a la implementació d'un programa d'accions (legislació)..



ANÀLISIS DELS ARTICLES

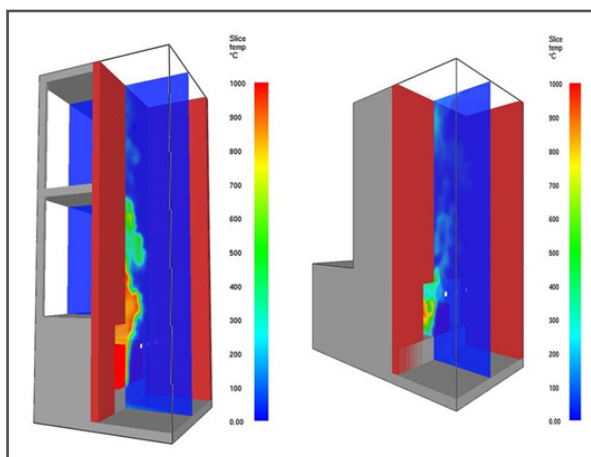
Document 8

Autoria Andersson, J., Boström, L., McNamee, J.
Títol Fire Safety of Facades
Edició BrandForsk
Any 2017
Pàgines 56

Descobriments d'interès:

“Representació dels models de simulació en FDS de la BS 8414-1 (esquerra) i com a comparació dels mètodes de prova de foc ISO 13785-1 (dreta). Les divisions de temps de les temperatures es prenen a 600 s en la simulació.

SP Fire 105 [8], BS 8414-1 [9] i ISO 13785-2 [10] es basen en el mateix principi d'un incendi de sala de flashover on les flames s'estenen des d'una finestra trencada que incideix en la façana sobre de la finestra. Els tres mètodes són mètodes de prova a gran escala amb aproximadament les mateixes extensions geomètriques. Això no obstant, falta un mur de retorn en el mètode SP Fire 105. A més, els mètodes BS 8414-1 i ISO 13785-2 es poden realitzar a l'aire lliure, la qual cosa no està permesa en el mètode SP Fire 105. La font del foc és diferent tant en el tipus de combustible com en l'índex d'alliberament de calor i energia total HRR. Això no obstant, tots es troben en el mateix estadi de simulació d'un incendi de sala típic”.



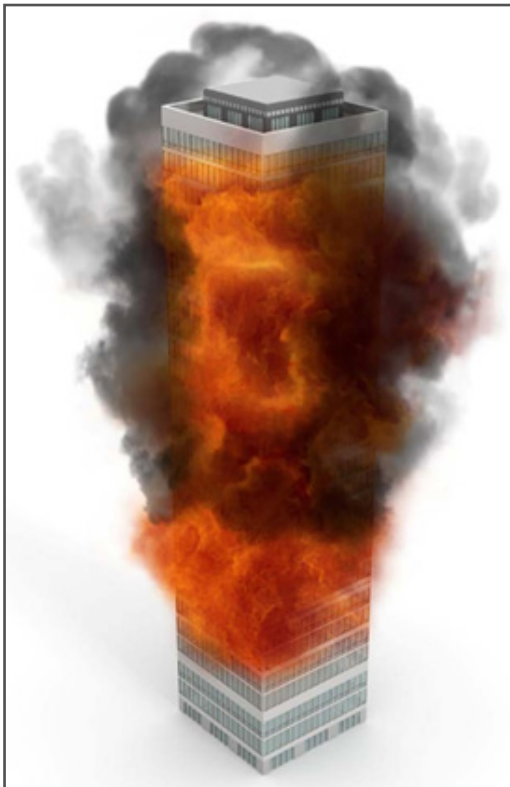
ANÀLISIS DELS ARTICLES

Document 9

Autoria Martin, Y., Eeckhout, S., Lassoie, L., Winnepeninckx, E.,
Deschoolmeester, B.
Títol Fire safety of multi-storey building facades
Edició BBRI
Any 2017
Pàgines 58

Descobriments d'interès:

Fins ara no hi ha cap informació relacionada amb la presència o el funcionament correcte de mètodes de prevenció (detecció, alarmes, mètodes d'extinció, etc.).



ANÀLISIS DELS ARTICLES

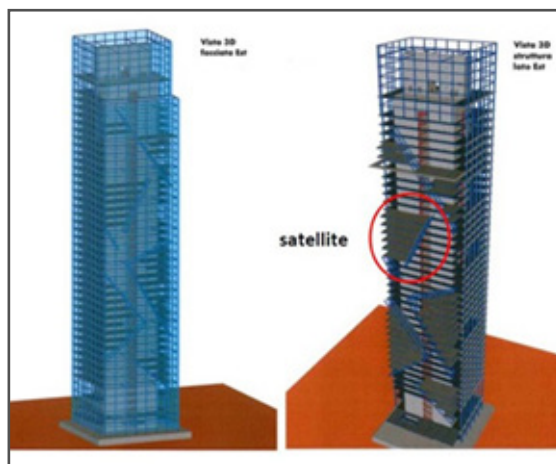
Document 10

Autoria	Sassi, S., Setti, P., Amaro, G., Mazziotti, L., Paduano, G., Cancelliere, P., Madeddu, M.
Títol	Fire safety engineering applied to high-rise building facades
Edició	
Any	2016
Pàgines	11

Descobriments d'interès:

La seguretat contra incendis de les façanes d'edificis de gran alçària és un problema complex, per tant, l'ús de codis preceptius contra incendis podria no ser suficient per garantir un nivell adequat de seguretat contra incendis. Aquest article posa èmfasi en el fet que els models d'incendis FSE i CFD s'utilitzen en casos reals com a eines útils per resoldre problemes de seguretat contra incendis de façanes que tracten en nivell de seguretat contra incendis de l'edifici en general.

El cas analitzat a la Torre Regione Piemonte ofereix algunes oportunitats per optimitzar la tecnologia de construcció i les mesures de seguretat contra incendis a fi de complir els objectius de seguretat requerits d'acord amb els codis nacionals d'incendis d'Itàlia.



8.5. Conclusions del capítol

La documentació analitzada presenta clarament la situació existent en la propagació vertical per façanes i la seva lectura proporciona la base per comprendre millor el problema de combustibilitat de la façana i avançar cap a solucions eficients. Aquest problema és una qüestió pendent de resoldre des de molt abans que tingués lloc l'incendi fatal de la Torre Grenfell.

A continuació es resumeixen les principals conclusions que s'observen:

- En primer lloc, constantment s'estan introduint nous materials al mercat i les normatives no avancen tan ràpidament com les propostes que ofereix el mercat al dissenyador d'edificis. La combinació de productes nous i existents ofereix una gran varietat d'opcions de components, productes i sistemes de façana als dissenyadors, constructors i altres professionals del sector.
- És necessari tenir presents tots els factors que influeixen en la construcció d'edificis relacionats amb aquest tipus d'incendis.
- Encara queda un llarg camí per recórrer per analitzar els punts clau i les característiques constructives que permetin garantir el correcte disseny i instal·lació dels sistemes de façana que s'utilitzen habitualment.
- La seguretat contra incendis de les façanes d'edificis de gran alçària és un problema complex, per tant, l'ús de codis preceptius contra incendis podria no ser suficient per garantir un nivell adequat de seguretat contra incendis en aquest tipus d'edificis.
- En els edificis de gran alçària la seguretat contra incendis de les façanes es pot analitzar mitjançant un disseny basat en prestacions. Aquesta metodologia pot ajudar a plantejar estratègies de seguretat que utilitzin solucions tecnològiques i que alhora incloguin les millors opcions de solucions constructives per assolir uns nivells de seguretat òptims.

El procés cap als edificis eficients ha portat a productes d'aïllament amb propietats tèrmiques més altes, però amb un pitjor comportament en cas d'incendi.

- La diversitat de combinacions de materials i els seus mitjans d'instal·lació s'han d'avaluar amb detall per determinar si són adequats per utilitzar-los com a conjunt complet. Això no obstant, el gran volum de combinacions de components de construcció que poden formar una paret exterior es presenten com un autèntic repte per a l'avaluació d'incendis d'aquests conjunts.
- Un repte és la creixent exigència de prestacions de l'embolcall davant de nous requeriments com el rendiment tèrmic, l'estanquitat a l'aire

i a l'aigua, la permeabilitat, etc. En algunes àrees, això fins i tot està impulsat pels codis nacionals o locals. Aquest procés cap als edificis eficients ha portat a utilitzar productes d'aïllament amb propietats tèrmiques més altes, i a un ús major de barreres d'aire i barreres de vapor, però amb un pitjor comportament en cas d'incendi.

És important seleccionar proves d'incendi que serveixin en un mercat més global i traslladar-les a codis i reglaments específics.

- Un altre aspecte relacionat amb la construcció d'edificis és l'augment gradual de l'ús de plafons de xapa exteriors que són atractius des del punt de vista estètic, i funcionals per la facilitat de muntatge i manipulació, però que poden suposar un risc significatiu en cas d'incendi.
- Molts professionals de la construcció, experts en protecció contra incendis, professionals del disseny, etc. són conscients que hi ha d'haver un enfocament holístic per a la seguretat contra incendis dels edificis. Això inclou la selecció de materials amb propietats de reacció al foc que han estat avaluades (per limitar la propagació del foc), una compartimentació adequada (protecció passiva) i sistemes de detecció, alarma i extinció d'incendis (protecció acti-

va). Això no obstant, no sempre queda clar quin enfocament de protecció cal aplicar o quins assaigs són els pertinents per oferir un nivell de protecció acceptable en les façanes.

- Hi ha altres mètodes per avaluar la reacció al foc que examinen les característiques de combustió superficial dels materials, com UL723 i ASTM E84 (Steiner Tunnel), EN 13501 (classificació d'incendis) i EN 13823 (element de combustió individual). Si bé aquests mètodes proporcionen dades sobre components singulars que s'utilitzen dins de murs, no proporcionen dades sobre el creixement del foc del sistema de la façana, cosa que és fonamental per conèixer el comportament del conjunt.

En definitiva, queda un llarg camí per recórrer fins aconseguir façanes amb un nivell de seguretat eficient en cas d'incendi. El problema està perfectament identificat, però manca consens per trobar-ne la solució.

8.6. Bibliografia i altres referències

- Andersson, J., Boström, L., McNamee, J. Fire Safety of Facades. BrandForsk, 2017, 56 pàgs.
- Cortés, A. D. Incendios. Propagación del fuego por fachada. Ensayos a gran escala. ITeC, Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, Barcelona, 2018. (<https://itec.es/infoitec/articulos/incendios-propagacion-fuego-fachada-en>)

ANÀLISIS DELS ARTÍCLES

- sayos-gran-escala/)
- EFFUA (European Fire Fighter Unions Alliance) Fatal fires and building materials.
- How can we prevent that more occupants and fire fighters are killed? 2012, 22 pàgs.
- Giraldo, M. P., Cortés, A. D. Propagación exterior de incendios en edificios: ¿estamos preparados para los retos que plantean las nuevas soluciones de fachada? Barcelona, 2014 (<https://itec.es/infoitec/jornadas/propagacion-ext-incendios/>)
- Ingolfsson, S., Lamont, S. High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool. ARUP, NFPA RESEARCH, 2018, 78 pàgs.
- Martin, Y., Eeckhout, S., Lassoie, L., Winnepenninckx, E., Deschoolmeester, B. Fire safety of multi-storey building facades. BBRI, 2017, 58 pàgs.
- Morris, M. This is the hidden potential killer in Australian buildings. 2015. (vídeo) (<http://www.abc.net.au/7.30/this-is-the-hidden-killer-in-australian-buildings/6502392>)
- Noone, J. Combustible Facades. A city scale problem and a strategic solution. 2016, 59 pàgs.
- Sassi, S., Setti, P., Amaro, G., Mazziotti, L., Paduano, G., Cancelliere, P., Madeddu, M. Fire safety engineering applied to high-rise building facades. 2016, 11 pàgs.
- White, N., Delichatsios, M. Fire Hazards of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components. The Fire Protection Research Foundation, 2013, 12 pàgs.

232 ngs

Jordi Sans
Director del projecte

En aquest document s'ha pretès fer una aproximació al fenomen de la propagació del foc per la façana abordant els diversos temes que engloba. Cada capítol recull aspectes fonamentals per comprendre el tema de manera contextualitzada. De cadascun d'ells han derivat una sèrie de conclusions específiques. A continuació, s'exposen les conclusions generals de l'estudi.

La informació recollida descriu un panorama general que, d'una banda, permet identificar els diferents aspectes del problema i, de l'altra, establir propostes per tractar-los.

9.1 Identificació del problema

En els últims anys s'han produït nombrosos incendis que evidencien que la propagació del foc per la façana ha cobrat importància i que el risc d'incendi s'ha incrementat arran de l'evolució dels sistemes, els materials i els productes de façana.

L'incendi a la Torre Grenfell i les seves conseqüències han portat països com el Regne Unit —que, tradicionalment, han estat rigorosos en matèria de seguretat— a plantejar-se una revisió de diversos aspectes del seu marc regulador.

9.1.1 El marc regulador a Espanya

El marc regulador a Espanya necessita una revisió perquè presenta deficiències que s'han de corregir, vetllant, al mateix temps, per la seguretat dels usuaris, ja que tot i que en cas d'incendi sempre hi ha risc per a la vida, aquest risc augmenta en determinades circumstàncies, com ara l'alçària, i amb l'ús d'alguns sistemes, materials i productes de façana. Entre aquestes deficiències del marc regulador hi ha:

Disposicions escasses i genèriques, amb un marge d'interpretació ampli en relació amb la propagació exterior del foc. En conseqüència, s'observa una definició inadequada dels requeriments de protecció contra incendis, amb l'increment consegüent de responsabilitat dels professionals.

Així, es pot complir la normativa aplicable i construir façanes que no cobreixen les situacions de risc a causa del seu sistema constructiu, la seva configuració o l'ús de materials combustibles.

No distingeix expressament els mitjans de protecció segons les diferents tipologies de façana, sinó que aplica els mateixos mitjans per a tots els tipus de façanes, ja siguin convencionals o ventilades, murs cortina, façanes de doble pell, etc.

No facilita informació de suport per al professional que aportï pautes i orientacions sobre l'adopció de mesures de pro-

CONCLUSIONES GENERALES

tecció en tipologies amb problemes concrets. En països com Alemanya, França o el Regne Unit, les normatives fan referència a documents tècnics de suport.

En la classificació de reacció al foc de productes i materials de façana, la normativa espanyola recollida al CTE DB-SI és B-s3, d2 i és de les més permissives. Proposem que a més de l'índex nul de caiguda de gota zero es consideri l'índex s1 en lloc de l's3.

Aquesta permissivitat pot suposar dificultats significatives en les tasques d'evacuació i en l'actuació dels equips d'extinció.

Entre els paràmetres de reacció al foc no es té en compte la toxicitat dels fums, en la línia de la tendència europea de considerar-ne exclusivament l'opacitat. Tanmateix, algunes escumes orgàniques, utilitzades de manera habitual com a material aïllant de façanes, presenten una perillositat potencial perquè alliberen cianur d'hidrogen.

El 75% de les morts en un incendi es produeixen per la inhalació de fums tòxics. Alguns països europeus, com França o Polònia, tenen reglaments que analitzen el tema de la toxicitat en materials de construcció en casos concrets.

El CTE no té en compte els riscos que suposa la cambra ventilada, que a causa de l'efecte xemeneia potencia la propagació del foc, i encara més amb la presència de materials combustibles.

A més, en aquest tipus de façanes, el CTE admet materials de classe C-s3, d2 (si es preveu l'ús de barreres tallafoc de classe E30 cada tres plantes o deu metres), amb una classificació inferior a la classificació general exigida als materials que superen el 10% de la superfície de la façana.

El CTE no fa referència a mesures de protecció en edificis de gran alçària, que haurien de tenir uns requisits específics superiors atès l'increment del risc que comporten. En països com Alemanya i França hi ha una normativa específica i limitacions particulars a l'ús de materials combustibles de revestiment i d'aïllament. L'alçària és un dels factors de risc —però no l'únic—, igual que la càrrega de foc i la inflamabilitat dels materials, entre altres.

L'augment progressiu del gruix requerit per als materials aïllants, per l'increment de les exigències d'eficiència energètica, combinat amb l'ús de materials combustibles suposa un risc a causa de l'augment significatiu de la càrrega de foc de la façana i de la probabilitat que el foc arribi al "nucli" combustible i es propagui.

És important posar de manifest aquesta situació, ja que en els propers anys un gran nombre d'edificis a tot Espanya haurà de renovar les envolupants tèrmiques amb sistemes SATE.

En l'àmbit nacional no hi ha cap norma que reculli els riscos específics d'incendi durant l'execució d'obres de construcció. Això és molt important si es té en compte que un gran nombre d'incidents d'incendi es produeix durant aquest període.

CONCLUSIONES GENERALES

La llei de prevenció de riscos laborals en l'àmbit de la seguretat i la higiene considera el risc d'incendi i explosió. En aquest últim supòsit també preveu els riscos derivats de la combustibilitat d'alguns materials, però no aporta mesures ni protocols concrets que permetin prevenir o mitigar (en cas d'incendi) una amenaça d'aquest tipus.

9.1.2. El marc regulador europeu

En l'àmbit europeu, el problema principal que s'ha identificat són els tipus d'assaigs admesos pel CEN perquè un producte o un sistema de façana obtingui la certificació de classe de reacció al foc. En cap cas no representen una situació típica o real de propagació del foc per la façana o del producte disposat en condicions d'ús final perquè es tracta d'assaigs a petita i a mitjana escala, en els quals s'apliquen potències de foc molt inferiors a les que es donen en situacions reals.

En conseqüència, productes compostos amb materials amb un nivell alt de combustibilitat obtenen la certificació de classe de reacció al foc apta per a qualsevol aplicació de façana. Això passa, per exemple, en el cas dels plafons sandvitx i els SATE.

En els assaigs que es fan actualment per avaluar els productes i els sistemes de façana no s'analitza la propagació (només s'analitzen les condicions relacionades amb la reacció i la resistència al foc), quan és un paràmetre fonamental per avaluar el risc específic del desenvolupament del foc i la difusió de les flames entre sectors d'incendi del mateix edifici o cap a l'exterior.

En 14 països de la Unió Europea es fan assaigs a gran escala (escala 1:1), però tots amb escenaris i paràmetres d'avaluació diferents entre si, la qual cosa dificulta les comparatives. Els assaigs a gran escala són l'única manera fiable d'avaluar si el comportament d'un producte o un sistema en situació d'incendi és satisfactori.

Actualment hi ha un ampli consens de la necessitat de definir un escenari d'assaig únic a gran escala per a tots els països de la Unió Europea que permeti avaluar els productes i els sistemes que calgui segons unes condicions d'ús final equivalents a una situació típica de propagació per la façana. En altres casos es poden establir limitacions de disseny o requisits de protecció contra incendi (principalment passiva), sense perdre de vista la propagació com a criteri d'avaluació complementari a la resistència i a la reacció al foc.

Tot i la dificultat que suposa comparar les normatives d'edificació en matèria de seguretat contra incendis dels països europeus, en termes relatius es pot afirmar que la normativa d'Espanya està bastant lluny d'assolir el mateix nivell de detall i especificacions en matèria de seguretat contra incendis en l'edificació que la d'altres països, sobretot si es compara amb la normativa de països considerats referents en aquest camp, com ara el Regne Unit.

9.2 Propostes

Es considera important actuar en dos fronts diferents:

9.2.1. Enfortiment de la cultura de la seguretat

Entenent aquest concepte com la percepció col·lectiva del risc i la prevenció. En alguns països, com els Estats Units i el Regne Unit, forma part de les seves prioritats en els àmbits educatiu i cultural. A Espanya, en canvi, continua sent un tema poc rellevant.

Comprèn tasques com:

- informació i difusió a públics variats,
- incorporació de plans específics de formació a professionals,
- recopilació i informació estadística de casos d'incendi,
- suport a la investigació en temes relacionats amb les mesures de protecció,
- conformació de grups multidisciplinaris per discutir sobre temes relacionats amb la prevenció i promoure accions orientades a diversos àmbits professionals i tècnics.

9.2.2. Proposta de modificacions del marc normatiu

En vista que algunes situacions de risc identificades deriven d'unes especificacions i uns requisits de la normativa poc exigents, plantequem alguns aspectes de la norma que s'haurien de revisar. S'entén que els

canvis normatius suposen un procés llarg d'avaluació, de propostes i de justificacions, així com un treball minuciós a càrrec d'equips multidisciplinaris.

Els requisits relatius a les façanes recollits en el CTE s'haurien d'adaptar a les diferents tipologies d'edificis, considerant especialment l'alçària de les construccions i la dificultat d'evacuació o d'accés dels equips de bombers.

Per a edificis de gran alçària o de difícil accés per als bombers, on la intervenció dels equips es pot veure compromesa i es pot posar en perill l'evacuació dels ocupants, s'hauria de garantir una propagació lenta i limitada del foc i els fums tòxics que genera. A aquest efecte es proposa:

- A. Limitar la utilització de materials i productes a aquells que no siguin combustibles, com a màxim, A2-s1, d0, amb l'objectiu de reduir al mínim l'emissió de fums i la propagació del foc per la caiguda de gotes.
- B. Equipar les cavitats d'aire de les façanes ventilades amb barreres tallafoc verticals i horitzontals amb l'objectiu de limitar la propagació del foc per l'efecte xemeneia que es produeix a l'interior.

Per a edificis que no tenen la consideració d'EGA i que són de fàcil accés per als bombers, els requisits poden ser menys estrictes. Es proposa el següent:

- A. Limitar la utilització de materials i productes a aquells que tinguin una combustibilitat baixa i una contribu-

ció al foc limitada, com a màxim, B-s2, d0, amb l'objectiu de reduir l'emissió de fums i evitar la caiguda de gotes.

- B. En les façanes que suporten vies d'evacuació, limitar la utilització de materials i productes a aquells que no siguin combustibles, com a màxim, A2-s1, d0.
- C. Equipar les cavitats d'aire de les façanes ventilades amb barreres tallafoc verticals i horitzontals amb l'objectiu de limitar la propagació del foc per l'efecte xemeneia que es produeix a l'interior.

Incloure en la regulació casos singulars que destaquen especialment en la propagació d'incendis per l'exterior, com és el cas dels celoberts i els patis interiors d'illa. Tractar-los com a façana i, atesa la dificultat que tenen els equips de bombers per accedir-hi, limitar la utilització de materials i productes a aquells que no siguin combustibles, com a màxim, A2-s1, d0.

Pel que fa als assaigs de certificació, és evident que hi ha preocupació, en l'àmbit europeu, per definir l'assaig a gran escala harmonitzat. En l'esfera nacional serà molt important treballar en l'adaptació d'aquestes proves als reglaments locals vigents.

Aquests assaigs a gran escala permetran classificar correctament els materials d'acord amb la seva contribució al foc: reacció, resistència i propagació. En alguns casos, els assaigs a escala real són necessaris perquè

En relació amb la toxicitat, tenint en compte la rellevància que té en l'elevat percentatge de víctimes d'incendis, la normativa hauria d'aplicar criteris diferents segons els usos i les característiques de l'edifici.

Aquest aspecte és especialment crític en els edificis amb ocupants més vulnerables (per exemple, escoles, hospitals i residències) i en edificis de gran alçària o en edificis antics rehabilitats, en què l'evacuació pot presentar més dificultats.

Igual que el REBT regula de manera detallada com reacciona al foc el revestiment dels cables elèctrics, aquesta mateixa filosofia es podria aplicar a altres productes de la construcció.

Incentivar el desenvolupament de l'enfocament basat en prestacions per cobrir riscos en què la normativa prescriptiva tingui limitacions, com pot ser el cas d'alguns edificis singulars.

Per poder acomplir aquesta comesa, demanem a l'administració competent en la matèria que aglutini en un grup de treball professionals, experts, investigadors, empreses del sector i l'organisme regulador. Des del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya ens oferim per liderar el grup de treball a fi de coordinar propostes i solucions a la problemàtica que ens ocupa.

Per dur a terme aquest estudi ha estat fonamental el suport del Consell Assessor, constituït especialment per a

l'ocasió i format per professionals i experts de referència del sector, als quals volem agrair la col·laboració.

Consell Assessor

Pere Alavedra
Jordi Bolea
Eva Cuerva
Rafael de la Fuente
Pilar Giraldo
Anna Lacasta
Ángel López
Jordi Mirabent
Rafael Nadal
Javier Niño
Cristina Pardo
Andrés Pedreira
Imma Ros
Jordi Sans
Cristóbal Trabalón.

Enginyers

Industrials de Catalunya

Via Laietana, 39
08003 Barcelona
93 319 23 00
www.eic.cat

 **Aigües de
Barcelona**
La gestió responsable

endesa

 **nedgia**
Catalunya
Grupo Naturgy

 **Caixa d'Enginyers**

 **la mútua**
dels enginyers

Enginyers

Industrials de Catalunya

Via Laietana, 39
08003 Barcelona
93 319 23 00
www.eic.cat



endesa

