



LABORATORIOS DE FUEGO

Sr. D. José de C. Peradejordi  
Ingeniero Industrial  
LAB. ENSAYOS E INVESTIGACION  
EXCMA. DIPUTACION DE BARCELONA



## SUMARIO

- INTRODUCCIÓN
- ACTIVIDADES DE UN LABORATORIO DE ENSAYOS
  - Proceso de un ensayo
  - Materiales más característicos de ensayo
    - Materiales del "Habitato"
    - Materiales estructurales y aditivos
    - Materiales de protección, protección pasiva
  - Preparación de probetas
- ORGANIZACIÓN DEPARTAMENTAL DE UN LABORATORIO
- LABORATORIOS EN ESPAÑA
- LABORATORIOS EN EL EXTRANJERO
- NORMAS DE ENSAYO
- MÉTODOS DE SELECCIÓN DE MUESTRAS
- MÉTODOS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
  - Ensayos bajo carga
  - Control de flechas por deformación lateral
  - Control por circuito cerrado de TV
  - Dimensiones y carga especialmente en el punto de ruptura
- PRESENCIA DURANTE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
- EXPEDICIÓN DE LOS CERTIFICADOS



## INTRODUCCION

El fuerte avance tecnológico experimentado por la humanidad durante la segunda mitad del presente siglo, es de una magnitud tal, que bien podría calificarse de casi incontrolable por la propia sociedad que lo ha creado.

La aparición de nuevas formas de vida envuelven nuestro entorno con productos industriales tendientes a embellecer y confortar nuestra propia existencia.

Imperiosas necesidades económicas en el desarrollo industrial y comercial inciden sobre nuestro "habitar" y crece en forma progresiva el consumo de materiales por habitante/metro cuadrado/año.

Una de las consecuencias en este proceso de evolución progresiva y ascendente, es su correlación con el incremento de las cargas de fuego y en consecuencia un constante incremento del riesgo de incendio.

Con estas premisas, los países desarrollados se han visto obligados a contrarrestar este riesgo de incendio con los medios tecnológicos adecuados.

La primera atención de los Gobiernos ha sido la normativa y control del "habitar", que es donde se suscita el inicio del 90% de los incendios.



En líneas generales la temática se enmarca bajo los siguientes y principales aspectos:

- Legislaciones, Normas y Disposiciones Oficiales sobre los Métodos de Ensayo y Control de los materiales.
- Laboratorios Oficiales especializados en ensayar, analizar e investigar sobre:
  - Materiales del "HABITAT" (textiles, plásticos, maderas, espumas, pinturas, etc.)
  - Elementos estructurales en la edificación.
  - Instalaciones eléctricas.
  - Aire acondicionado.
  - Desprendimiento de humos y gases tóxicos.
- Formación Técnica preventiva para este tipo de siniestros.



## ACTIVIDADES DE UN LABORATORIO DE FUEGO

### Proceso de un ensayo

- Contactos con los interesados en orden a comentar las características de cada material para proceder a sus ensayos.
- Recepción y clasificación de materiales, control de entrada y orden de proceso.
- Preparación de los materiales para poderlos ensayar.
- Acondicionamiento a temperatura y humedad constantes.
- Realización de los ensayos de reacción o resistencia.
- Valoración de los resultados.
- Expedición de los certificados.

### Materiales mas característicos a ensayar

#### Materiales del "habitat"

- Textiles.
- Plásticos rígidos y flexibles.
- Espumas de acolchado.
- Maderas y aglomerados.
- Pinturas, barnices, esmaltes y lacas.
- Ignifugantes e intumescentes de uso en el "habitat".

#### Materiales estructurales y afines

- Pies derechos.
- Suelos y techos.
- Puertas y ventanas.
- Muros y tabiques.
- Materiales aislantes: térmicos, acústicos.
- Instalaciones de aire acondicionado.
- Instalaciones eléctricas, cables, aparellaje.



- Instalaciones de calefacción, teléfonos.
- Productos ignífugos, intumescentes y otros de finalidad análoga.

#### Materiales de Prevención, Protección y otros.

- Elementos de detección de humos, gases y llamas.
- Extintores.
- Productos volátiles.
- Elementos detonadores, explosivos.
- Materiales antideflagrantes.
- Minería.
- Ferrocarril.
- Marina.
- Aviación.
- Transporte de materiales y productos.

#### Preparación de probetas

Todas las probetas deben ser preparadas en el propio Laboratorio, para garantizar que están adecuadas a como se comportarán en la realidad y ante un siniestro de incendio. Si consideramos el ensayo de una puerta cortafuegos, por ejemplo, la probeta consiste en colocar la misma en un muro de obra, su enlucido a ambas caras y fijación al marco metálico que sirve de frontal al horno. Se debe garantizar la estanqueidad de todas las zonas de contacto de la puerta con el muro de obra civil y también se emplean siempre un mismo tipo de ladrillos y materiales en esta preparación, con lo cual se tiende a homogeneizar los ensayos haciéndolos más comparativos. Un traslado del marco metálico a distancia podría representar una alteración del conjunto y consecuentemente unas anomalías en los resultados del ensayo.



ORGANIGRAMA DEPARTAMENTAL DE UN LABORATORIO DE FUEGO

Como dato orientativo, debe considerarse:

- Dirección General, conexas con un Consejo Superior (Organismos Oficiales, Centros Científicos, Protección Civil, Estamentos de máxima representatividad en el tema, etc.)
- Departamento de Relaciones Públicas (Organos Oficiales, industriales, prensa, relaciones extranjero, etc.)
- Departamento de Resistencia al Fuego. *Ensayo*
- Departamento de Reacción al Fuego. *Medida*
- Departamento de Ensayos de Prevención, Protección y otros.
- Departamento de Investigación (Ignífugantes, Termotecnia, Sinergias, gases, humos, toxicidad y envejecimiento). *En los ensayos etc.*
- Departamento de Divulgación (congresos, cursos, semanarios, publicaciones).
- Departamento de Biblioteca (bibliografía, traducción, interpretación, archivo).
- Departamento de Oficinas Generales y Administración.
- Departamento de Almacenes (materiales, productos a ensayar y ensayados).
- Departamento de preparación de probetas, mantenimiento y conservación (talleres mecánicos, albañilería, cerrajería, carpintería, electricidad, conducción de fuel-oil, hornos etc.)
- Depart

*60 Perímetros  
T.C. 40 a 45*



J.P.-6

## LABORATORIOS EN ESPAÑA

### Madrid:

- INTA ✓
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Eduardo Torroja.
- INCE
- Compañías de Seguros.

### Barcelona:

- Departamento de Ignifugación del Laboratorio General de Ensayos e Investigaciones de la Diputación Provincial de Barcelona (funciona desde 1.974)
- Laboratorio del Fuego de Barcelona.





LABORATORIS ENCAPRES DE-UNIVERSITATIS DE ENCAPRES DE INVESTIGACION DE A. P. M.

FRANCIA

Centre scientifique et technique du Bâtiment (CSTB).-54 Av. Jean Jaurés 77420, Champsur laime.

Laboratoires National d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.- 1, rue Gaston Boissier, 75015 Paris.

Laboratoire du Centre Technique et Industriel de la Construction Métallique (CCTM).- 10 rue de l'Insid, 97200, Guizières-les-etc.

Centre technique du bois (C.T.B.).- 10 Av. de la République, 75012 Paris.

Centre d'études du Métier et des travaux publics (CEMTP).- 12 rue Brancion, 75013 Paris.

GRAN BRETAÑA

Fire Research Station.- Borehamwood Hertfordshire SG6 2JG.

Yarsley Testing Laboratories.-

Department of Civil Engineering, University of London King's College.- Strand, London WC2R 2LS.

The FIRE PROTECTION ASSOCIATION (F.P.A.).- ALDS AND HOLDS, 115B STREET, LONDON EC4N 1LQ

Fire Research Station, - 115 BROADWAY, LONDON EC4N 1LQ

ALEMANYA

Deutscher Versuchsanstalt, mechanisch-technische Abteilung, und Materialprüfanstalt.- Darmstadt.

Landesanstalt für Materialprüfung (LMA).- Berlin

Material-Forschung, Glockenhof, Preussenstrasse 31-35.

Forschungs- und Materialprüfanstalt für das Bauwesen der Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 4, 7000- Stuttgart-Feinlinzen.

Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Te...., Seethofstrasse 52, 50-Ortenbergweg.

Institut für Holzforschung und Holztechnik der Universität München, München.

Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes.- Hamburg.

Staatliches Materialprüfanstalt Nordrhein-Westfalen, Marschwegstrasse 106, Dortmund-Ortenbergweg.

Jerusalemista



HOLANDA

Centrum voor Brandveiligheid B.V. - P O Box 49, Delft.

NORUEGA

Fire Research Laboratory, Department of Testing Materials, The University of Trondheim, The Norwegian Institute of Technology.- 7034 Trondheim - NM.

PORTUGAL

Laboratório Nacional de Engenharia Civil.- Av de Brasil, Lisboa 5.

SUIZA

Eidgenössische Material-prüfungsuniversitätsversuchsanstalt (EMPA).- Ueberlandstrasse 129-133, CH 8600 Dübendorf.

Brand-Verhütungsdienst für Industrie und Gewerbe.- Nüschelesstrasse 45, CH 8001 Zurich

RUSIA

Central Scientific Research Institute for Fire Protection.- Moscou

2.N.I.I.P.O. (Moscou).- L'Institute Central de Recherches sur la Protection d'incendie.

AUSTRIA

Staatlich Autorisierte Versuchsanstalt der Brandverhütungestelle für Oberösterreich.- Krankenhausstrasse 1, - A4020 Linz

Gemeinde Wien.- Magistratsabteilung 39.- A1010 WIEN, Rathaus.

BELGICA

Laboratorium voor Aanwending der Brandstoffen en Warmte-Overdracht St.- Pietersnieuwstraat 41.- 9000 Gent

Teststation: Ottergemse Steenweg 711 .- B-9000 Gent

DINAMARCA

National Testing Institute.-Amager Boulevard 108 .- DK-2300 Copenhagen S.

FINLANDIA

Fire Technology Laboratory - Technical Research Centre of Finland.- 02150 Espoo 15



LABORATORIOS NO EUROPEOS ESPECIALIZADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIA  
AL FUEGO

-ESTADOS UNIDOS

National Fire Protection Association (NFPA).-470 Atlantic Avenue,  
Boston, Mass. 02210

National Bureau of Standards, Fire Research Center,- Washington  
DC 20234. (NBS)

Underwriters Laboratories Inc.- 207 East Ohio St., Chicago, Ill.  
60611.

American National Standards Institute.- 1430 Broadway, New York,  
N Y 10018

Peterson Mutual Research.- 1151 Boston-Providence Turnpike, Norwood,  
Massachusetts 02062.

-CANADA

National Research Council of Canada (Division of Building Research).  
Ontario K1A 0R6, Ottawa.

-JAPÓN

Research Institute of Industrial Safety,- 5-35-1 Shiba, Minato-Ku,  
Tokyo.

Science University of Tokyo.- Yamazaki Foda-shi, Chiba-Ken.

-AUSTRALIA

CSIRO, Division of Building Research.- P.O. Box 50, Highett,  
Victoria 3190.

Barcelona, Enero de 1.975

LABORATORIOS ESPECIALIZADOS EN ENSAYOS DE RESISTENCIA AL FUEGO

(MARINA MERCANTE Y MILITAR)



-Lloyd's Register of shipping.  
71 Fenchurch Street, London, EC3 4BS Tf. 01-7099166.

-DIREKTORATET FOR STATENS SKIBSTILSYN  
Snorresgade 19, 2300 København S Tf. ASTA 7131

DENMARK

-DEPARTMENT OF TRANSPORTATION  
UNITED STATES COAST GUARD  
U.S. COAST GUARD (GLT-3/83)  
400 SEVENTH STREET S.W. Washington D.C. 20950

U.S.A.

-THE NATIONAL TESTING INSTITUTE  
DEPARTMENT C

STOCKHOLM SWEDEN

-DET NORSKE VERITAS  
POSTBOXS 6060 LINDSTAD OSLO 6

NORUEGA

-BUERAU VERITAS PARIS

FRANCE

-STATS PRØVEANSTALTEN  
NATIONAL INSTITUTE FOR TESTING OF MATERIALS  
108, Arager Boulevard  
2300 Copenhagen S.

DENMARK

-SjØFARTSDIREKTORATET  
Thv Meyersgt. 7 POSTBOXS 1123 OSLO DEP. OSLO 1

NORUEGA

-MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT  
S-GRABENHAGE - P.O. BOX 1-6 Tf. 070-74-74-74

HOLLAND

-SEE - BERUFSGENOSSENSCHAFT  
HAMBURG Tf. 361371

ALEMANIA

Barcelona, enero 1975

NORMAS DE ENSAYO

<u>I S O</u>	<u>B S</u>	<u>N E N</u>
R-1182 (r.f.)	476 Parte 1ª (r.f.)	1176 - Parte 2 (r.f.)
1196 (r.f.)	" 2ª	1076 (r.f.)
R- 834 (R.F.)	" 3ª	20181 (R.F.)
1210	" 4ª	
R- 871	" 5ª	
R-1172	" 6ª	
R-1326	" 7ª	
1162		

<u>N B N</u>	<u>D I N</u>	<u>U N E</u>
713030 (r.f.)	4102 (r.f.)	23093 (R.F.)
713020 (R.F.)	53459 (R.F.)	23122 ( R.F.)

<u>A S T M</u>	<u>F D M</u>	<u>N F T</u>
E 119 (R.F.)	92220 (R.F.)	5105 (R.F.)
757 (R.F.)		
D 2143		
D 5433		
D 568	<u>V D E</u>	
D 1962	0471	
D 2863		
D 635		
D 2843		

r.f. reacción al fuego

R.F. resistencia al fuego

(el resto corresponde al materiales diversos)



## APARATOS DE REACCION AL FUEGO

### Ensayos básicos

"Llama de etanol".- Para artículos flexibles de espesor menor a 0,5 cms. Consta de un pórtico vertical en donde va suspendida la probeta y debajo de la misma se coloca un recipiente con 2 cm<sup>3</sup>. de alcohol de 98%. Se mide la presencia de llamas, su magnitud y el área destruida.

"Superficie radiante".- Para artículos rígidos y flexibles de espesor mayor de 0,5 cms. Consta de un plano inclinado a 45° donde se deposita la muestra y debajo de la misma va un elemento de radiación térmica con potencia de 475 W. que provoca el desprendimiento de los gases y mediante unos elementos de inflamación de los mismos se miden: cuatro índices.

i = índice de inflamabilidad.

s = índice de desarrollo de la combustión.

h = índice de la altura máxima de las llamas.

c = índice de combustibilidad.

### Ensayos complementarios

"Poder calorífico".- Mediante una bomba calorimétrica y sirve para definir los materiales en "incombustibles" si las calorías obtenidas son inferiores a 600 Kcal/Kilo.

"Velocidad de la propagación de la llama".- Valora la velocidad de la propagación de la llama en sentido horizontal.

"Aparato de goteo".- Para artículos fundibles. Consta de un soporte vertical con la probeta y encima de la cual va un elemento eléctrico de superficie radiante de 500 W. Las gotas fundidas caen sobre otra superficie con algodón hidrófilo. el cual se inflama según la temperatura de dicha



## HORNOS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA AL FUEGO

Todos los hornos para ensayos de Resistencia al Fuego, deben cumplir el programa térmico que establece la norma ISO 834 y que también contempla la UNE 23093, DIN 4102, BS 476, ASTM-119 en sus términos más importantes. Dicho programa térmico viene representado por la expresión:

$$T - T_0 = 345 \lg (8t + 1)$$

T = Temperatura dentro del horno en un momento dado.

T<sub>0</sub> = Temperatura dentro del horno al iniciarse el ensayo (temperatura ambiente).

t = Tiempo en minutos.

Las variaciones de T - T<sub>0</sub> en función de (t), son muy significativas para cada tipo de material, por cuanto según la naturaleza del mismo nos dará, entre otras, las siguientes variantes:

- Distinto poder calorífico (calorías).
- Masa de la probeta (calorías)
- Inflamabilidad de los gases con volumen distinto y diferente naturaleza química (calorías).
- Vapor de agua.

Todas estas incidencias no se presentan en los mismos tiempos de t para los distintos tipos de probetas, sino que varían según la naturaleza y aspecto real de las mismas.

El conjunto de todo ello hace que la regulación interna de los hornos en cuanto a la admisión de combustible, su mezcla con el aire exterior, el reciclaje de los gases calientes y el escape a la atmósfera, esté debidamente coordinado con la regulación termostática y mediante cañas pirométricas cuya respuesta eléctrica regula sistemáticamente los servomotores de las válvulas de las boquillas inyectoras.



Toda la tecnología de cada horno, precisa de un equipo experto que durante el ensayo esté cubriendo todas las zonas de vigilancia y control para que se vaya cumpliendo el programa térmico citado.

#### Ensayos bajo carga

Para que los ensayos sean representativos de la realidad, aquellos materiales que soportan cargas (pies derechos de hormigón, de hierro, muros, techos, tabiques, etc.) se ensayan dentro de horno bajo carga, la cual se consigue mediante cilindros oleoneumáticos con sistemas de aislamiento adecuado.

#### Control de flechas por pérdida de resistencia

Los materiales normalmente usados en estructuras y construcción civil, bajo el efecto del fuego se flexan y es necesario conocer exactamente el valor de las flechas -en función del tiempo  $t$  - dentro del horno y trabajando según el programa térmico indicado, para ello se registra en forma continua los avances de los cilindros de presión y simultáneamente el gráfico de la flecha correspondiente.

#### Control por circuito interno de T.V.

Para observar el proceso y comportamiento de cada material durante el ensayo, es conveniente la instalación de un circuito interno de T.V. mediante el cual observar las anomalías que se van produciendo, tales como:

- Desprendimientos de capas externas.
- Puntos de inflamación y su importancia.
- Zonas de mayor grado de extensión de las inflamaciones.



- Comportamiento de la zona central en ensayos bajo cargas.
- Respuesta de los tratamientos ignífugantes e intumescentes.

Dimensiones y cargas comunmente empleadas

<u>Probeta</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Carga</u>
Pies derechos	3,60 mts.	Hasta 300 Tns. (carga concentrada bajo un cilindro).
Muros de carga	3 x 3 mts.	Hasta 100 Tns. (carga uniformemente repartida en 4 cilindros).
Suelos y techos	3,70 x 3 mts.	Hasta 36 Tns. (carga uniformemente repartida en 4 cilindros).
Puertas	1,75 x 2,10 mts.	Sin carga.