

INFORME DE ENSAYE DE RESISTENCIA AL FUEGO

Nº Informe : 644592

Fecha : 25 AGO 2006

SERVICIO : ENSAYE DE RESISTENCIA AL FUEGO
REALIZADO POR : Ing. Lehadán Celedón
SOLICITADO POR : CARPENTER S.A.
At. : Sr. Gonzalo Mella
DIRECCIÓN : Avda. Einstein 678
COMUNA : Recoleta
TELÉFONO : 390 2400
ANTECEDENTES : INF-IPF-034-06
OT - 93

El ensayo se realizó en conformidad con la Norma NCh 935/2 Of.84 "Ensayo de Resistencia al Fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre" en el Laboratorio del Área de Ingeniería de Protección Contra el Fuego de DICTUC, Avenida Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

DICTUC es Institución Oficial de Control Técnico de Calidad de los Materiales y Elementos Industriales para la Construcción (IOCT), de acuerdo a la Resolución N°1563 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.



Ing. Orelvis González C.
Jefe Sección

División Ingeniería y Gestión de la Construcción
División Ingeniería Mecánica y Metalúrgica

La información contenida en el presente informe o certificado constituye el resultado de un ensayo, calibración o inspección técnica específica acotado únicamente a las piezas, partes, instrumentos o patrones o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido "certificados por DICTUC", ni reproducir en ninguna forma el logo, nombre o marca registrada de DICTUC, salvo que exista una autorización previa y por escrito de DICTUC.

INF-IPF-034-06

Resumen Ejecutivo

Elemento Ensayado	: Conjunto Puerta – Marco – Cerradura.
Norma	: NCh 935/2 Of.84 "Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre".
Clasificación	: F - 30
Fecha del Ensaye	: 09 de agosto de 2006.
Cliente	: Carpenter S.A.

Descripción del elemento ensayado:

Puerta de acceso a departamento. Las dimensiones del conjunto marco – puerta son de 2,2 m de alto y 1 m de ancho.

El bastidor de la puerta es de *lenga* con uniones tipo "finger joint" hecho con listones de 37 por 37 mm.

La hoja de la puerta esta cubierta por ambos lados con un tablero de MDF de 6 mm espesor con dibujo "router" bajo relieve de 2 mm.

El relleno de la puerta es de un núcleo central compuesto por un tablero de MDF de 37 mm de espesor. El cabezal, los batientes y el marco son de tipo doble contacto.

El marco es de *lenga* con una escuadría nominal de 90 por 50 mm, con uniones tipo "finger joint" y en sus cantos internos esta protegido con una cinta plástica intumescente de 10 mm de ancho y 1,5 mm de espesor.

Se utilizó una manilla marca *Carpenter* (de acero inoxidable satinado, con roseta base de 52mm sujeta con 2 tornillos para madera, un tornillo "allen" y vástago de 8 por 8mm); una cerradura marca *Carpenter* (cuerpo de acero zincado, con un frente de 2,5 mm de espesor y una sección de 22 por 196mm, un eje de 50mm y terminación Niquel Satin) y 4 bisagras marca *Carpenter* (de acero inoxidable satinado, calidad 304, de 3 por 3 pulgadas y 2,5 mm espesor, pasador extraíble y 3 tornillos por hoja).

Este informe entrega los detalles constructivos, las condiciones del ensaye y los resultados obtenidos cuando este elemento específico fue ensayado siguiendo los procedimientos especificados en la Norma NCh 935/2. Cualquier desviación significativa con respecto al tamaño, detalles constructivos y condiciones de borde y de término del ensaye pueden invalidar los resultados del ensaye.

La resistencia al fuego de un elemento describe su comportamiento sólo durante el incendio, y no determina su capacidad para continuar siendo usado después del incendio.

1. Introducción

El señor Gonzalo Mella en representación de **Carpenter S.A.**, solicitó al Área de Ingeniería de Protección contra el Fuego (IPF) de DICTUC, la ejecución de un ensayo de resistencia al fuego a un conjunto marco - puerta, según los procedimientos establecidos en la Normas **NCh 935/2 Of.84 "Ensayo de Resistencia al Fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre"**.

La finalidad de este ensayo es determinar la resistencia al fuego de la probeta indicada.

Este documento contiene el informe técnico presentado por IPF a **Carpenter S.A.**, en base a los resultados obtenidos en el ensayo solicitado.

2. Procedimiento General

El ensayo consiste en exponer el elemento al calor de un horno cuya temperatura se rige según la curva normalizada de Temperatura/tiempo señalada en la norma **NCh 935/1 Of. 97 "Ensayo de Resistencia al Fuego - Parte 1: Elementos de Construcción en General"**. Esta curva está dada por la relación:

$$T - T_0 = 345 \log(8t + 1), \text{ (ver Figura 3).}$$

Donde, T es la temperatura interna del horno, T_0 la temperatura inicial del horno y t el tiempo transcurrido en minutos.

Las temperaturas dentro del horno se miden con seis termocuplas tipo K envainadas y aisladas mineralmente y distribuidas de forma uniforme.

La temperatura de la probeta se mide con nueve termocuplas tipo K (ver Figura 2).

3. Criterio para la Valoración de los Resultados

Según lo establecido en la normas NCh 935/2, la resistencia al fuego de una puerta o elemento de cierre de huecos, con todos sus componentes, deberá juzgarse en función del menor tiempo de resistencia determinado según los cuatro criterios siguientes:

3.1. Estabilidad mecánica

Anotar el momento en que la muestra se deteriora, se forman brechas o se produce el fallo de los mecanismos de apertura y cierre.

Los fallos mecánicos debidos a roturas parciales, flechas, etc., podrán admitirse en la medida en que no perjudiquen la seguridad en la función que deba desempeñar la puerta o elemento de cierre en la construcción.

En caso de la ausencia de fallas de esta clase, se considerará que la duración, respecto al criterio de estabilidad mecánica, es igual a la duración del ensaye.

3.2. Estanquidad a las llamas

La puerta o elemento de cierre se considera estanco a las llamas, cuando al acercar una mota de algodón y mantenerla como mínimo 10 s y máximo 30 s, separado entre 20 y 30 mm del centro de fisuras, agujeros y otras aberturas del elemento de cierre, la mota de algodón no se inflama.

3.3. Emisión de gases inflamables

Los gases emitidos por la cara no expuesta, se considerarán inflamables si arden al aproximar una llama cualquiera y continúan espontáneamente ardiendo al menos durante 20 s después de retirada la llama.

3.4. Aislamiento térmico

- Temperatura media de la cara no expuesta

Que la temperatura media de la cara no expuesta del elemento no aumente por sobre la temperatura inicial en más de 140°C.

- Temperatura máxima de la cara no expuesta

Que la temperatura máxima en cualquier punto de la cara no expuesta no exceda a la temperatura inicial en más de 180°C.

- Temperatura máxima en el marco, por el lado no expuesto.

Que la temperatura máxima del lado expuesto del marco no exceda a la temperatura inicial en más de 180°C. Esta condición **NO es de rechazo**, pero debe ser informada en el informe.

4. Descripción del Laboratorio

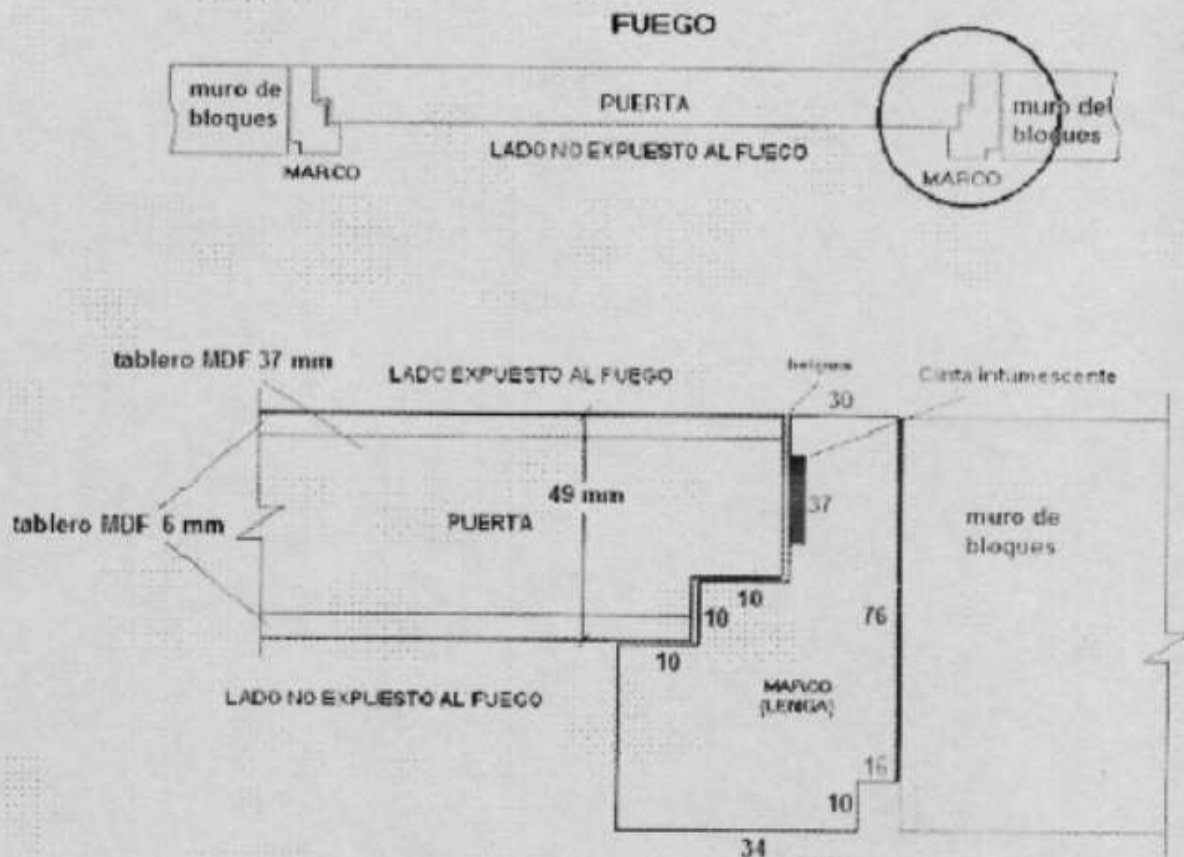
El Laboratorio del Área de Ingeniería de Protección Contra el Fuego de DICTUC se ubica en Avenida Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

Cuenta con un horno basculante que permite realizar tanto ensayos de elementos verticales como horizontales. Su sistema de combustión a gas natural y un moderno sistema de control automático le permiten seguir la curva de calentamiento establecida por la norma, garantizando además una distribución homogénea de temperaturas y la distribución de presiones requerida.

5. Descripción del(os) Elemento(s) a Ensayar

- **Descripción del muro en el que se monta el conjunto Marco – Puerta:** La puerta fue montada en un muro de bloques huecos de hormigón de 19 cm de espesor.
 - *Dimensiones:* 380 cm de ancho y 330 cm de alto.
- **Descripción de la probeta y detalles de su construcción y los materiales empleados:**
 - *Dimensiones:*

Las dimensiones del conjunto marco – puerta son de 2,2 m de alto y 1 m de ancho. Las demás dimensiones se aprecian esquemáticamente en la **Figura 1**:

**Figura 1**

Esquema y Detalle Constructivo en corte del Conjunto Marco-Puerta.
Dimensiones en Milímetros

- Materiales constituyentes y Detalles constructivos:

- El bastidor de la puerta es de *lenga* con uniones tipo "finger joint" hecho con listones de 37 por 37 mm.
- La hoja de la puerta esta cubierta por ambos lados con un tablero de MDF de 6 mm espesor con dibujo "router" bajo relieve de 2 mm.
- El relleno de la puerta es de un núcleo central compuesto por un tablero de MDF de 37 mm de espesor. El cabezal, los batientes y el marco son de tipo doble contacto.
- El marco es de *lenga* con una escuadria nominal de 90 por 50 mm, con uniones tipo "finger joint" y en sus cantos internos esta protegido con una cinta plástica intumescente de 10 mm de ancho y 1,5 mm de espesor.

- Manilla marca *Carpenter* de acero inoxidable satinado, calidad 304, con roseta base de 52mm sujeta con 2 tornillos para madera, un tornillo "allen" por manilla y vástago de 8 por 8mm.
- Cerradura marca *Carpenter*, cuerpo de acero zincado, con un frente de 2,5 mm de espesor y una sección de 22 por 196mm, un eje de 50mm y terminación Niquel Satin.
- 4 Bisagras marca *Carpenter* de acero inoxidable satinado, calidad 304, de 3 por 3 pulgadas y 2,5 mm espesor, pasador extraíble y 3 tornillos por hoja.
- **Descripción de holguras y/o resquicios Marco – Puerta:** Las holguras promedio medidas son:
 - Lado izquierdo (manilla): 1 mm.
 - Lado derecho: 1 mm.
 - Borde superior: 1 mm.
 - Borde inferior: 1 mm (respecto al vano).
- **Descripción del método de fijación al muro y eventuales juntas:** El marco de la puerta fue fijado al muro por medio de pernos de anclaje de 3/8" por 5".
- **Descripción de los aislamientos, si los hubiera:** No se consideraron aislamientos adicionales a la probeta.
- **Indicación de la cara expuesta al fuego:** La puerta es simétrica respecto a su composición interior. Se ensayó considerando como lado expuesto al fuego la cara "externa" según el sentido de apertura de la puerta, vale decir la puerta abre hacia "adentro" del horno. Este sentido de ensayo fue elegido considerando que el uso de indicado de la puerta es de acceso a departamento.

En el anexo de este informe se adjuntan fotografías del conjunto antes, durante y después del ensayo.

6. Preparación y Condiciones del Ensayo

- Fecha de Recepción de los materiales: 25 de junio de 2006
- Contenido inicial de humedad de la probeta:
 - Puerta: 7,5%
 - Marco: 11%
- Tiempo de Fragüe/Secado: No aplicable.
- Condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa).
 - Durante el montaje de la probeta: $15,5 \pm 4,5^{\circ}\text{C}$, $62,5\% \pm 14,5$ HR.
 - Al inicio del Ensayo: $15,2^{\circ}\text{C}$ y 60% HR.
- Puntos de toma de presión: Se midió la presión estática al interior del horno en tres posiciones, manteniendo una sobre presión positiva en los dos tercios superiores de la puerta.
- Ubicación de Las Termocuplas: La **Figura 2** muestra esquemáticamente la posición de las termocuplas. Se consideraron cinco termocuplas en la puerta (TP01 a TP05), además de otras dos en el marco, una en la manilla y una en el vidrio.

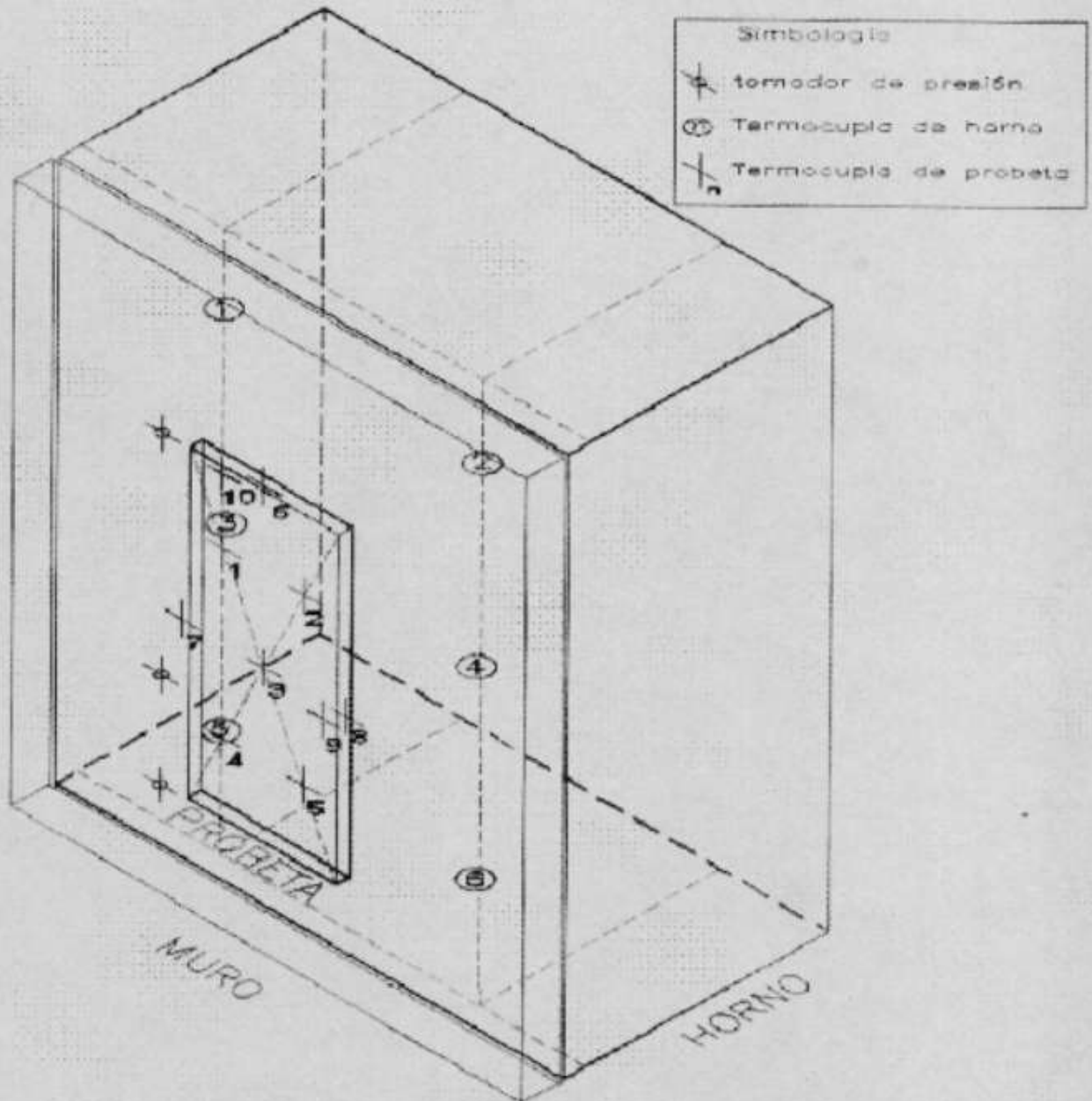


Figura 2
Ubicación de las Termocuplas de Probeta

7. Resultados del Ensayo

En la **Tabla 1** se incluye el resumen de los datos de interés registrados durante el ensayo. La **Tabla 2** contiene los valores puntuales registrados por cada termocupla de probeta.

La **Figura 3** muestra las curvas de calentamiento teóricas y reales del ensayo. La **Figura 4** muestra las curvas de temperatura en la cara no expuesta de la probeta ensayada. La **Tabla 3** muestra las desviaciones entre las curvas teórica y real del ensayo.

Tabla 1
Mediciones Durante el Ensayo

Tiempo (minutos)	Temperatura Curva Norma NCh 935/1 (°C)	Temperatura Horno (°C)
0	13	13
1	342	223
2	438	337
3	495	425
4	537	505
5	569	545
6	596	570
7	619	601
8	638	633
9	656	644
10	671	646
11	686	655
12	698	680
13	710	683
14	721	684
15	732	693
16	741	704
17	750	720
18	759	736
19	767	739
20	774	743
21	782	756
22	789	758
23	795	765
24	802	777
25	808	790
26	813	788
27	819	798
28	825	807
29	830	816
30	835	826
31	840	830
32	844	826

Tabla 2
Mediciones de Temperatura en la Probeta (cara no expuesta al fuego)
Durante el Ensayo

Tiempo (minutos)	Temp. T-cupla Probeta N°1 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°2 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°3 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°4 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°5 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°6 (marco izquierdo) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°7 (marco derecho) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°8 (marco superior) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°9 (manilla) (°C)	Temp. Promedio de puerta (°C)
0	14	13	13	13	13	14	13	13	14	13
1	14	13	13	13	13	14	13	13	14	13
2	14	13	13	13	13	14	13	13	14	13
3	14	14	13	13	13	14	13	13	14	14
4	14	14	13	13	13	14	13	13	14	14
5	14	14	14	13	13	14	13	13	14	14
6	14	14	14	14	13	14	13	13	14	14
7	14	14	14	14	13	14	13	13	14	14
8	14	14	14	14	13	14	13	13	14	14
9	14	14	14	14	13	14	13	13	15	14
10	15	14	14	14	14	14	14	14	15	14
11	15	14	14	14	14	15	14	14	15	14
12	15	14	14	14	14	15	14	14	15	14
13	15	15	14	14	14	15	14	14	15	14
14	15	15	14	14	14	15	14	14	16	14
15	16	16	14	14	14	15	14	14	16	15
16	16	16	15	14	14	16	14	14	17	15
17	17	18	15	15	14	16	14	14	17	16
18	18	19	16	16	15	16	14	14	17	17
19	19	20	16	17	15	16	14	15	18	17
20	20	22	17	17	16	17	15	15	19	18
21	21	23	18	19	16	17	15	15	20	20
22	23	25	19	20	17	17	15	15	20	21
23	24	27	20	21	18	18	15	16	21	22
24	26	29	22	23	20	18	16	16	22	24
25	28	31	23	25	21	19	16	16	23	25
26	30	33	25	27	23	19	17	17	24	27
27	32	35	27	28	24	20	17	17	25	29
28	34	37	29	30	26	20	18	18	26	31
29	37	40	31	32	28	21	19	18	27	34
30	39	42	33	35	30	22	19	19	28	36
31	42	44	36	37	32	23	20	19	29	38
32	44	47	38	39	35	24	21	20	31	41

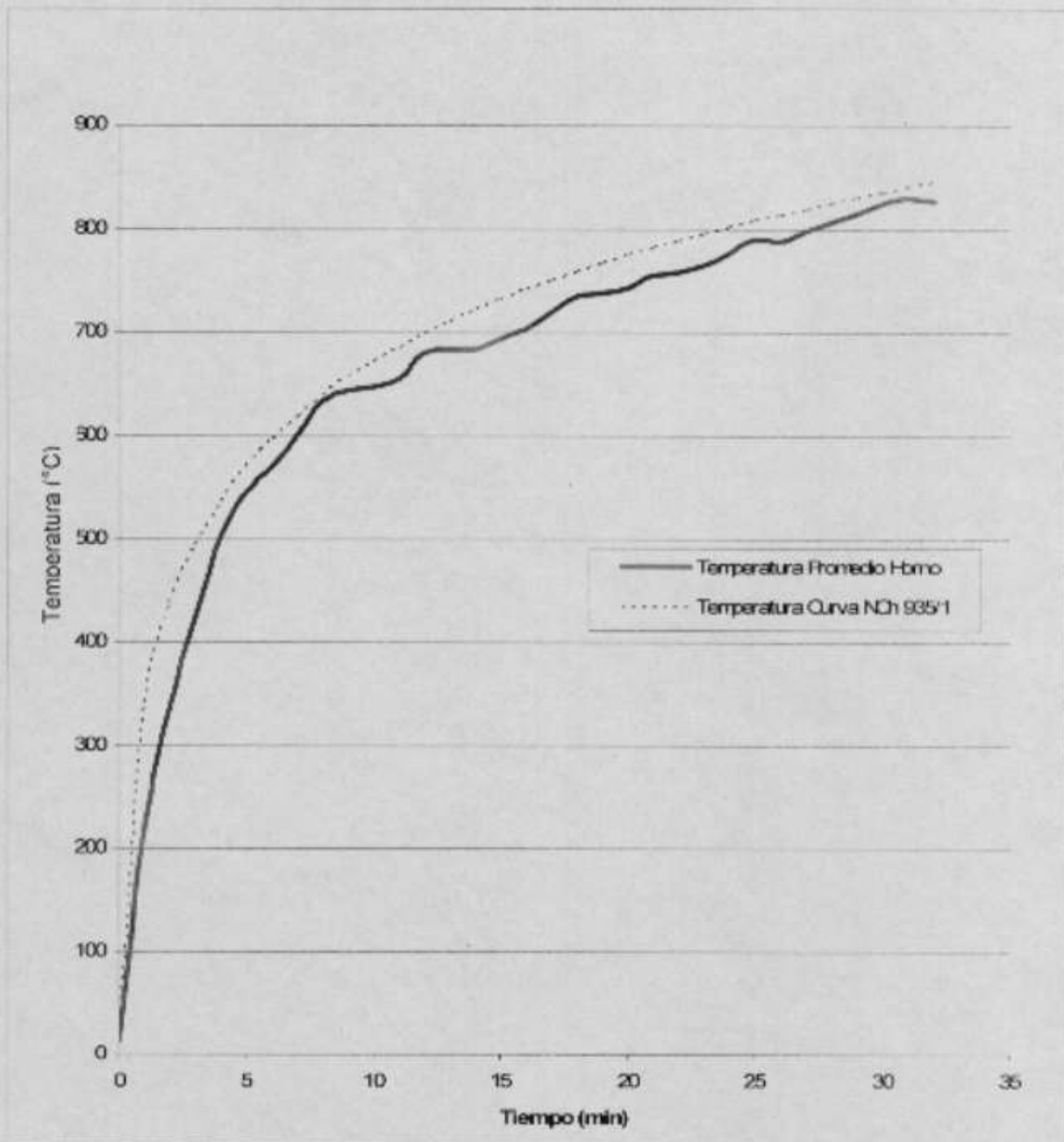


Figura 3
Curvas de Temperatura Normalizada y Real al Interior del Horno

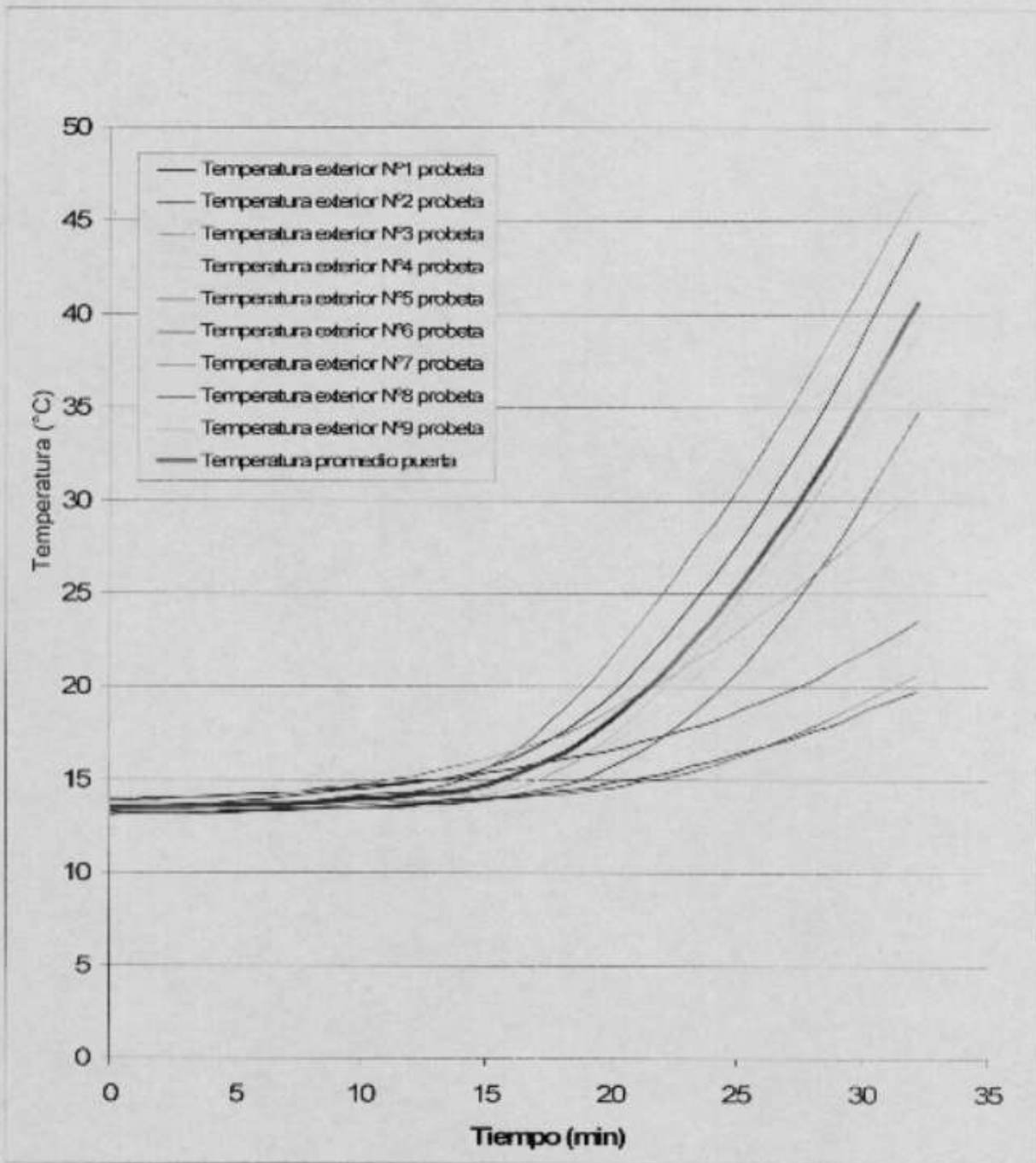


Figura 4

Curvas de Temperatura de Cara No Expuesta de la Probeta (Puerta - Marco)

Tabla 3
Desviación de Temperatura

Tiempo (min)	Área bajo curva NCh 935-1 (°C x min)	Área bajo curva Horno (°C x min)	Desviación Real Horno (%)	Desviación máx. NCh 935-1 (%)
0 - 10	5233	4812	-8.0%	±15%
0 - 30	20585	19638	-4.6%	+10%
0 - 32	22265	21293	-4.4%	±10%

8. Análisis de Resultados

- *Tiempo y tipo de falla:* A los **31 minutos** del ensayo se registró falla por emisión de gases inflamables, al aparecer llamas sostenidas durante más de 20 segundos, tras aplicar una llama piloto en el borde superior derecho de la puerta. Lo anterior se aprecia en las fotografías anexadas a este informe.
- *Indicación si la puerta puede abrirse después de enfriada:* El estado de carbonización de la puerta impidió abrirla después de enfriada.

9. Clasificación

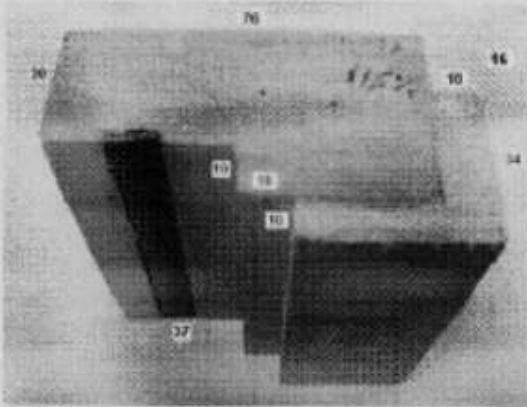
La probeta ensayada obtiene una clasificación de Resistencia al Fuego **F-30**.

10. Bitácora del Ensayo

Tiempo (mm:ss)	Observación
00:00	Se inicia el ensayo
08:00	Aparición de humos a través de la holgura marco – puerta en costado superior derecho
17:30	Aparición de humos a través de la holgura marco – puerta en costado superior derecho
28:00	Se aprecia carbonización de la puerta en el borde superior izquierdo, ver fotografías 5 y 6
28:10	Se realizan pruebas de estanquidad a las llamas (mota de algodón) y emisión de gases inflamables (llama piloto) en el borde superior izquierdo de la puerta con resultado negativo en ambas, ver fotografía 5
31:40	Falla del elemento por aparición de gases inflamables. Al acercar llama piloto llama se produce llama sostenida (duración >20 s) en borde superior derecho de la unión puerta – marco (ver fotografía 6)

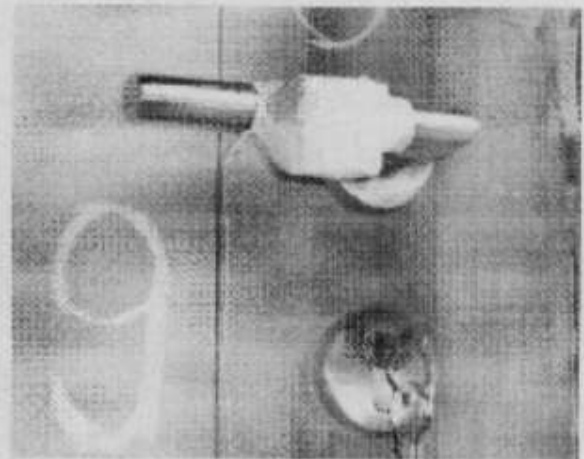
11. Anexos

Se adjuntan a continuación imágenes durante la preparación de la probeta, y durante y después del ensaye.



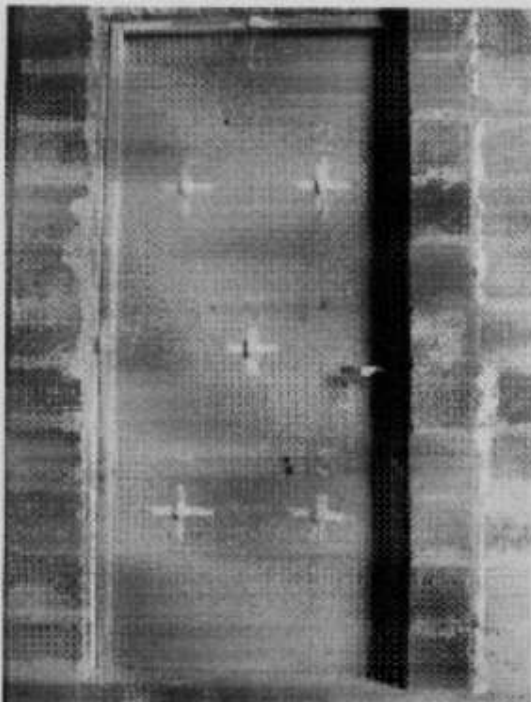
Fotografía 1

Vista del marco, se indican dimensiones en mm



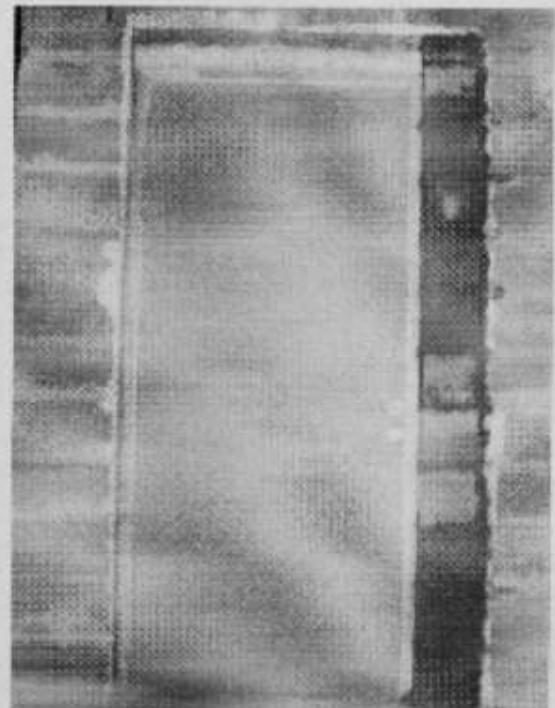
Fotografía 2

Vista de la cerradura y manilla



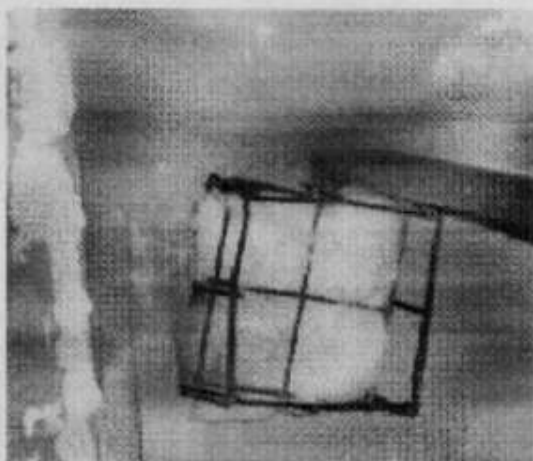
Fotografía 3

Vista de la cara no expuesta al fuego de la probeta, antes del ensaye

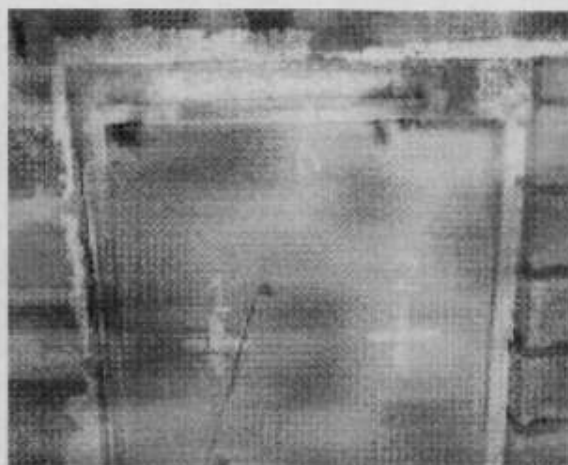


Fotografía 4

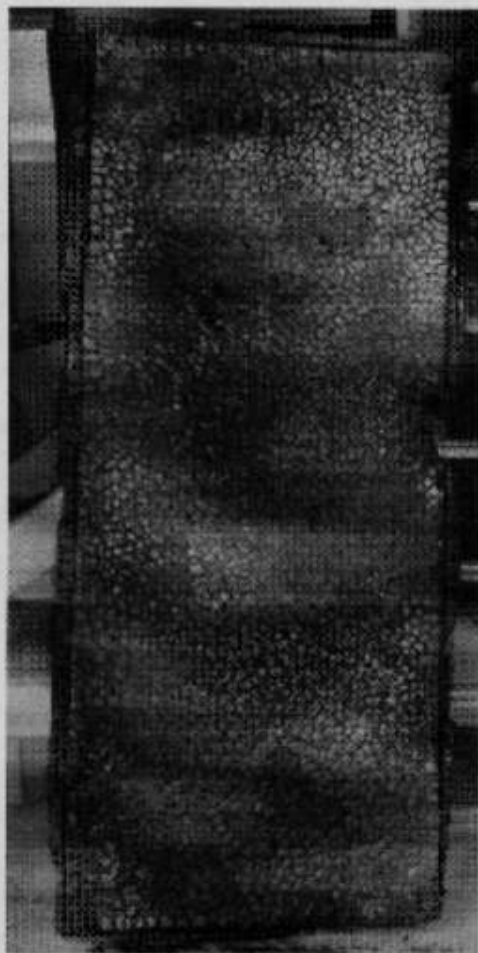
Vista de la cara expuesta al fuego de la probeta, antes del ensaye



Fotografía 5
Aplicación de prueba de mota de algodón,
con resultado negativo



Fotografía 6
Aparición de llama sostenida por emisión de
gases inflamables (con llama piloto), condición
de falla de la puerta



Fotografía 7
Vista de la cara expuesta al fuego, después
del ensaye