

## INFORME DE ENSAYE DE RESISTENCIA AL FUEGO

Nº Informe : **724970**

Fecha : **07 NOV 2007**

SERVICIO : **ENSAYE DE RESISTENCIA AL FUEGO**  
REALIZADO POR : Ing. Lehadán Celedón  
SOLICITADO POR : Comercial Italinnea Ltda. / Sundoors S.A.  
At. : Sr. Andrés Moreno / Carlos Escobar  
DIRECCIÓN : Gerónimo de Alderete 1457/1463  
Panamericana Norte 18800 lote 18  
COMUNA : Vitacura / Quilicura  
TELÉFONO : (02) 218 2107/ 414 8703  
CORRELATIVO : INF-IPF-060-07  
OT – ERF – 010/2  
ANTECEDENTES : IPF-P-070-07

El ensaye 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 está inscrito en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción, de acuerdo a la **Resolución Exenta Nº 4753 del 07 de septiembre de 2007** del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, además se encuentra acreditado por INN, Acreditación LE356.



Dr. 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 ensaye, 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-060-07

COPIA

## Resumen Ejecutivo

<b>Elemento Ensayado</b>	: Conjunto Puerta – Marco – Cerradura.
<b>Norma</b>	: NCh 935/2 Of.84 "Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre".
<b>Resistencia al Fuego</b>	
<b>Obtenida</b>	: 41 minutos.
<b>Clasificación</b>	: F – 30.
<b>Fecha del Ensaye</b>	: 13 de septiembre de 2007.
<b>Cliente</b>	: Comercial Italinnea Ltda. / Sundoors S.A.

### Descripción del elemento ensayado:

#### Dimensiones:

- Puerta (hoja) de 2,07 m de alto, 960 mm de ancho y 45 mm de espesor.
- Conjunto puerta – marco: 2,10 m de alto y 1,00 m de ancho y 90 mm de espesor.

#### Componentes de la Puerta:

- El bastidor es de madera de lenga de sección 37 x 40 mm, con uniones tipo finger joint, con perfilado perimetral de doble contacto.
- El relleno de la puerta consiste en placas de MDF de 12 y 25 mm de espesor.
- El relleno de la puerta esta cubierto por ambas caras con una placa de MDF de 4 mm de espesor.

#### Marco:

- Compuesto de un cabezal y dos piernas de lenga de escuadría de 40 por 90 mm de tipo doble contacto, con uniones tipo finger joint, laminado.

#### Accesorios:

- Manilla marca ITALINNEA, Línea 800 en Acero Inoxidable.
- Cerradura marca ITALINNEA/ITL, niquelada, tipo seguridad L4.
- Cilindro de Bronce Niquelado ITALINNEA.
- Dos Rosetas de Acero Inoxidable "AcerInox Seguridad".
- Cuatro Bisagras en acero Niquelado, marca ITALINNEA de 3" por 3" por 2,5 mm de espesor.
- Manillón ITALINNEA I2000 con KIT 1/19.
- Vástago de Expansión.

*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.*

**La resistencia al fuego es una propiedad de un sistema constructivo como conjunto, y no de alguna de sus partes por separado.**

## 1. Introducción

Los señores Andrés Moreno y Carlos Escobar, en representación de Comercial Italinnea Ltda. (ITALINNEA) y Sundoors S.A., solicitaron al Área de Ingeniería de Protección contra el Fuego (IPF) de DICTUC, la ejecución de un ensaye de resistencia al fuego a un conjunto puerta – marco – cerradura, según los procedimientos establecidos en la Norma **NCh 935/2 Of.84 “Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre”**.

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

Este documento contiene el informe técnico presentado por IPF a **ITALINNEA y Sundoor’s S.A.**, en base a los resultados obtenidos en el ensaye solicitado.

## 2. 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 ensayes 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.

## 3. Procedimiento General

El ensaye 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:

$$T - T_0 = 345 \log(8t + 1), \text{ (ver Figura 3 en Anexo 7.3).}$$

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**, en **Anexo 7.2**).

#### 4. Criterio para la Valoración de los Resultados

El **Anexo 7.1** de este informe entrega los criterios para la valoración de los resultados obtenidos en este ensaye.

#### 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 lisos y huecos de hormigón de 19 cm de espesor.

- *Dimensiones del muro:* 3,80 m de ancho y 3,30 m de alto.

- **Descripción de la probeta:**

Según la información entregada por el mandante:

- Dimensiones:

- Puerta (hoja) de 2,07 m de alto, 960 mm de ancho y 45 mm de espesor.
- Conjunto puerta – marco: 2,10 m de alto y 1,00 m de ancho y 90 mm de espesor.

- Componentes de la Puerta:

- El bastidor es de madera Lengua de sección de 37 por 40 mm, con uniones tipo finger joint.
- El relleno de la puerta está compuesto por una placa de MDF de 12 mm de espesor y otra placa de MDF de 25 mm de espesor.
- El relleno de la puerta esta cubierto por ambas caras con una placa de MDF de 4 mm de espesor.

- Marco:

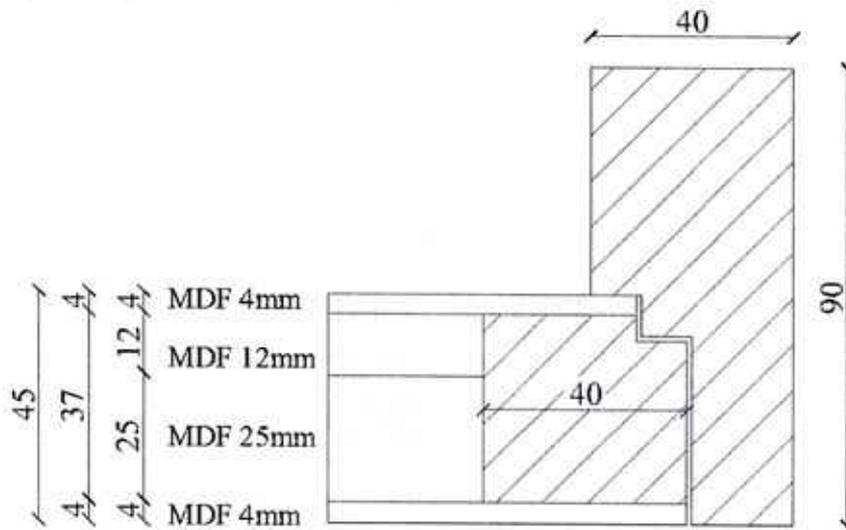
- Compuesto de un cabezal y dos piernas de Lengua con uniones tipo finger joint de 40 por 90 mm, del tipo doble contacto.

- Accesorios:

- Manilla marca ITALINNEA, Línea 800 en Acero Inoxidable.
- Cerradura marca ITALINNEA/ITL, niquelada, tipo seguridad L4.
- Cilindro de Bronce Niquelado ITALINNEA.
- Dos Rosetas de Acero Inoxidable "Acerolnox Seguridad".
- Cuatro Bisagras en acero Niquelado, marca ITALINNEA de 3" por 3" por 2,5 mm de espesor.

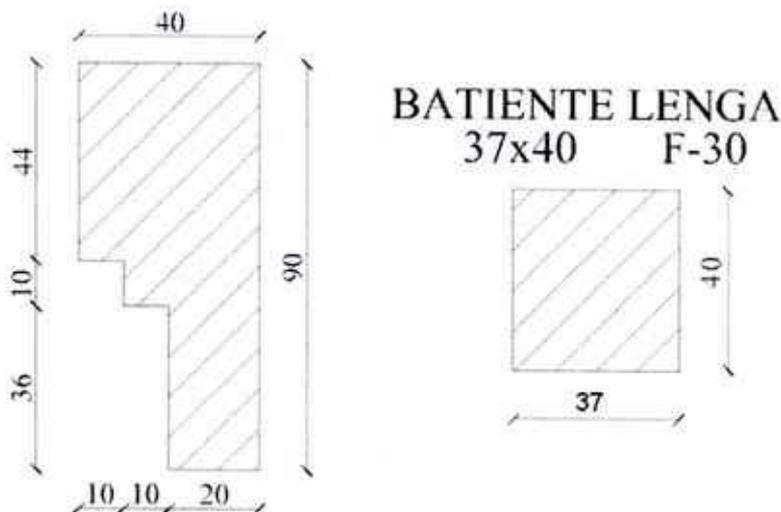
- Manillón ITALINNEA I2000 con KIT 1/19.
- Vástago de Expansión.

Las **Figuras 1A, 1B y 1C** muestran esquemáticamente el marco y la sección de la puerta y el bastidor:



**Figura 1A**

Esquema en Corte del Conjunto Marco-Puerta, dimensiones en mm



**Figura 1B**

Esquema en Corte del Marco, dimensiones en mm



**ESTRUCTURA  
BASTIDOR**

**Figura 1C**  
Esquema del Bastidor de la Puerta

- **Descripción de holguras y/o resquicios Marco – Puerta:** Las holguras promedio medidas son:
  - *Lado izquierdo:* 1 mm.
  - *Lado derecho:* 1 mm.
  - *Borde superior:* 1 mm.
  - *Borde inferior:* 2 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 4".
- **Descripción de los aislamientos, si los hubiera:** No se consideraron aislamientos adicionales a la probeta.
- **Indicación de la cara expuesta al fuego:** Se ensayó considerando que la puerta abre hacia "adentro" del horno. Este sentido de ensaye fue elegido considerando que el uso indicado de la puerta es de acceso a departamentos, se contempla que un eventual incendio suceda desde el interior del departamento, donde la puerta abre según el sentido de ingreso al interior del departamento (la puerta deberá proveer la resistencia al fuego procurando mantener el pasillo seguro como vía de evacuación hacia la caja escala).

En el **Anexo 7.2** de este informe se agrega información referente a las condiciones de recepción y montaje de la probeta, como de la instalación de las termocuplas.

## 6. Resultados del Ensayo

- *Tiempo y tipo de falla:* A los **41 minutos** del ensayo, se produjo falla por **emisión de gases inflamables**, al inflamarse los gases emitidos por la muestra al acercar una llama. Estos gases continuaron ardiendo por más de 20 s después de retirada la llama.

Al momento de la falla (a los 41 minutos de ensayo), la temperatura promedio de las 5 termocuplas instaladas en la puerta fue de 67°C.

- *Indicación si la puerta puede abrirse después de enfriada:* el estado de carbonización de la puerta impidió abrirla.

### 6.1 Clasificación

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

### 6.2 Bitácora del ensayo

Tiempo (mm:ss)	Observación
0:00	Se inicia el ensayo.
05:27	Comienza a salir humo en contactos marco – puerta.
35:35	Comienza a aparecer incandescencia en la parte de la cerradura ( <b>Fotografía 5</b> ) y se realiza la prueba de la prueba de la mota de algodón, con resultado negativo ( <b>Fotografía 6</b> ).
38:12	Comienza a salir grandes cantidades de humo en la parte superior de la probeta ( <b>Fotografía 7</b> ).
41:37	Se realiza la prueba de emisión de gases inflamables con resultado positivo ( <b>Fotografía 8</b> ), se produce la falla de la probeta.
42:00	Se detiene el ensayo.

El **Anexo 7.3** de este informe muestra los registros de temperatura y las respectivas gráficas obtenidas durante el ensayo. También se muestran las desviaciones entre las curvas teórica y real del ensayo.



## 7. Anexos

### 7.1 Criterios 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:

#### 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.

#### 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. 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.

#### 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

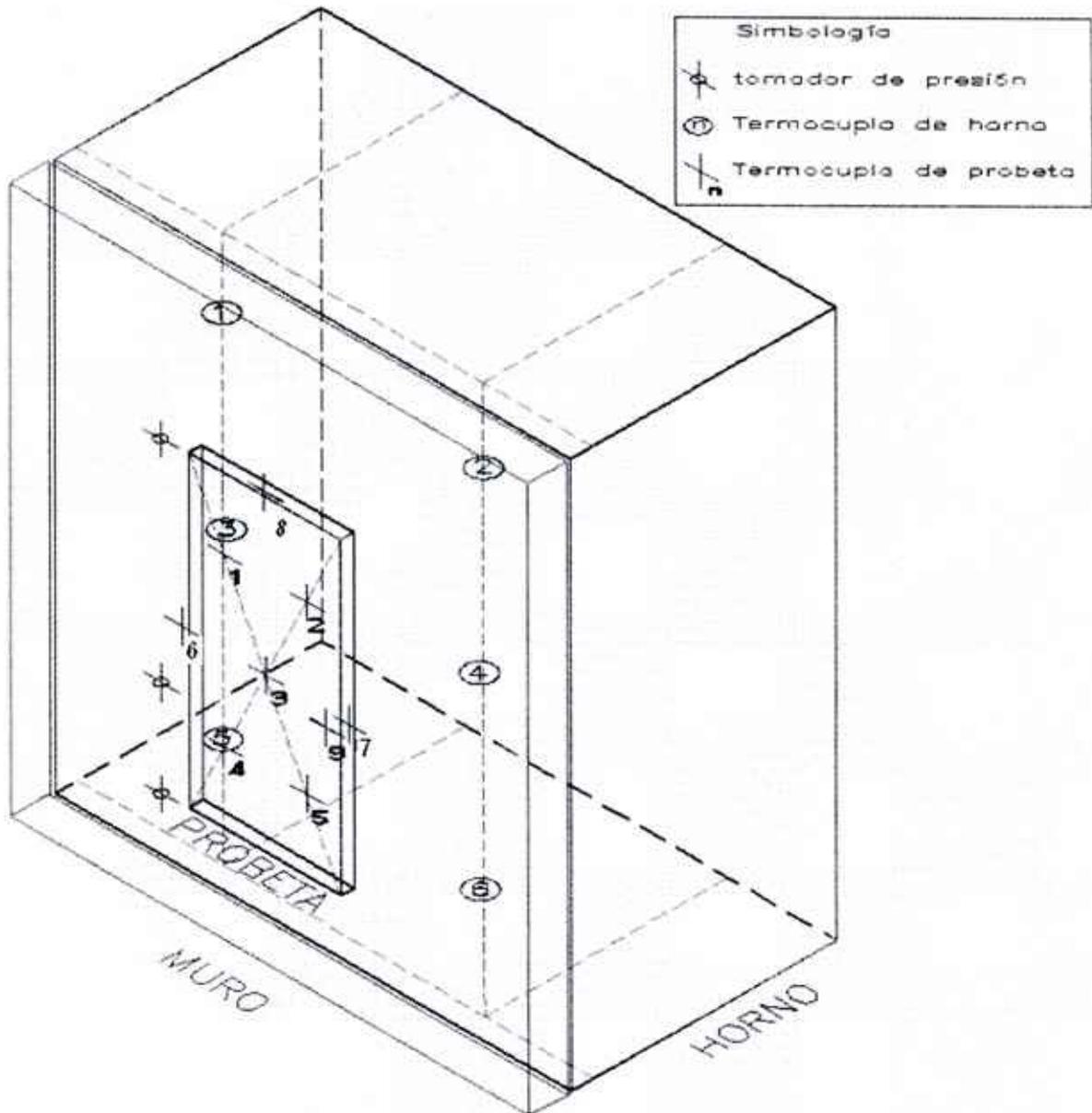
Que la temperatura máxima en cualquier punto de la cara no expuesta no exceda a la temperatura inicial en más de 180°C.

- 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.

## 7.2 Preparación y condiciones del ensaye

- Fecha de Recepción de los materiales: 07 de septiembre de 2007.
- Contenido inicial de humedad de la probeta, mediciones realizadas con xilohigrómetro (condiciones ambientales en la medición: 19,4°C, 50% HR).
  - Puerta (bastidor Lengua): 8,4%.
  - Marco de lengua: 9,5%.
- Tiempo de Fragüe/Secado: No aplicable.
- Condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa).
  - Durante el montaje de la probeta: 14,8± 1,8°C, 60% ± 7% HR.
  - Al inicio del Ensaye: 13,9°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 tres en el marco y una en el manillón.
- Fecha del Ensaye: 13 de septiembre de 2007.



**Figura 2**  
Ubicación de las Termocuplas de Probeta

### 7.3 Registros y gráficos del ensaye

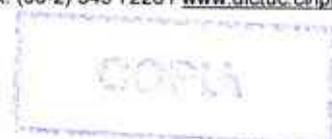
En la **Tabla 1** se incluye el resumen de los datos de interés registrados durante el ensaye. La **Tabla 2** contiene los valores puntuales registrados por cada termocupla de probeta.

La **Figura 3** muestra las curvas de calentamiento teóricas y reales del ensaye. 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 ensaye.

**Tabla 1**  
Mediciones Durante el Ensaye

Tiempo (minutos)	Temperatura Curva Norma NCh 935/1 (°C)	Temperatura Horno (°C)
0	14	14
1	344	280
2	439	372
3	497	420
4	538	469
5	571	516
6	597	527
7	620	583
8	640	634
9	657	622
10	673	647
11	687	652
12	700	690
13	712	708
14	723	714
15	733	729
16	742	742
17	751	761
18	760	771
19	768	781
20	776	788
21	783	789
22	790	794
23	796	797
24	803	804
25	809	810
26	815	817
27	820	821
28	826	813
29	831	817
30	836	823
31	841	827
32	846	835

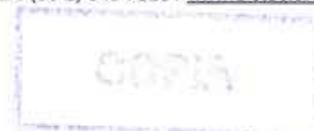
Tiempo (minutos)	Temperatura Curva Norma NCh 935/1 (°C)	Temperatura Horno (°C)
33	850	844
34	855	849
35	859	853
36	863	860
37	867	862
38	871	860
39	875	867
40	879	878
41	883	890
42	886	905

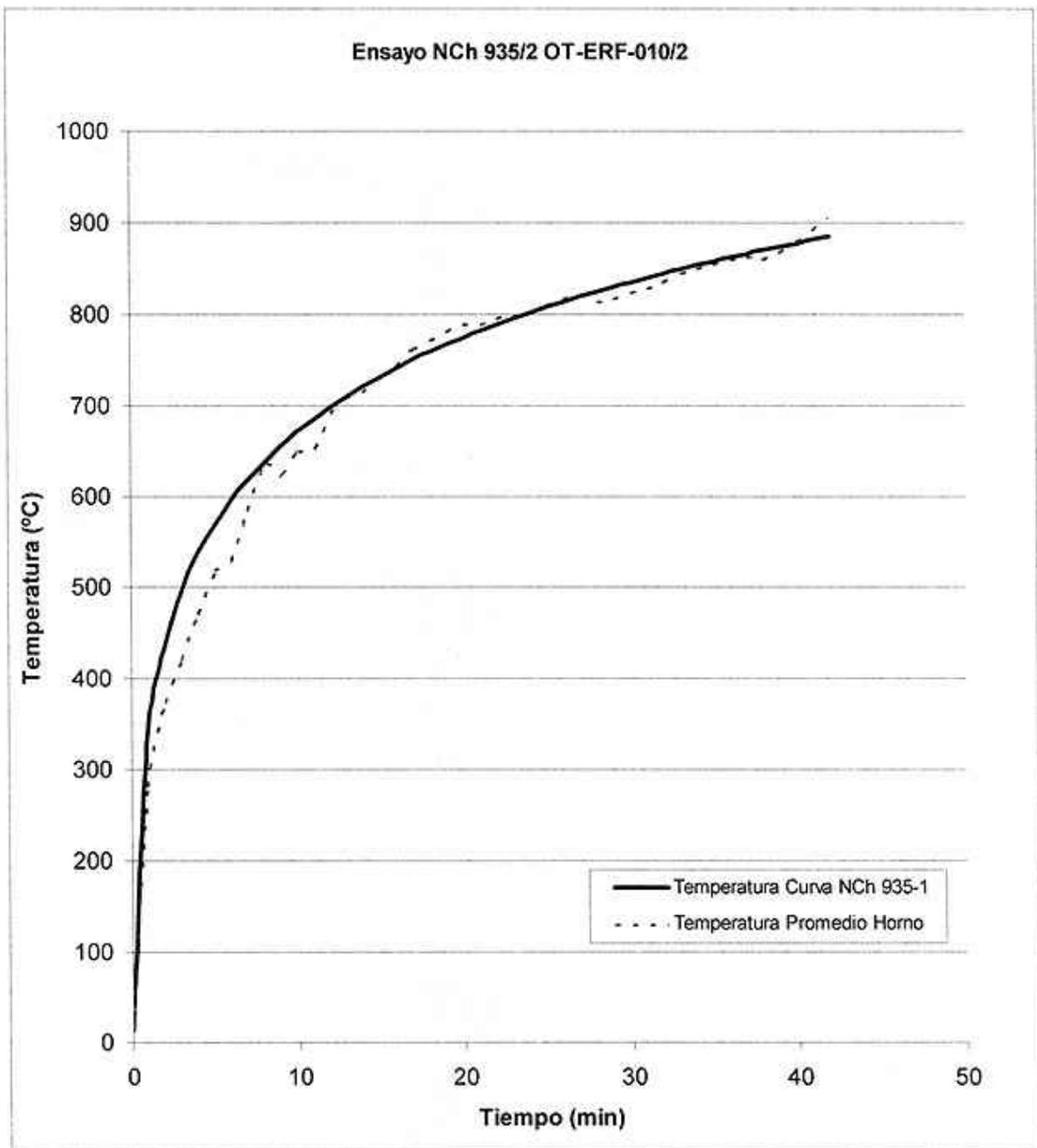


**Tabla 2**  
Mediciones de Temperatura en la Probeta (cara no expuesta al fuego)  
Durante el Ensaye

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 superior) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°7 (marco izquierdo) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°8 (marco derecho) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°9 (manilla) (°C)	Temp. Promedio de puerta (°C)
0	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
1	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
2	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
3	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
4	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
5	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
6	13	13	13	13	14	14	13	14	13	13
7	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
8	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
9	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
10	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
11	13	13	14	14	14	14	13	14	13	14
12	14	13	14	14	14	14	13	14	13	14
13	14	13	14	14	14	14	13	14	13	14
14	14	14	14	14	14	14	13	14	13	14
15	14	14	14	14	14	14	13	14	13	14
16	15	14	15	14	14	14	13	14	13	14
17	15	15	15	15	15	14	13	14	13	15
18	16	15	16	15	15	14	14	14	13	15
19	16	16	16	16	16	14	14	14	13	16
20	17	17	17	17	17	14	14	15	13	17
21	18	18	18	17	18	14	14	15	13	18
22	20	20	19	18	19	14	14	15	13	19
23	24	23	20	20	22	14	14	15	13	22
24	29	25	23	22	26	14	14	16	13	25
25	33	29	29	27	29	15	14	17	13	30
26	36	32	38	35	33	15	14	18	13	35
27	38	35	46	43	36	15	15	18	13	40
28	41	39	52	47	39	16	15	20	13	44
29	43	41	55	50	42	16	15	21	13	46
30	45	43	57	52	45	16	16	22	13	48
31	47	46	58	54	48	16	16	24	14	50
32	49	49	59	56	50	17	17	24	13	53
33	52	51	60	58	53	17	17	25	13	55
34	54	54	61	60	56	17	18	26	13	57
35	56	57	62	61	58	18	18	27	13	59
36	58	59	63	63	60	18	18	27	14	61
37	60	60	63	64	62	18	19	28	14	62
38	62	62	64	66	65	18	20	29	14	64

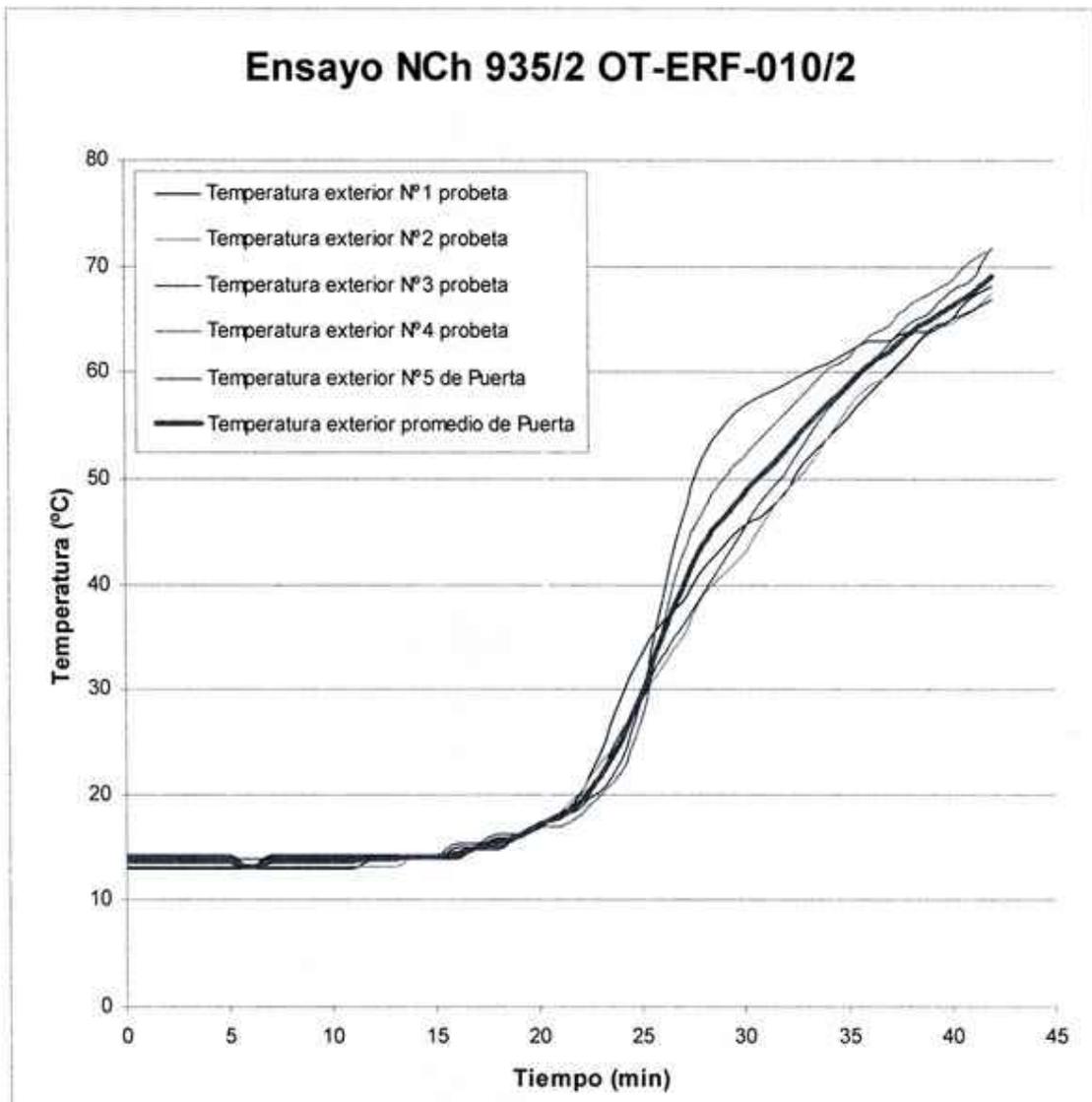
Tiempo (minutos)	Temp. T-cupla Probeta N°1 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°2 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°3 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°4 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°5 (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°6 (marco superior) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°7 (marco izquierdo) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°8 (marco derecho) (°C)	Temp. T-cupla Probeta N°9 (manilla) (°C)	Temp. Promedio de puerta (°C)
39	64	64	64	67	66	18	20	29	14	65
40	65	65	65	68	68	18	21	31	14	66
41	67	66	66	71	69	19	21	33	14	67
42	68	68	67	72	72	19	22	42	14	69



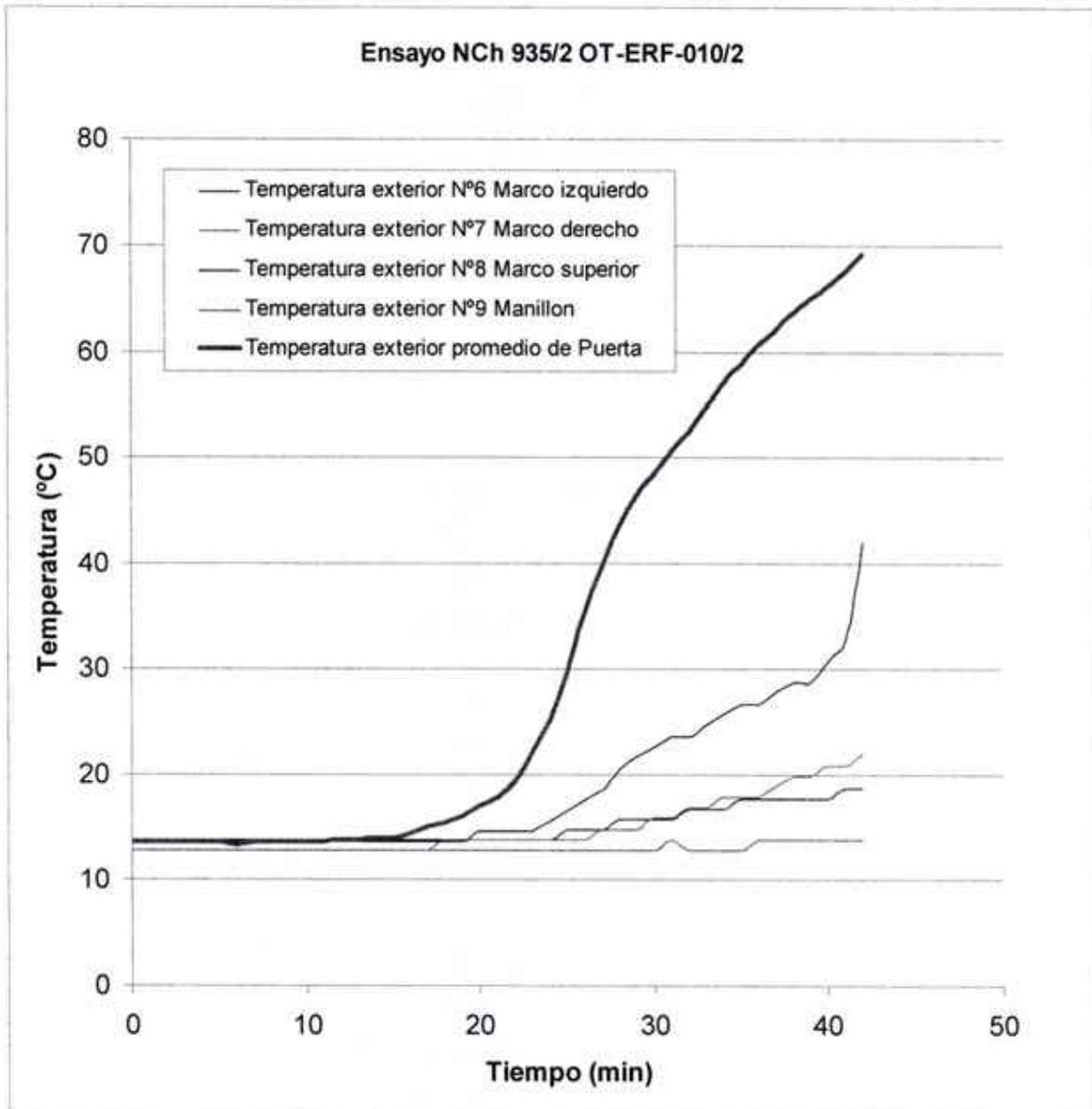


**Figura 3**  
Curvas de Temperatura Normalizada y Real al Interior del Horno





**Figura 4**  
Curvas de Temperatura de Cara No Expuesta de la Puerta

**Figura 5**

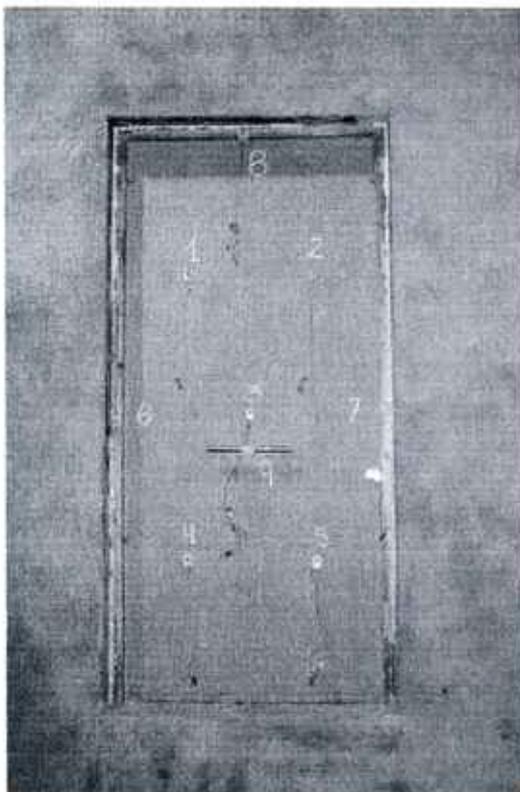
Curvas de Temperatura de Cara No Expuesta del Marco y Accesorios

**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	5.247	4.754	-9.4%	±15%
0 - 30	20.626	20.087	-2.6%	±10%
30 - 42	10.350	10.289	-0.6%	±5%

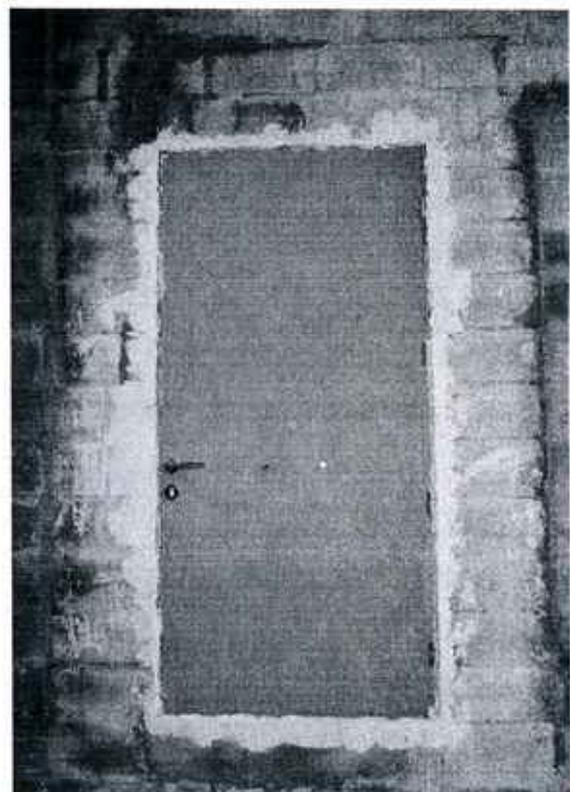
#### 7.4 Fotografías

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



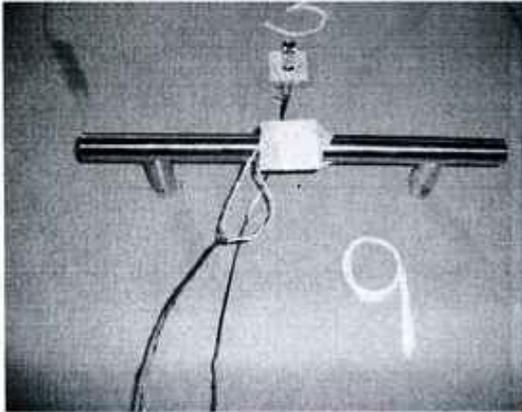
**Fotografía 1**

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego) antes del ensaye



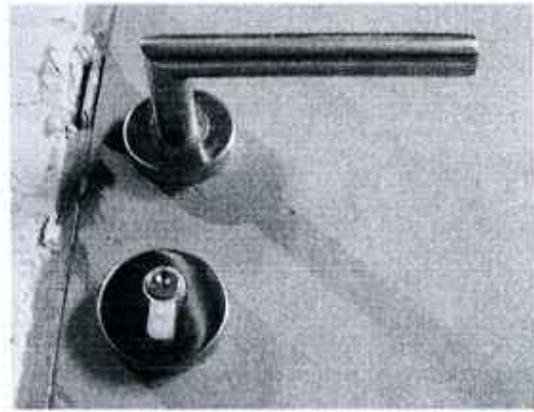
**Fotografía 2**

Vista de la puerta (cara expuesta al fuego) antes del ensaye



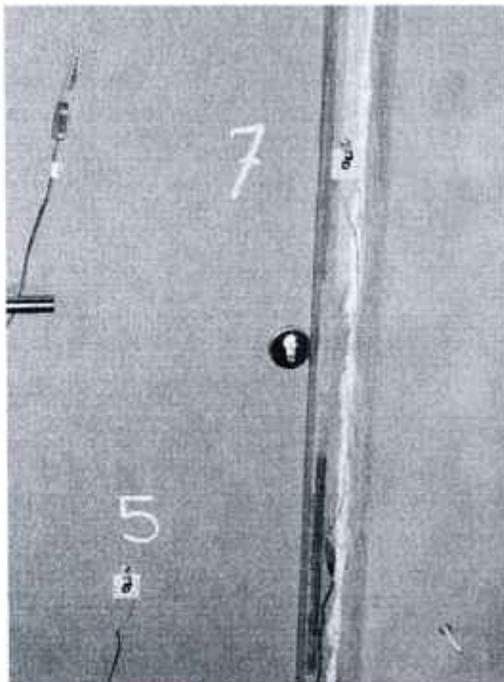
**Fotografía 3**

Vista del manillón (cara no expuesta al fuego) antes del ensaye



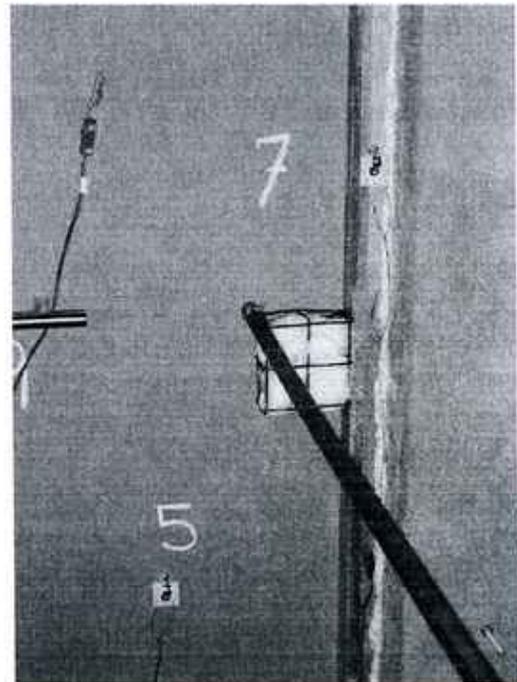
**Fotografía 4**

Vista de la manilla y la cerradura (cara expuesta al fuego) antes del ensaye



**Fotografía 5**

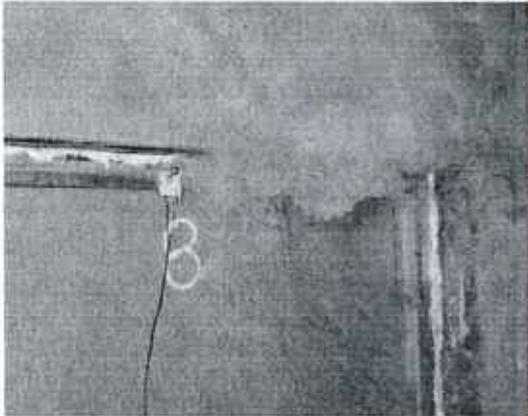
Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego), se aprecia la incandescencia en la parte de la cerradura de la puerta a los 35 minutos de ensaye



**Fotografía 6**

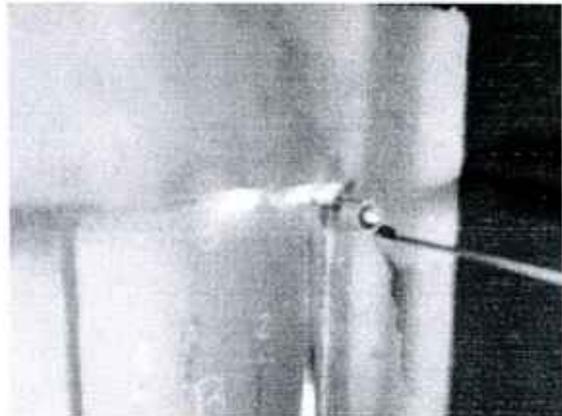
Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego), durante la prueba de la mota de algodón a los 35 minutos de ensaye





**Fotografía 7**

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego) se observa la emisión de gases inflamables a los 41 minutos de ensaye



**Fotografía 8**

Vista de la puerta (cara no expuesta al fuego) durante la prueba de emisión de gases inflamables a los 41 minutos de ensaye