

# RESISTENCIA AL FUEGO

DE LA MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS  
Y BLOQUES CERÁMICOS HUECOS



## Introducción

La seguridad al fuego en la construcción de edificios no siempre es tenida en cuenta. Sin embargo representa un aspecto muy importante pues la pérdida de vidas a causa del fuego es mucho mayor que la debida a problemas estructurales.

En la primera parte de este boletín técnico trataremos algunos aspectos teóricos de la resistencia al fuego de materiales y elementos constructivos.

En la segunda parte describiremos los ensayos y resultados de un trabajo de investigación realizado por la Cámara Industrial de Cerámica Roja en colaboración con el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) durante los años 2000 y 2001 a los que les hemos sumado los resultados de los nuevos ladrillos termoeficientes fabricados por el grupo UNICER. Se adjuntan los informes del INTI

Finalmente en la tercera parte detallaremos las conclusiones de estos ensayos.





## 1- Aspectos Teóricos

Las normas de resistencia al fuego dan una serie de definiciones y prescripciones que deben cumplir los materiales y elementos constructivos.

En primer término la norma IRAM 11910-1 clasifica a los materiales de acuerdo a su grado de reacción al fuego (RE) en 2 grandes grupos : "incombustibles" y "combustibles".

La mampostería cerámica está clasificada como incombustible (RE 1), para ello se ensayan los materiales según la norma IRAM 11910-2. Según esta norma todo lo que no es incombustible es combustible. A su vez los materiales combustibles tienen varios niveles de reacción al fuego que van del RE2 al RE6 según la velocidad de propagación de la llama que se mide según la norma IRAM 11910-3.

Cuando un material es combustible debe cumplir además con otras normas relacionadas con la densidad de los humos que produce (IRAM 11912), goteo etc. La combustibilidad es un parámetro de suma importancia ya que en los últimos años, en algunos países, se han construido edificios en altura revestidos en su parte exterior con materiales aislantes combustibles que han ocasionado graves siniestros. La construcción de edificios en altura multiplica los problemas de incendio debido a que los bomberos no pueden atacar el fuego desde el exterior en los pisos altos, a la mayor velocidad del viento y a que la evacuación se torna mas lenta.

Afortunadamente en la Argentina, en algunos Códigos de Edificación como el de la CABA, sigue vigente la prohibición de empleo de materiales combustibles en los muros. (Art 3.9.9.1 d)

Respecto de los elementos constructivos: Muros, aberturas, losas, etc se utiliza el concepto de "**resistencia al fuego**"

Se define como resistencia al fuego a la aptitud de un elemento constructivo a conservar determinadas propiedades durante un tiempo cuando es sometido a la acción del fuego.

Este concepto está relacionado con los tiempos de evacuación, derrumbe y seguridad del edificio.

## Las propiedades que debe conservar son las siguientes:

**Capacidad portante o estabilidad:** el muro no debe derrumbarse.

**Ausencia de emisiones de gases:** el muro no debe producir gases ni humos. Las estadísticas indican que en un incendio la pérdida de vidas por asfixia es mayor que por quemaduras. Algunos tipos de paneles livianos emiten humo y gases al estar en contacto con el fuego.

**Estanqueidad:** el muro no debe dejar pasar llamas, ni vapores ni gases. Es fundamental poder garantizar la no propagación y circunscripción del fuego.

**Aislación Térmica:** el muro no debe dejar pasar el calor por encima de ciertos límites.

Para medir la resistencia al fuego (FR) se realiza el ensayo descrito en la norma IRAM 11950. Para el ensayo se emplea un equipo consistente en un horno como el indicado en la Fig. 1 en donde se coloca el elemento a ensayar (muro, panel, puerta). En el caso de muros y paneles las medidas mínimas son 3,00m x 3,00m.

En el interior del horno hay quemadores de gas que producen llamas simulando un incendio. Sobre el muro a ensayar se colocan termocuplas que miden la temperatura del muro del lado interior (cara expuesta al fuego) y la del lado exterior (cara no expuesta).

Al encender los quemadores, el equipo regula las llamas de forma tal que la temperatura de la cara expuesta siga una curva temperatura/ tiempo predeterminada (Fig. 2), simultáneamente se va midiendo la temperatura de la cara no expuesta.

El objetivo del ensayo es medir el tiempo transcurrido desde el encendido de los quemadores hasta el momento que ocurra alguna de las alternativas indicadas a continuación en donde se interrumpe el ensayo y se mide el tiempo transcurrido.

**El muro se desmorona o se producen roturas importantes.**

**Se producen fisuras que permiten el paso de gases desde el interior del horno**

**La temperatura de la superficie de la cara exterior del muro (cara no expuesta) alcanza los 160°C**

El tiempo resultante se lo redondea a la hora inferior. Ej: si la cara exterior del muro demora 220 minutos en alcanzar los 160 °C, se establece que la resistencia al fuego de ese muro es de 3 horas (FR180).

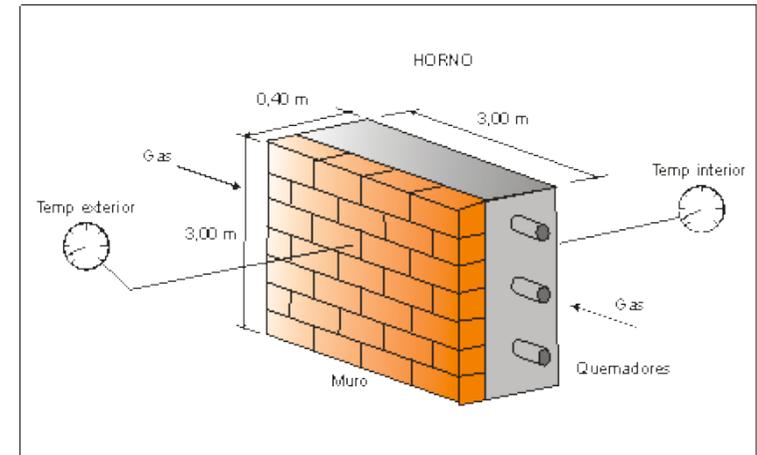


Fig.1

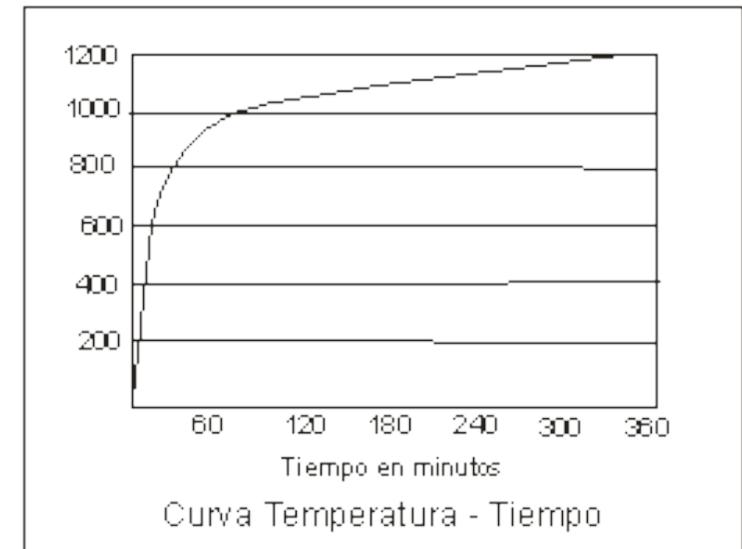


Fig.2



## 2- Ensayos y resultados de mampostería cerámica

Al final de este boletín se adjuntan los informes de las investigaciones realizadas en conjunto con el INTI relacionadas con la resistencia al fuego de mampostería construida con ladrillo y bloques huecos cerámicos.

Posteriormente con la aparición de los nuevos modelos de ladrillos termoeficientes el Grupo Unicer realizó nuevos ensayos que complementaron los resultados originales.

## 3- Conclusiones

3-1 La resistencia al fuego de la mampostería cerámica es excelente superando a la mayoría de los materiales de construcción y a muchos materiales especiales.

Los profesionales de la construcción a veces deben realizar muros cortafuego o construcciones en donde la resistencia al fuego es determinante. Para ello se suele investigar el uso de materiales exóticos y de alto costo cuya performance no ha sido verificada localmente. La mampostería cerámica debería ser la primera alternativa a considerar por la elevada resistencia al fuego, bajo costo y disponibilidad.

3-2 En ningún caso el muro falló por derrumbe, sino que el ensayo se detuvo por alcanzar la cara exterior los 160 °C.

Para algunos tipos de ladrillo, se alcanzó el tiempo máximo contemplado en la norma FR 360. Este efecto ha sido comprobado en numerosos incendios reales en donde las paredes de mampostería se han mantenido en pie, mientras que todas las demás partes del edificio han sido consumidas o destruidas por el fuego.

3-3 Los revoques mejoran la resistencia al fuego. Según la literatura técnica internacional, el efecto de los mismos es disminuir el shock térmico inicial, al rato de iniciado los ensayos los revoques se desprenden.

3-4 Los resultados de los ensayos fueron coincidentes con los indicados en la literatura técnica internacional, lo que demuestra el alto grado de desarrollo alcanzado por nuestra industria de cerámica roja.

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 1 de 16

**Fecha de Informe:** 02/10/2017

**Solicitante**

**LATER-CER S.A**

Calle 12 N° 1450 (y Ruta Provincial 61) (1629) Parque Industrial Pilar. Pcia. de Bs.As

*El presente informe técnico se compone de dos partes:*

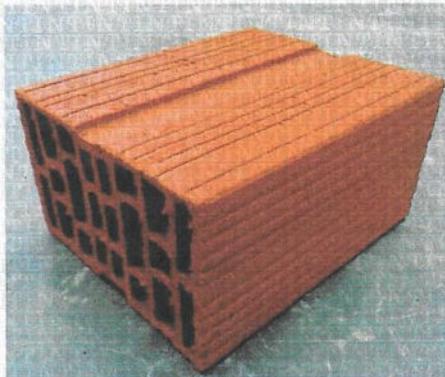
- *Cuerpo principal (Páginas de 1 a 3)*
- *Anexos (Páginas de 4 a 16): A1 (Ubicación de los termopares); A2 (Curva interior del horno); A3 (Curva de temperaturas exteriores); A4 (Registro fotográfico) y A5 (Memoria técnica)\**

*\*El INTI acepta que el solicitante del ensayo no entregue copias del Anexo 5 a terceros por contener información confidencial perteneciente a la empresa, queda a criterio de dicha empresa la divulgación de este anexo.*

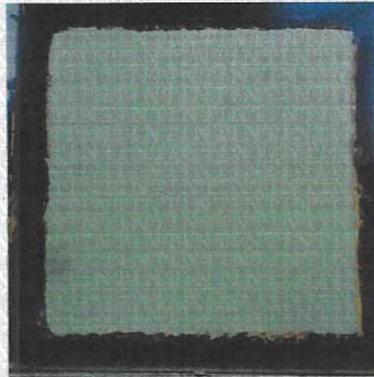
**Elemento**

Un muro compuesto por ladrillos de cerramiento doble muro unido con mortero de asiento de cemento, cal y arena, cuyas dimensiones son 33cm de largo, 18cm de alto y 27cm de ancho. En la cara expuesta al fuego del muro se aplicó revoque grueso y revoque fino enlucido con yeso, mientras que en la cara no expuesta al fuego sólo se aplicó revoque grueso.

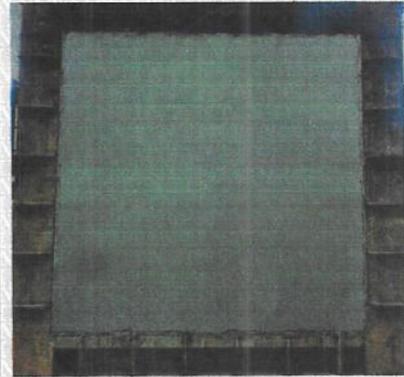
El muro fue denominado por el solicitante como: **“Ladrillo cerámico doble muro”**



Vista del ladrillo



Cara expuesta al fuego



Cara no expuesta al fuego

**Determinaciones requeridas**

Determinación y clasificación de la Resistencia al fuego

**Fecha de Recepción**

10 de Agosto de 2017

**Fecha de finalización de montaje**

31 de Agosto de 2017

**Fecha de ensayo**

27 de Septiembre de 2017.

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del INTI. Los resultados consignados se refieren exclusivamente a los elementos recibidos, el INTI y su Centro de Investigación y Desarrollo en Construcciones declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

**Instituto Nacional de Tecnología Industrial**

www.inti.gov.ar  
consultas@inti.gov.ar  
0800 444 4004  
Facebook/INTI  
Twitter @INTIArgentina

**Sede Parque Tecnológico Miguelete**

Avenida General Paz 5445  
Casilla de Correo 157  
B1650WAB San Martín,  
Prov. de Buenos Aires, República Argentina  
Teléfono (54 11) 4724 6350  
E-mail construcciones@inti.gov.ar

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 2 de 16

## Lugar de Ensayo

Laboratorio de Resistencia al Fuego- Edificio 32. INTI- Construcciones (Parque Tecnológico Miguelete).

## Responsable del Ensayo

MMO Nicolás Molina

## Metodología empleada

El ensayo se realizó de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11950: 2010 (Resistencia al fuego de los elementos de la construcción - Método de ensayo) y la clasificación se realizó de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11949: 2014.

La superficie ensayada de la muestra fue de 3m x 3m.

La muestra fue montada por personal contratado por la empresa solicitante.

**El muro se evaluó como un cerramiento simple sin estado de carga.**

## Resultados

La temperatura ambiente al comenzar el ensayo era de 11° C.

El programa térmico obtenido y que está dentro de las tolerancias descritas por la norma, se da en el ANEXO 2, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

### I. Integridad

No se detectó, en la muestra pérdida de la integridad durante el tiempo de realización del ensayo, dando negativo las comprobaciones realizadas con el pad de algodón.

### II. Aislamiento térmico

Las temperaturas de la cara no expuesta se han registrado en los puntos indicados en el croquis del ANEXO1, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

Las curvas de evolución de la temperatura puntual y promedio en la cara no expuesta del panel se dan en el ANEXO3, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

Se han utilizado termopares de Hierro - Constantán (Tipo J).

- **Temperatura media de la cara no expuesta**

En la muestra no se alcanzó la temperatura media límite de  $140^{\circ}\text{C} + T_0$  ( $T_0$  = Temperatura ambiente) durante el tiempo de realización del ensayo.

La temperatura media corresponde al promedio de la temperatura registrada en los cinco termopares situados en el panel de acuerdo a la norma de referencia. (Para el muro corresponde al promedio de las temperaturas registradas en los puntos 2, 3, 4, 5 y 6).

- **Temperatura máxima de la cara no expuesta**

En la muestra no se alcanzó la temperatura puntual límite de  $180^{\circ} + T_0$  ( $T_0$  = Temperatura ambiente) durante el tiempo de realización del ensayo,

## Observaciones

- En el minuto 242 desde el comienzo el ensayo y de común acuerdo con el solicitante se da por finalizado el mismo.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 3 de 16

## Conclusiones

De los datos obtenidos en el ensayo efectuado y de conformidad a la Norma IRAM 11950, se concluye que en las condiciones de ensayo descritas en este informe y para la muestra especificada se obtuvieron los resultados expuestos a continuación:

- INTEGRIDAD 242 MINUTOS
  
- AISLAMIENTO TÉRMICO 242 MINUTOS

Por lo tanto, de acuerdo a la Norma IRAM 11949 y a los datos obtenidos en el ensayo efectuado, se ha obtenido la siguiente **CLASIFICACIÓN**:

**Muro de "Ladrillo cerámico doble muro", espesor 27cm.**  
Cara no expuesta al fuego-Revoque grueso  
Cara expuesta al fuego - Revoque grueso y fino con yeso

RESISTENTE AL FUEGO 240 MINUTOS

**FR 240**

O.T.: 27645 02/10/2017

  
 M.M.C. JAVIER ALVAREZ  
 U.T. TECNOLOGIA EN INCENDIOS  
 INTI-CONSTRUCCIONES

  
 Arg. BASILIO HASAPOV  
 COORDINADOR  
 U.T. TECNOLOGIA EN INCENDIOS  
 INTI-CONSTRUCCIONES

  
 Ing. VICENTE L. VOLANTINO  
 DIRECCION  
 INTI - CONSTRUCCIONES

Nota: Debido a la naturaleza de los ensayos de comportamiento al fuego y la consecuente dificultad de cuantificar la incertidumbre de la medida de la resistencia al fuego, no es posible aportar un grado conocido de exactitud en el resultado.

Nota 1: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida, e INTI-CONSTRUCCIONES declina toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 4 de 16

El presente informe técnico se compone de dos partes:

- *Cuerpo principal (Páginas de 1 a 3)*
- *Anexos (Páginas de 4 a 16): A1 (Ubicación de los termopares); A2 (Curva interior del horno); A3 (Curva de temperaturas exteriores); A4 (Registro fotográfico) y A5 (Memoria técnica)\**

*\*El INTI acepta que el solicitante del ensayo no entregue copias del Anexo 5 a terceros por contener información confidencial perteneciente a la empresa, queda a criterio de dicha empresa la divulgación de este anexo.*

## ANEXOS

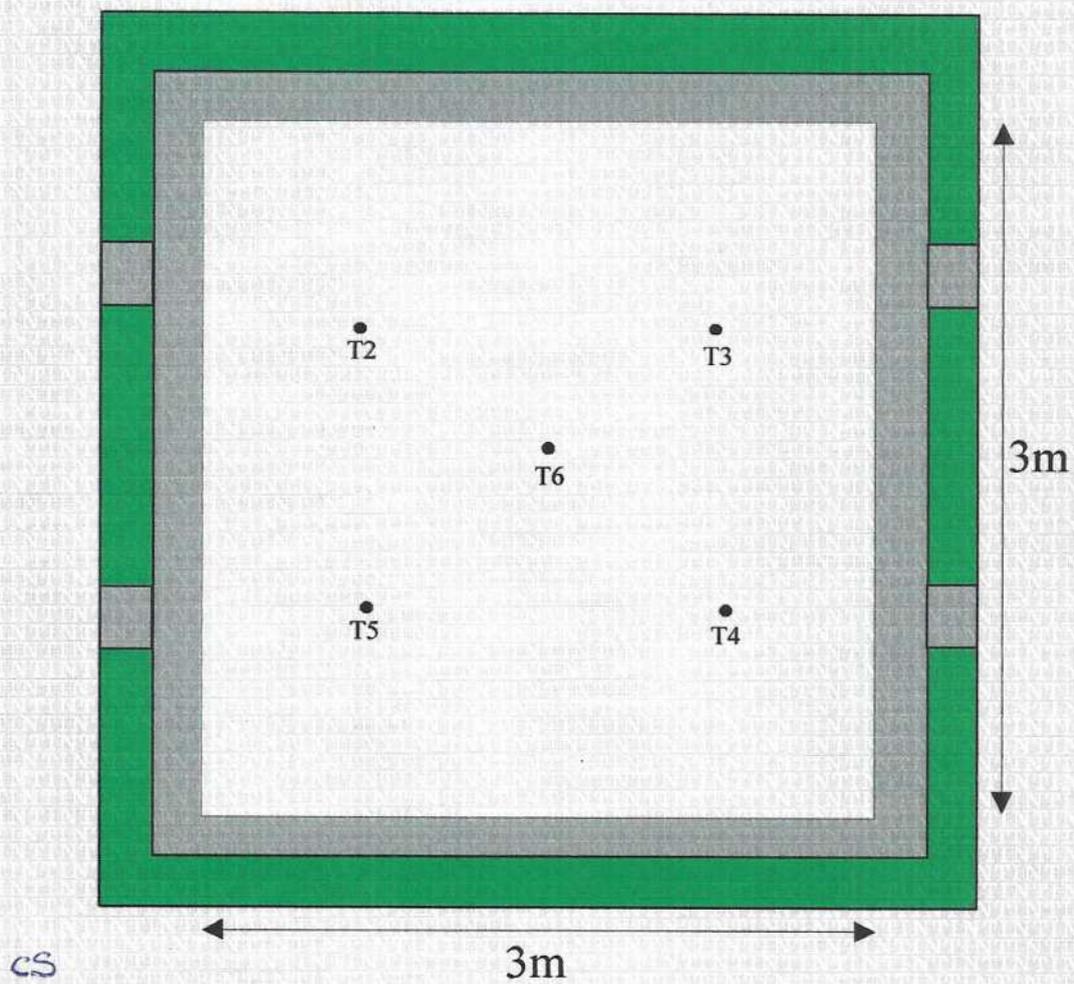
CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 5 de 16

A1

## CROQUIS DE LA POSICIÓN DE TERMOPARES EN EL ELEMENTO ENSAYADO

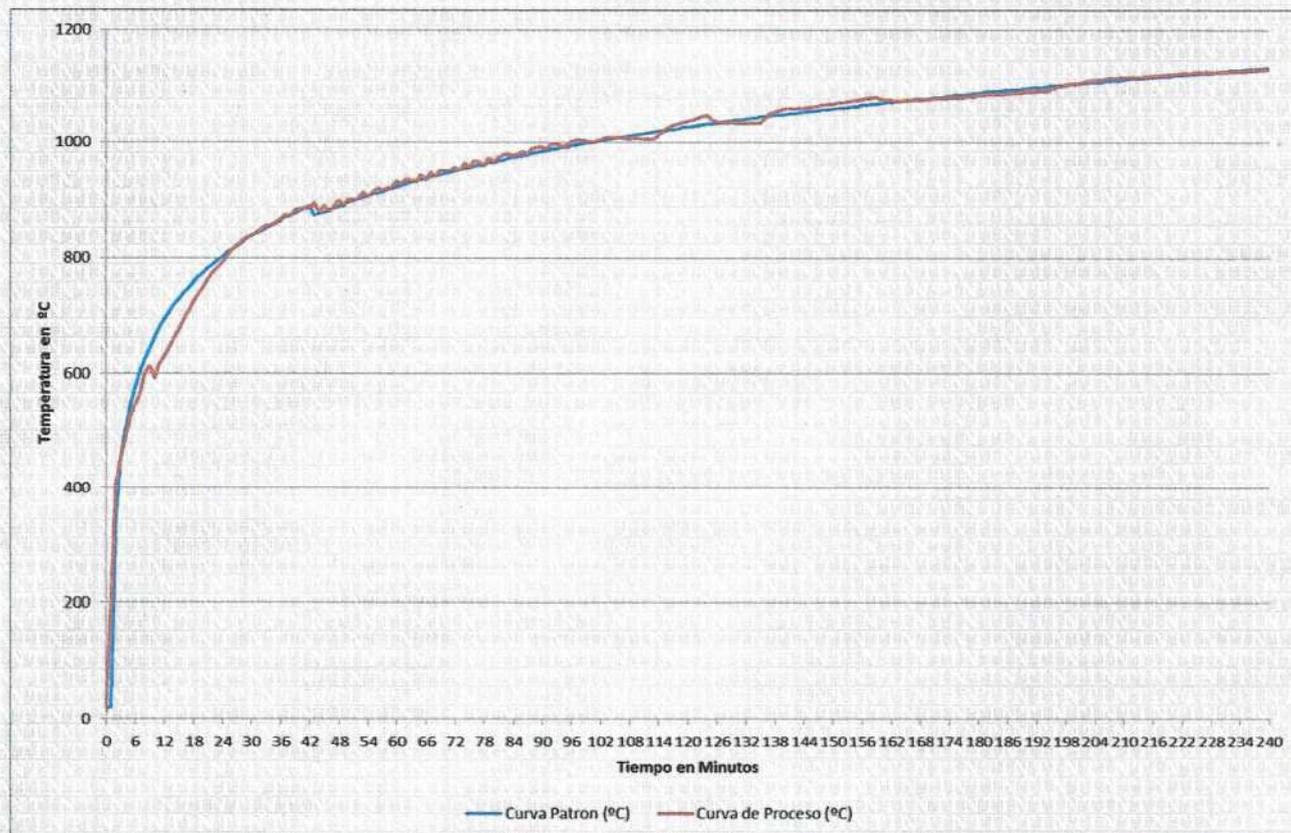


# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 6 de 16

## A2

### GRÁFICO DE EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL HORNO DURANTE EL ENSAYO (PROCESO REAL)



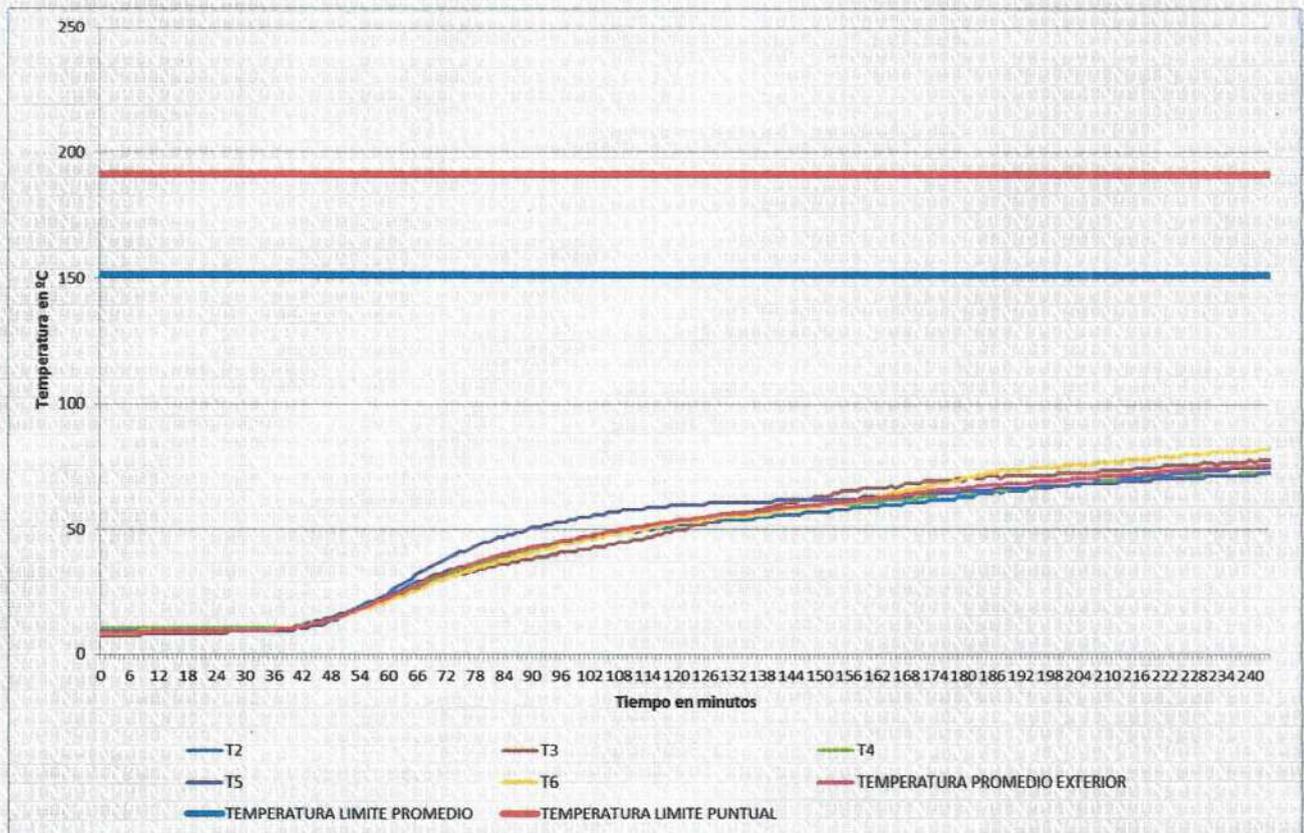
es

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 7 de 16

## A3

**GRAFICO DE INCREMENTO DE LAS TEMPERATURAS  
PUNTALES Y PROMEDIO EN LA CARA NO EXPUESTA DE LA MUESTRA**



8

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 8 de 16

**A4**

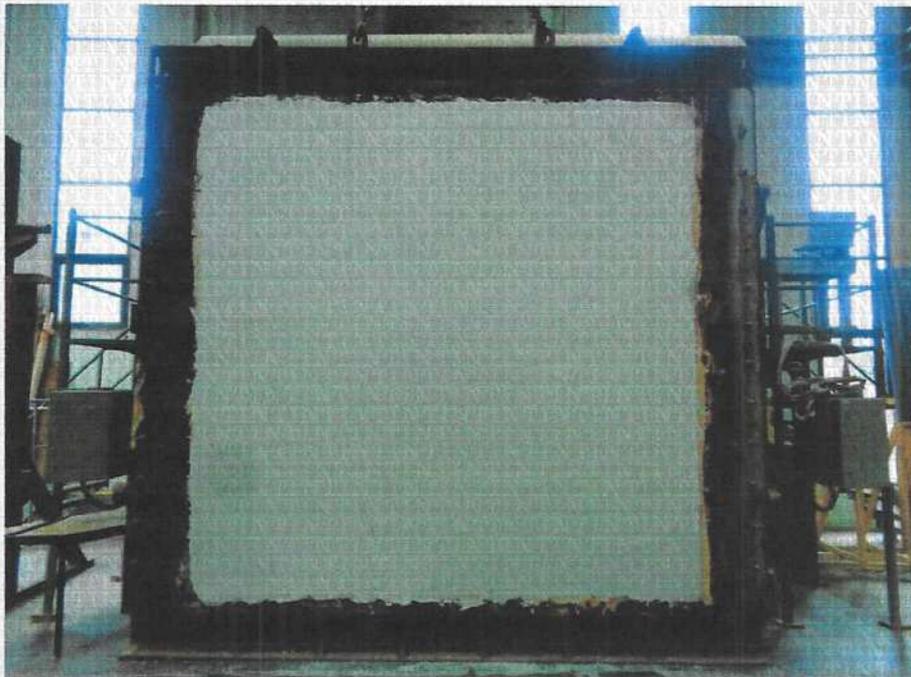


Foto 1- Aspecto de la cara expuesta de la muestra antes del comienzo del ensayo.



Foto 2- Aspecto de la cara no expuesta de la muestra antes del comienzo del ensayo.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 9 de 16



Foto 3- Aspecto de la muestra los 15 minutos desde el comienzo del ensayo.

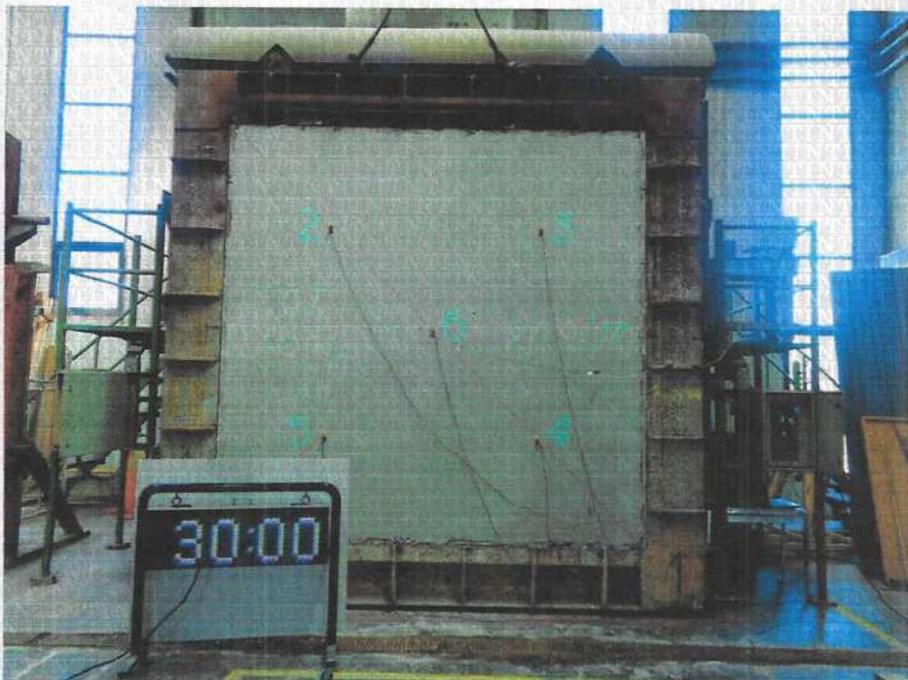


Foto 4- Aspecto de la muestra los 30 minutos desde el comienzo del ensayo.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 10 de 16

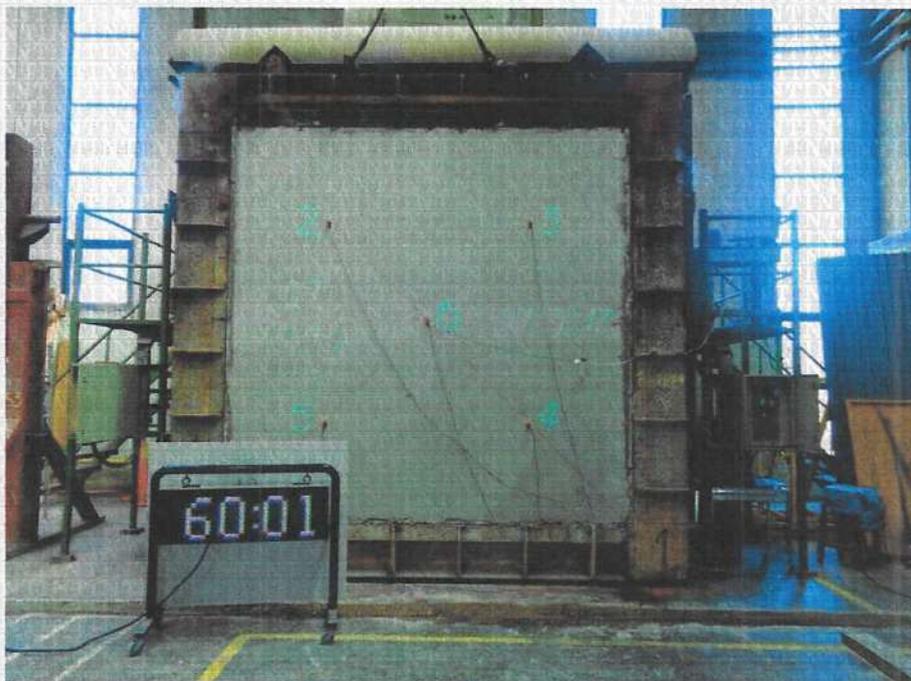


Foto 5- Aspecto de la muestra los 60 minutos desde el comienzo del ensayo.



Foto 6- Aspecto de la muestra los 90 minutos desde el comienzo del ensayo.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 11 de 16



Foto 7- Aspecto de la muestra los 120 minutos desde el comienzo del ensayo.



Foto 8- Aspecto de la muestra los 180 minutos desde el comienzo del ensayo.

CS

# Informe de Ensayo



Foto 9- Aspecto de la muestra los 240 minutos desde el comienzo del ensayo.



Foto 10- Aspecto de la muestra los 242 minutos desde el comienzo del ensayo, momento previo a la interrupción del mismo.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 13 de 16



Foto 11- Aspecto de la cara expuesta de la muestra una vez finalizado el ensayo.

CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 14 de 16

## A5

### Memoria descriptiva del ladrillo de cerramiento doble muro

1-La denominación comercial de este producto es "ladrillo cerámico doble muro".

2-El elemento es un ladrillo de sección rectangular en cuyo corte transversal se aprecian veintidós cámaras o tubos separados por tabiques de material cerámico, los espesores de estos tabiques varían entre los 10 mm en los tabiques exteriores a 7 mm en los tabiques interiores. El material que compone estos tabiques es arcilla de densidad uniforme en todos los puntos.

3-Las dimensiones de esta pieza son: 270 mm de espesor, 180 mm de altura y 330 mm de longitud.

4-El mortero a utilizar para la adhesión entre piezas deberá estar compuesto en las proporciones de cuatro partes de arena, una de cal hidráulica, media de cemento portland y cantidad de agua necesaria para lograr un mortero manejable pero no demasiado fluido. El espesor del mortero no deberá superar los veinte milímetros en ningún caso.

5- Para la realización del paño de pared con este material se deberá partir de una superficie perfectamente nivelada, primeramente se deberán montar reglas verticales perfectamente aplomadas en ambos extremos del paño de mampostería a construir, luego se colocará una capa base de mortero uniforme de 25 mm de espesor por 270 mm de ancho y 350 mm de largo, seguidamente se depositará la pieza cerámica previamente humectada sobre el mortero ejerciendo presión vertical hasta que la junta quede en 20 mm de espesor retirando a continuación el excedente de mortero el que se reutilizará, a continuación se repite la operación colocando otra pieza cerámica en tándem con la primera pero colocando algo de mortero entre una y otra pieza para formar la junta vertical que no debe ser superior a 5 mm de espesor.

Cuando se logra el largo deseado de la primera hilada de ladrillos se comienza a montar la segunda hilada siguiendo el mismo procedimiento descrito pero empezando con media pieza cerámica a fin de lograr una traba del 50% en la constitución longitudinal del muro, es importante que a partir de la segunda hilada de ladrillos el mortero sea colocado solamente en las dos bandas laterales dejando un espacio central de 60 mm sin agregado de mortero para así interrumpir el puente térmico de la junta.

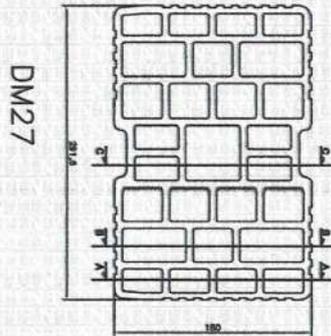
Para lograr una adecuada verticalidad en la construcción del muro se deberán instalar hilos guía entre las reglas verticales, estos hilos guía se irán levantando 200 mm cada vez que se comience con una nueva fila de ladrillos hasta lograr la altura deseada del muro o pared.

Una vez terminada la pared la misma deberá ser cubierta por ambas caras con un revoque de 15 mm de espesor de un mortero compuesto por cuatro partes de arena fina, una parte de cal hidráulica y una cuarta parte de cemento portland con el agregado del agua necesaria para lograr un mortero consistente pero manejable. La terminación superficial se hará realizando un fratachado con fratacho de madera. El muro terminado deberá tener un espesor de 300 mm.

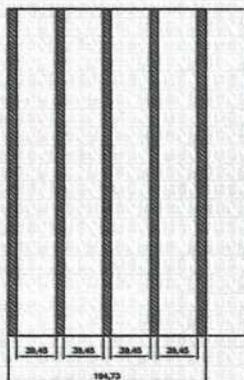
CS

# Informe de Ensayo

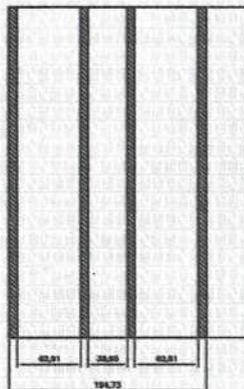
OT N°101 -27645 Único  
Página 15 de 16



CORTE A-A



CORTE B-B



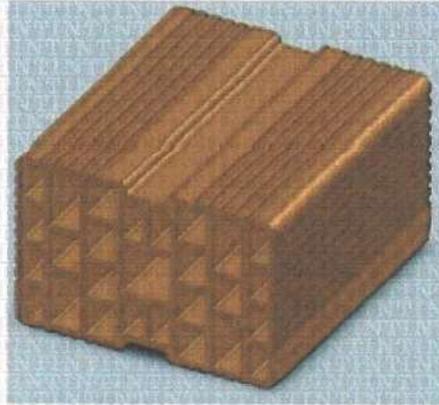
CORTE C-C



CS

# Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único  
Página 16 de 16



DOBLE MURO 27

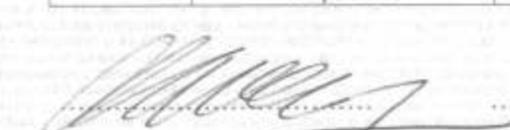
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden a las condiciones en las que se realizaron las mediciones y/o ensayos.

**Fin del Informe**

S

De los datos obtenidos en el ensayo efectuado y de conformidad a la Norma IRAM 11950, se concluye que en las condiciones de ensayo descritas en este informe y con las muestras especificadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestra N°:	CONSTITUCIÓN MURO	Revoque cara expuesta al Fuego	Revoque cara no expuesta al Fuego	RESISTENCIA AL FUEGO
1	ladrillo común	grueso + fino	grueso + fino	FR 180
2	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 60
3	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino	FR 120
4	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	engrosado de yeso + enlucido de yeso	FR 120
5	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 180
6	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino	FR 180
7	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	engrosado de yeso + enlucido de yeso	FR 240
8	ladrillo cerámico portante 12 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 120
9	ladrillo cerámico portante 12 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	grueso + fino	FR 180
10	ladrillo cerámico portante 18 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 180
11	ladrillo cerámico portante 18 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	grueso + fino	FR 240
12	ladrillo cerámico portante 27 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino	> FR 240

  
 Ing. GERALDINE CHARREAU  
 U. T. FUEGO

  
 Ing. ANA MARIA DI PACE  
 COORDINADORA U. T. FUEGO

  
 Ing. ALEJANDRO STORANI  
 CECON

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida, y el INTI y CECON declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.