

**RESISTENCIA AL FUEGO DE
MAMPOSTERÍA REALIZADA CON
LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS
NACIONALES**

CÁMARA INDUSTRIAL DE LA CÉRAMICA ROJA

Marzo 2002

- 1- Introducción
- 2- Aspectos teóricos
- 3- Ensayos y resultados de mampostería cerámica
- 4- Conclusiones

Resistencia al fuego de mampostería realizada con ladrillos y bloques cerámicos nacionales

1- Introducción

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

En la primera parte de esta ficha técnica trataremos algunos aspectos teóricos de la resistencia al fuego en elementos de construcción.

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) en los laboratorios de este último en el Parque Industrial Migueletes - Prov. de Bs. As. durante los años 2000 y 2001, en donde se ensayaron al fuego numerosos tipos de muros y revoques.

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

2- 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 las normas clasifican a los materiales de acuerdo a su grado de combustibilidad en categorías que van desde “incombustible” hasta “explosivos”.

Lamentablemente existen varias normas al respecto y no siempre coinciden los criterios de clasificación. Por ejemplo la norma IRAM 11911 clasifica a los materiales en seis categorías que van desde lo que se considera incombustible (RE 1) hasta los de muy elevada combustibilidad (RE 6).

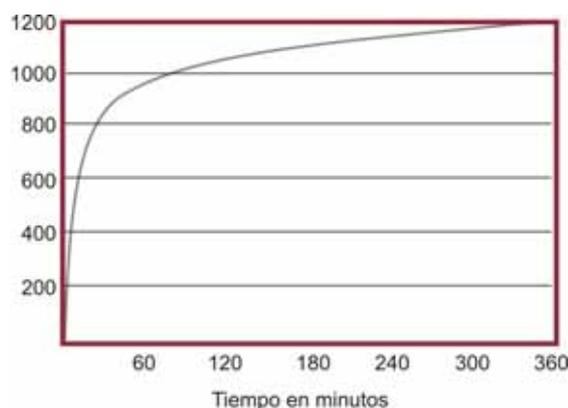
Por otro lado el Código de Edificación de la Ciudad de Bs. As. Capítulo 4.12 clasifica a los materiales en siete categorías que van desde “refractarios” (Riesgo 7) hasta explosivos (Riesgo 1). Al respecto cabe aclarar que al momento de publicarse esta ficha técnica, el Gobierno de la Ciudad de Bs. As. estaba trabajando en la actualización del Código.

La mampostería cerámica está clasificada como incombustible.

Otro concepto a tener en cuenta es la llamada “carga de fuego”.

Si se considera una estructura no combustible (Ej. de mampostería) la severidad de un incendio estará relacionada en forma aproximada por la cantidad de material combustible que exista sobre la misma. Muebles, pisos de madera o alfombras, revestimientos y materiales depositados pueden ser combustibles y serán los que determinen la severidad del incendio. A estas cargas de elementos combustible se los expresa transformándola de acuerdo a su poder calorífico en una cantidad de Kg. equivalente de papel o de madera (ambos tienen igual poder calorífico).

Cuando en el código de edificación de la Ciudad de Bs. As. se expresa una carga de fuego de 15 Kg./m² se indica que sobre la estructura pueden haber elementos combustibles equivalentes a 15 Kg./m² de papel o de madera.



Curva Temperatura - Tiempo

Se ha convertido en una practica habitual el empleo del concepto de “**resistencia al fuego**” de elementos constructivos (muros, losas, aberturas, etc.)

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

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. Esta comprobado 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 o similares (ISO, UNE, ASTM, etc.)

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 mide el tiempo transcurrido.

- El muro se desmorona
- 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).

El concepto de resistencia al fuego esta relacionado con cuestiones de seguridad tales como “tiempo de evacuación de un edificio”.

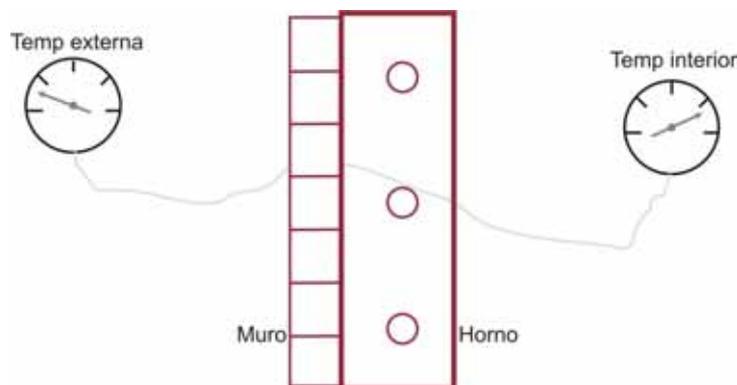


Fig. 2

3- Ensayos y resultados de mampostería cerámica

La Cámara Industrial de Cerámica Roja realizó un trabajo de investigación en los laboratorios del INTI a fin de determinar la resistencia al fuego de mampostería realizada con ladrillos y bloques nacionales. Para que los resultados fueran lo más representativo posible se utilizaron ladrillos y bloques provenientes de distintos fabricantes, y se utilizaron morteros de asiento y revoques elaborados con las dosificaciones y métodos habituales en la práctica de obra.

Para el mortero de asiento se empleó en todos los casos la misma dosificación mientras que para los revoques se optaron por dos tipos 1) Revoque a la cal; grueso y fino 2) Revoques de yeso (ver tabla N°1), como elemento de comparación también se ensayaron muros sin revocar. En la tabla N° 2 se indican los resultados.

Dosificaciones de morteros (En volumen)

Mortero	Cal hidráulica hidratada	Cemento normal	Arena	Yeso
Mortero de asiento	1	1/2	3	-
Revoque grueso	3	1	9	-
Revoque fino	1	1/2	4	-
Engrosado de yeso	1/3	-	2	1
Enlucido de yeso	-	1	-	Yeso puro

Tabla N°1

RESISTENCIA AL FUEGO RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra N°	CONSTITUCIÓN MURO	REVOQUE CARA EXPUESTA AL FUEGO	REVOQUE CARA NO EXPUESTA AL FUEGO	RESISTENCIA AL FUEGO
1	Ladrillo macizo 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.	Sin revocar	Sin revocar	FR 120

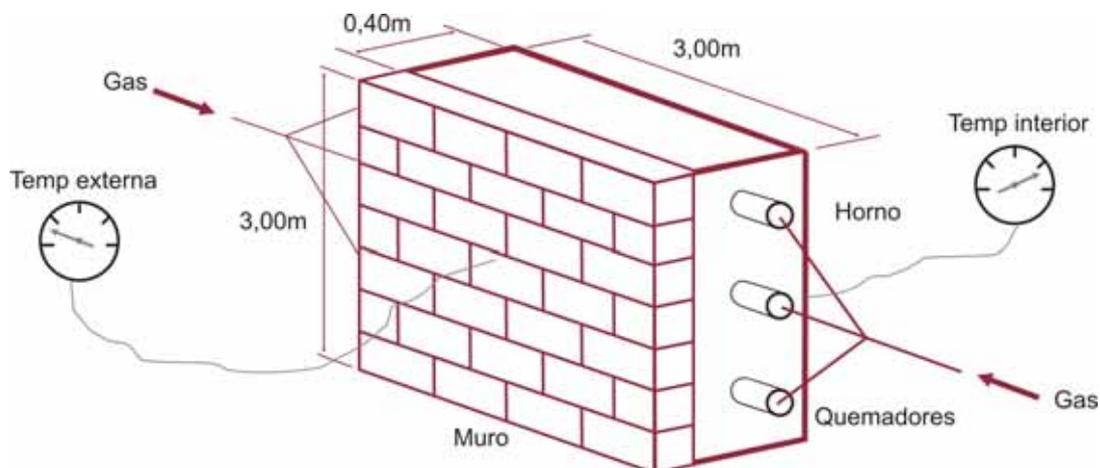
	espesor			
9	Ladrillo cerámico portante 12 cm. espesor	Engrosado de yeso + enluido de yeso	Grueso + fino	FR 180
10	Ladrillo cerámico portante 18 cm. espesor	Sin revocar	Sin revocar	FR 180
11	Ladrillo cerámico portante 18 cm. espesor	Engrosado de yeso + enluido de yeso	Grueso + fino	FR 240
12	Ladrillo cerámico portante 27 cm. de espesor	Grueso + fino	Grueso + fino	>FR 240

NOTA: Los ensayos se realizaron de acuerdo a la Norma IRAM 11950 (Resistencia al Fuego de los Elementos de la Construcción - Método de Ensayo). La clasificación se realizó de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11949 (Resistencia al Fuego de los Elementos de la Construcción - Criterios de Clasificación)

Tabla 2

4- Conclusiones

- 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 se encuentran que 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.
- 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 todos las demás partes del edificio han sido consumidas o destruidas por el fuego.
- 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.
- 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.





**Instituto Nacional
de Tecnología Industrial**



**Centro de Investigación y
Desarrollo en Construcciones**

**Premio Nacional a la Calidad 1999
Organismo Certificado ISO 9002**

INFORME DE ENSAYO

Solicitante: CÁMARA INDUSTRIAL DE LA CERÁMICA ROJA

O.T.: 101/3437

Pág.: 1/23

Fecha: 16/10/01

Informe: Único

**Dirección: Paraguay 1190 – 6°B
Capital Federal**

1- OBJETIVO

Estudio comparativo de la resistencia al fuego de mampostería de ladrillos cerámicos nacionales.

2- MUESTRA

Muestra Nº:	CONSTITUCIÓN MURO	REVOQUE CARA EXPUESTA AL FUEGO	REVOQUE CARA NO EXPUESTA AL FUEGO
1	ladrillo macizo común	grueso + fino	grueso + fino
2	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	sin revocar	sin revocar
3	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino
4	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	engrosado de yeso + enlucido de yeso
5	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	sin revocar	sin revocar
6	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino
7	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	engrosado de yeso + enlucido de yeso
8	ladrillo cerámico portante 12 cm espesor	sin revocar	sin revocar
9	ladrillo cerámico portante 12 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	grueso + fino
10	ladrillo cerámico portante 18 cm espesor	sin revocar	sin revocar
11	ladrillo cerámico portante 18 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	grueso + fino
12	ladrillo cerámico portante 27 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino

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

Av. Gral. Paz e/Albarellos y Av. de los Constituyentes - Parque Tecnológico Miguelete (Edificio 33) - B1650KNA
C.C. 157 B1650WAB San Martín, Prov. de Buenos Aires - ARGENTINA
Telefax: (54-11) 4753-5784 / 4754-4065 • Conm: 4724-6200/6300/6400 • Int: 6483/6500 • email: cecon@inti.gov.ar

Los bloques cerámicos con que se construyeron las muestras fueron suministradas por el cliente, perteneciendo a distintas fábricas de ladrillos cerámicos:

Las muestras fueron montadas en los marco-portaprobetas del horno, siendo este montaje supervisado por personal de INTI. La superficie ensayada fue de 3 x 3 m, coincidiendo con lo requerido por las normas.

La colocación de los ladrillos y su orientación se realizó según lo solicitado por el cliente, obteniendo como resultado los espesores de pared indicados en la tabla precedente.

La ejecución de los muros se efectuó de común acuerdo entre la Cámara Industrial de la Cerámica Roja y el INTI de la siguiente manera y para todos los casos:

1. Antes de la colocación de los ladrillos, se mojaron abundantemente.
2. Se utilizaron los siguientes morteros:

- Mortero de asiento (Dosificación en volumen)

Cal hidráulica hidratada tipo Hidrat o similar	1 parte
Cemento normal	1/2 parte
Arena	3 partes

Los espesores de las juntas, tanto horizontales como verticales fueron de aproximadamente 0.5 cm.

El espesor final de la capa de revoque realizada en cada caso fue de aproximadamente 2 cm.

- Revoque grueso

Cal hidráulica hidratada tipo Hidrat o similar	3 partes
Cemento normal	1 parte
Arena	9 partes

- Revoque fino

Cal hidráulica hidratada tipo Hidrat o similar	1 parte
Cemento normal	1/2 parte
Arena	4 partes

- Engrosado de yeso

Yeso	1 parte
Cal	1/3 parte
Arena Fina	2 partes

- Enlucido de yeso

Yeso	puro
------	------

3- MÉTODO EMPLEADO

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11950 (Resistencia al Fuego de los Elementos de la Construcción – Método de



O.T.: 101/3437
Pág.: 3/23
Fecha: 16/10/01
Informe: Único



Ensayo). La clasificación se realizó de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11949 (Resistencia al Fuego de los Elementos de la Construcción – Criterios de Clasificación).

4- RESULTADOS OBTENIDOS

Los ensayos fueron realizados los días:

- Muestra 1: 28 de mayo de 2001
- Muestra 2: 13 de noviembre de 2000.
- Muestra 3: 13 de diciembre de 2000
- Muestra 4: 22 de enero de 2001
- Muestra 5: 2 de marzo de 2001
- Muestra 6: 8 de marzo de 2001
- Muestra 7: 28 de marzo de 2001
- Muestra 8: 7 de abril de 2000
- Muestra 9: 9 de Mayo de 2000
- Muestra 10: 27 de Junio de 2000
- Muestra 11: 2 de Agosto de 2000
- Muestra 12: 15 de Junio de 2000

Los programas térmicos obtenidos se encontraron dentro de las tolerancias descritas por la norma que establece la curva de calentamiento dada en el ANEXO 2, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

4.1 ESTABILIDAD MECÁNICA

Todas las muestras mantuvieron la estabilidad mecánica en todo el transcurso de cada ensayo.

4.2 ESTANQUEIDAD A LAS LLAMAS

En ninguna de las muestras se detectó fallo de estanqueidad durante todo el ensayo, dando resultado negativo todas las comprobaciones hechas al respecto.

4.3 EMISIÓN DE GASES INFLAMABLES

En ninguna de las muestras se detectó la presencia de gases inflamables durante el transcurso del ensayo, dando resultado negativo todas las comprobaciones hechas al respecto.

4.4 AISLAMIENTO TÉRMICO

La temperatura de la cara no expuesta se ha registrado para cada una de las muestras en los puntos indicados en el croquis del ANEXO1, adjunto al

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



O.T.: 101/3437
Pág.: 4/23
Fecha: 16/10/01
Informe: Único



presente informe y que forma parte del mismo. En todos los casos se han utilizado termopares de Hierro - Constantán (Tipo J).

4.4.1 Temperatura media de la cara no expuesta

En cada una de las muestras, (a excepción de la muestra 12), se alcanzó la temperatura límite de $140^{\circ}\text{C} + T_0$ (T_0 = Temperatura ambiente) como media de los termopares situados en la cara exterior de acuerdo a la norma de referencia en los siguientes tiempos:

Muestra 1:	fallo en el minuto 185
Muestra 2:	fallo en el minuto 84
Muestra 3:	fallo en el minuto 122
Muestra 4:	fallo en el minuto 139
Muestra 5:	fallo en el minuto 195
Muestra 6:	fallo en el minuto 196
Muestra 7:	fallo en el minuto 290
Muestra 8:	fallo en el minuto 134
Muestra 9:	fallo en el minuto 184
Muestra 10:	fallo en el minuto 196
Muestra 11:	fallo en el minuto 243
Muestra 12:	no falló

4.4.2 Temperatura máxima de la cara no expuesta

Durante el transcurso del ensayo no se alcanzó en ninguna de las muestras, la temperatura límite de $180^{\circ} + T_0$ en alguno de los termopares situados en la cara no expuesta del muro.

4.5 OTRAS OBSERVACIONES

Durante la realización de los ensayos correspondientes a todas las muestras evaluadas (con y sin revoques) se escucharon explosiones que se corresponden con desprendimientos bruscos del revoque de la cara expuesta de los muros y/o a la rotura de los tabiques laterales e internos de los ladrillos tal como se pudo verificar una vez finalizado los ensayos.

En el ANEXO 3, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo, se incluyen fotografías de algunas de las muestras ensayadas así como de los distintos ladrillos con los que se confeccionaron las mismas.

5- CONCLUSIONES

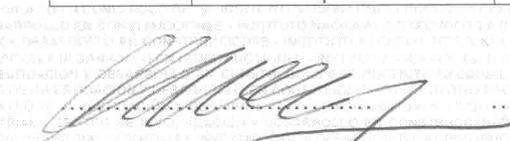
Este trabajo consiste en el estudio comparativo de la resistencia al fuego de los muros de ladrillos cerámicos más comúnmente utilizados en las obras, realizados con productos nacionales de distintos espesores y geometrías, sin revocar o con diferentes tipos de revoques .



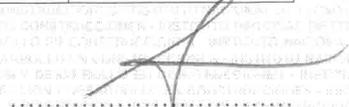
O.T.: 101/3437
 Pág.: 5/23
 Fecha: 16/10/01
 Informe: Único

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 Nº:	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 MARÍA 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.

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