

---

# DAU

# 09/055 A

## Documento de adecuación al uso

---

Denominación comercial:

Termobrick® 31  
Muro de carga

---

---

Titular del DAU:

Ceranor SA

---

Planta de producción:

Polígono Industrial El Tesoro s/n  
24200 Valencia de Don Juan (León)  
Tel. 987 750 800  
Fax 987 752 600  
[www.ceranor.es](http://www.ceranor.es)

---

Tipo genérico y uso:

Sistema de obra de fábrica ejecutado con bloques cerámicos machihembrados de arcilla aligerada Termobrick® 31 para la construcción de muros de carga.

---

Validez:

Desde: 29.06.2009  
Hasta: 28.06.2014

---

Edición y fecha:

A 29.06.2009

---

La validez del DAU 09/055 está sujeta a las condiciones del Reglamento del DAU. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC; a título informativo, se incorpora en la página web del Instituto [www.itec.cat](http://www.itec.cat).

---

Este documento consta de 40 páginas.  
Queda prohibida su reproducción parcial.



ITeC

Página en blanco

# Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	5
2.	Componentes del sistema	5
2.1.	Bloque base Termobrick® 31	5
2.2.	Piezas complementarias Termobrick® 31	6
2.3.	Otros componentes del muro Termobrick® 31	9
2.3.1.	Mortero de albañilería para las juntas horizontales	9
2.3.2.	Otros componentes metálicos	10
2.3.3.	Componentes para el sellado de las juntas de movimiento	10
2.3.4.	Mortero de alta adherencia para fijar las plaquetas	10
2.3.5.	Componentes para la fijación de objetos sobre el muro	10
3.	Fabricación	11
3.1.	Materias primas	11
3.2.	Proceso de fabricación	11
3.3.	Presentación del producto	11
4.	Control de la producción	12
4.1.	Control de los bloques y piezas complementarias	12
4.1.1.	Control de materias primas	12
4.1.2.	Control del proceso de fabricación	12
4.1.3.	Control del producto final acabado	13
4.2.	Control de ejecución del muro en la obra	13
5.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	13
5.1.	Almacenamiento	13
5.2.	Transporte	13
5.3.	Control de recepción de los elementos en obra	13
6.	Criterios de proyecto y ejecución del sistema	14
6.1.	Criterios de proyecto	14
6.1.1.	Criterios de diseño. Estructura de muros Termobrick® 31	14
6.1.2.	Criterios de diseño. Otros elementos estructurales de la edificación	17
6.1.3.	Seguridad estructural	18
6.1.4.	Seguridad en caso de incendio	20
6.1.5.	Salubridad	20
6.1.6.	Seguridad de utilización	20
6.1.7.	Protección frente al ruido	20
6.1.8.	Ahorro de energía	20
6.1.9.	Durabilidad	20
6.2.	Detalles constructivos	21
6.3.	Criterios de ejecución	26
6.3.1.	Criterios generales de ejecución	26
6.3.2.	Preparación y replanteo	27
6.3.3.	Ejecución del muro	29
6.3.4.	Rozas y rebajes	30
7.	Referencias de utilización	31
8.	Visitas de obras	31
9.	Ensayos y cálculos para la adecuación al uso	32
9.1.	Resistencia mecánica y estabilidad (RE núm.1)	32
9.1.1.	Ensayo de resistencia a compresión del muro	32
9.1.2.	Ensayos de resistencia a flexión del muro	32

9.2.	Aspectos de durabilidad, servicio e identificación	33
9.2.1.	Ensayos de identificación de los muros	33
9.2.2.	Ensayos de compatibilidad geométrica entre bloques machihembrados	33
10.	Seguimiento del DAU	34
11.	Comisión de Expertos	34
12.	Documentos de referencia	35
13.	Evaluación de la adecuación al uso	37
14.	Condiciones de uso del DAU	38
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	39

# 1.

## Descripción del sistema y usos previstos

### 1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema de obra de fábrica con bloques Termobrick® 31, en lo sucesivo muro Termobrick® 31, está formado por los siguientes componentes principales:

- Bloque cerámico Termobrick® 31 de arcilla aligerada LD R-10 de dimensiones nominales<sup>1</sup> 310x310x190 mm con perforaciones verticales y testas machi-hembradas.
- Piezas complementarias cerámicas Termobrick®31.
- Mortero de albañilería para la ejecución de las juntas horizontales.

Para más información sobre los componentes del muro Termobrick® 31, véase el capítulo 2.

### 1.2. Usos a los que está destinado

El muro Termobrick® 31 se usa como elemento resistente de la estructura vertical de edificios, elemento de obra de fábrica sustentante<sup>2</sup>.

El muro Termobrick® 31 tiene otros usos complementarios<sup>3</sup> debidos a su posición relativa en la edificación (interior o exterior). Estos usos complementarios no son considerados en la evaluación del muro objeto de este DAU.

En el caso de que el sistema se utilice en zonas donde la aplicación de la norma sísmica vigente sea obligatoria, deberá justificarse que la solución constructiva utilizada cumple con los requisitos dispuestos en dicha norma, véase el apartado 6.1.3.

El uso como muro de plantas de sótano no es considerado en el presente documento.

# 2.

## Componentes del sistema

### 2.1. Bloque base Termobrick® 31

El bloque Termobrick® 31 es fabricado por Ceranor SA en sus instalaciones de Valencia de Don Juan (León). Las características de este bloque se indican en la tabla 2.1 y la figura 2.1.

En aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE, el bloque Termobrick® 31 dispone del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 771-1.

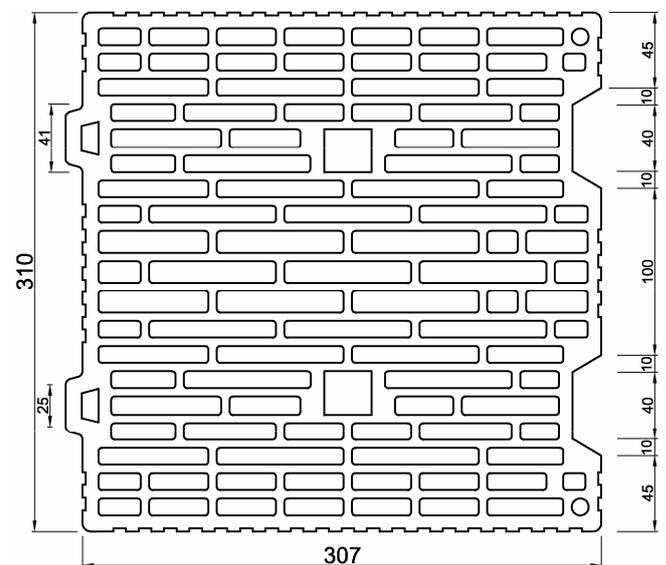


Figura 2.1: Bloque Termobrick® 31. Altura nominal 190 mm.

<sup>1</sup> Las dimensiones nominales son las dimensiones utilizadas para la modulación del muro (también llamadas dimensiones modulares). Estas dimensiones nominales pueden no coincidir exactamente con las dimensiones reales de fabricación.

<sup>2</sup> Término utilizado en el DB SE-F del CTE para designar a los muros de carga o muros portantes en los que se sustentan los forjados del edificio.

<sup>3</sup> Cerramiento exterior, separación interior, etc.

Característica	Valor declarado	Referencia
Grupo de pieza	Aligerada	Tabla 4.1 del DB SE-F del CTE
Categoría de pieza de albañilería	Categoría I	UNE EN 771-1
Dimensiones de fabricación:		
Longitud (mm)	305 ± 8	UNE EN 772-16
Anchura (mm)	310 ± 8	
Altura (mm)	190 ± 8	
Ortogonalidad	≤ 2%	
Planeidad de las caras (mm):	≤ 6	UNE EN 772-20
Masa en seco (kg)	14,7 ± 5%	UNE EN 772-13
Resistencia normalizada a compresión, $f_b$ , (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 10	UNE EN 772-1
Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	815 ± 5%	UNE EN 772-13
Densidad absoluta (kg/m <sup>3</sup> )	1690 ± 5%	
Porcentaje de huecos	≤ 55 %	UNE EN 772-3
Contenido en sales solubles activas	S <sub>0</sub>	UNE EN 772-5
Estabilidad dimensional: expansión por humedad (mm/m)	≤ 0,25	UNE 67036
Succión o tasa de absorción de agua inicial por tabla (kg/m <sup>2</sup> ·min)	≤ 1,9	UNE EN 772-11
Absorción de agua	≤ 22 %	Anexo C de UNE EN 771-1
Clase de reacción al fuego	A1 (Materia orgánica ≤ 1%)	UNE EN 13501-1

**Tabla 2.1:** Características del bloque Termobrick® 31.

## 2.2.

### Piezas complementarias Termobrick® 31

La serie de piezas complementarias Termobrick® 31, son las indicadas en la tabla 2.2 y son fabricadas por Ceranor SA en sus instalaciones de Valencia de Don Juan (León).

Las piezas complementarias de ajuste o modulación se suministran unidas y disponen de un sistema de precorte que permite obtener, mediante corte manual, la pieza especial acorde con las dimensiones especificadas sin necesidad de manipulación posterior.

Adicionalmente Ceranor SA puede suministrar piezas de ajuste vertical obtenidas mediante corte del bloque base y piezas complementarias (medio bloque, terminación, esquina y ajuste). El corte de estas piezas puede realizarse en las instalaciones de la fábrica según las necesidades de cada obra. La altura mínima de la pieza de ajuste vertical es 90 mm.

Pieza especial	Geometría	Características principales (*)
Medio bloque	Figura 2.2	
Terminación	Figura 2.3	Tolerancias dimensionales
Esquina	Figura 2.4	
Ajuste horizontal:		Resistencia mínima a compresión
Modulación 4	Figura 2.5	Densidad absoluta
Modulación 7		
Modulación 10		
Modulación 12 (4+7)		
Modulación 18 (7+10)		
Modulación 23 (4+7+10)		
Plaquetas (**):		
Ancho 4,8	Figura 2.6	Tolerancias dimensionales
Ancho 6,0		
Ancho 9,6		
Zuncho:		Densidad absoluta
Ancho 31	Figura 2.7	
Ancho 10 (**)		

(\*) Se indican las características principales que deben ser iguales a las indicadas en la tabla 2.1 para el bloque base.

(\*\*) Pieza idéntica a la indicada en el DAU 09/054 para otros anchos de piezas Termobrick®.

**Tabla 2.2:** Piezas complementarias Termobrick® 31.

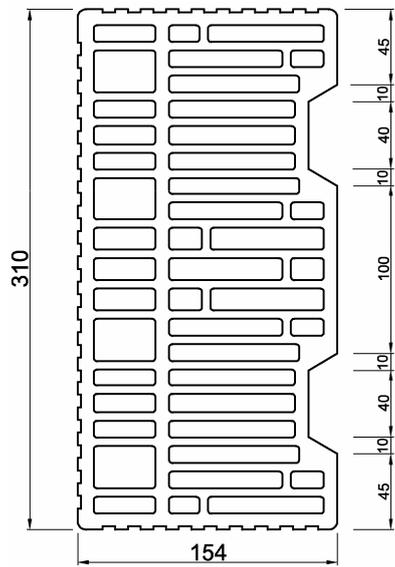


Figura 2.2: Medio bloque Termobrick® 31. Altura nominal 190 mm.

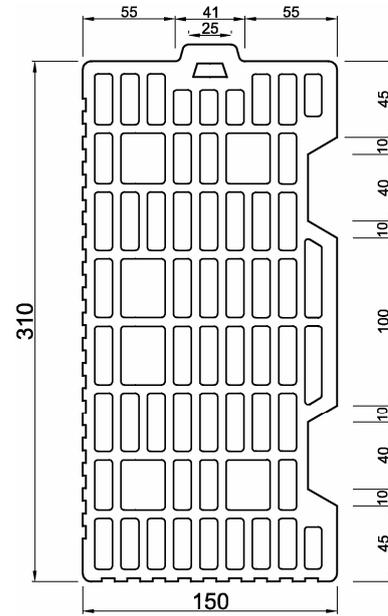


Figura 2.4: Esquina Termobrick® 31. Altura nominal 190 mm.

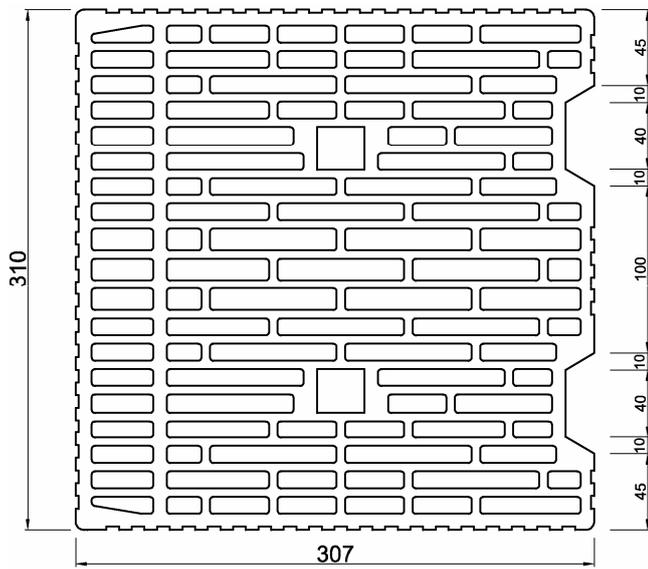


Figura 2.3: Terminación Termobrick® 31. Altura nominal 190 mm.

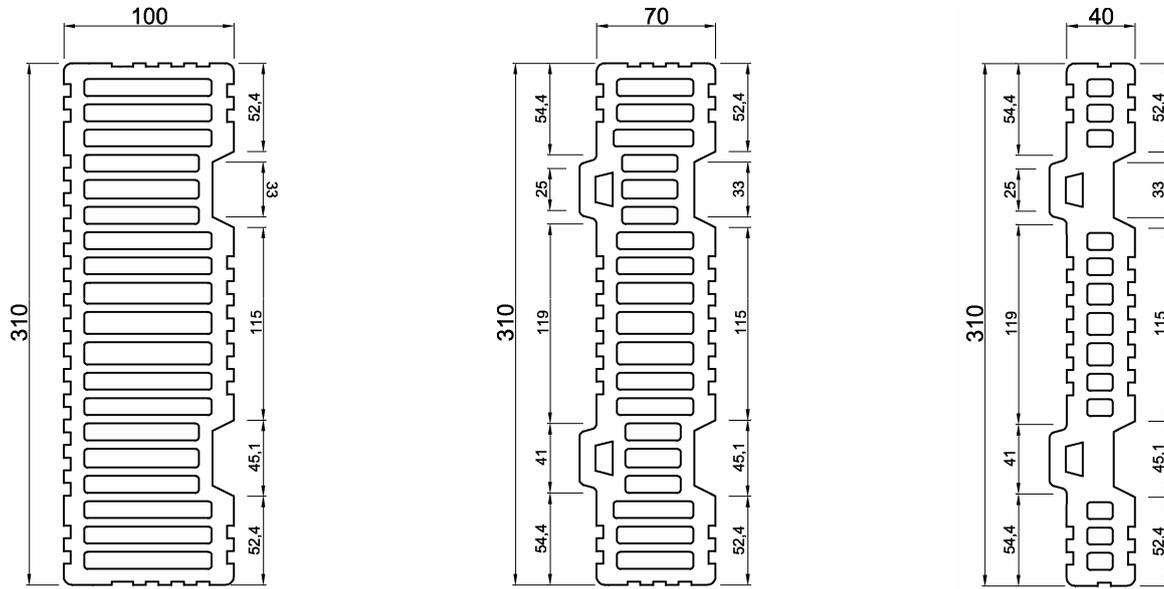


Figura 2.5: Ajustes horizontales Termobrick® 31. Altura nominal 190 mm.

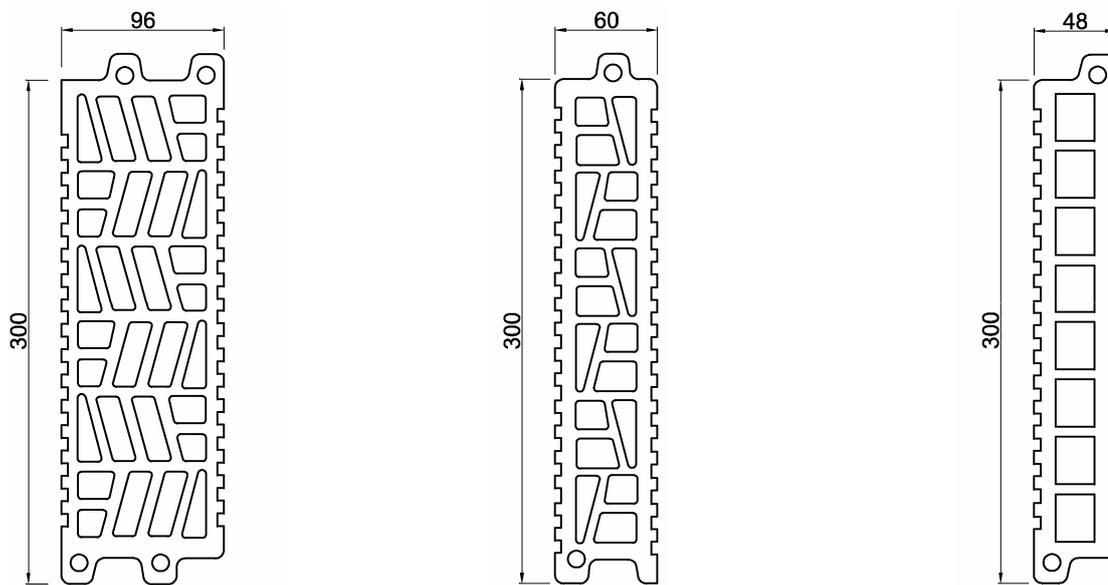


Figura 2.6: Plaquetas Termobrick®. Altura nominal 190 mm.

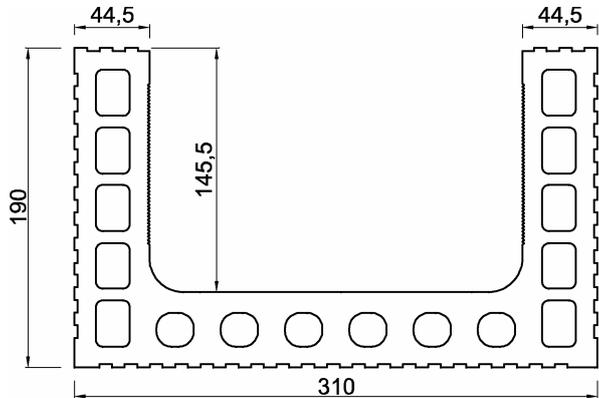


Figura 2.7a: Zuncho Termobrick® 31. Longitud nominal 330 mm.

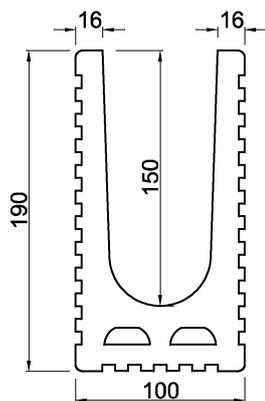


Figura 2.7b: Zuncho de 10 Termobrick®. Longitud nominal 190 mm.

## 2.3.

### Otros componentes del muro Termobrick® 31

En los apartados siguientes se describen los componentes adicionales que pueden formar parte del muro Termobrick® 31. Sobre todos ellos deberán realizarse los controles y verificaciones necesarios con objeto de garantizar que los productos suministrados en obra cumplen con las condiciones definidas para el muro Termobrick® 31.

#### 2.3.1.

##### Mortero de albañilería para las juntas horizontales

El mortero de albañilería empleado para los tendeles del muro Termobrick® 31 debe ser mortero diseñado

hecho en fábrica (morteros industriales diseñados<sup>4</sup>) que disponga del correspondiente marcado CE<sup>5</sup>.

Los morteros para tendeles empleados en el muro Termobrick® 31 deben cumplir las especificaciones del apartado 4.2 del DB-SE-F *Seguridad estructural: Fábrica del Código Técnico de la Edificación* (en adelante CTE).

Las características mínimas que debe tener el mortero de albañilería a utilizar en el muro Termobrick® 31 son las indicadas en la tabla 2.3.

Característica	Valor recomendado	Referencia
Tipo de mortero	Mortero para uso corriente (G)	UNE EN 998-2
Resistencia a compresión (*)	Categoría M7,5 ( $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$ )	UNE EN 1015-11
Resistencia de unión (adhesión)	$\geq 0,15 \text{ N/mm}^2$	UNE EN 998-2
Densidad endurecido	$> 1500 \text{ kg/m}^3$ (mortero no ligero)	UNE EN 1015-10
Clase de reacción al fuego	A1 (Materia orgánica $\leq 1\%$ )	UNE EN 13501-1

(\*) Para evitar roturas frágiles, la resistencia a compresión del mortero ( $f_m$ ) no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas ( $f_b$ )

Tabla 2.3: Características recomendadas del mortero de albañilería para las juntas.

#### 2.3.2.

##### Armadura de refuerzo de tendeles

Las armaduras de refuerzo de tendeles utilizadas para evitar fisuras en los muros deben ser armaduras que dispongan de protección propia a la corrosión dependiendo de la clase de exposición, ya que el recubrimiento del mortero puede resultar insuficiente para proteger la armadura.

Como ejemplo se pueden considerar armaduras de acero inoxidable, acero galvanizado o aceros protegidos con resinas epoxi (según norma UNE EN ISO 12944).

<sup>4</sup> Terminología empleada en la norma UNE EN 998-2.

<sup>5</sup> En aplicación de la Directiva 89/106/CEE, los morteros para albañilería tienen la obligación de disponer del marcado CE conforme a la norma armonizada UNE EN 998-2.

Para su elección debe tenerse en cuenta el apartado 3.3 del DB-SE-F del CTE, en el que se indican criterios para asegurar la durabilidad de la fábrica en relación con el tipo de armadura.

En relación con el marcado CE, las armaduras de refuerzo en tendeles deben ser conformes con la normas armonizadas UNE-EN 845-3 o UNE-EN 10080, correspondientes a mallas de acero o a acero soldable para armaduras respectivamente.

### 2.3.3.

#### Otros componentes metálicos

Si se emplean componentes metálicos para resolver puntos singulares en los muros Termobrick® 31 debe preverse su tratamiento o protección frente a la corrosión con objeto de garantizar la durabilidad final de la solución adoptada, según la clase de exposición prevista en proyecto de acuerdo con el apartado 3 del DB-SE-F del CTE.

El marcado CE de estos elementos metálicos deberá realizarse según la norma armonizada que les corresponda:

- Las llaves para juntas de movimiento y anclaje deberán disponer de marcado CE de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE-EN 845-1.
- Los perfiles para dinteles prefabricados metálicos deberán disponer de marcado CE de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE-EN 845-2.

### 2.3.4.

#### Componentes para el sellado de las juntas de movimiento

Para la ejecución del sellado de las juntas de movimiento se pueden utilizar los siguientes elementos:

- Material elástico para el relleno de junta: poliestireno, espuma de poliuretano (a posteriori), etc.
- Material elastomérico de sellado: butilo, caucho, etc.

En general, se utilizará un material aislante con una deformabilidad compatible con los movimientos de la junta.

Si fuesen necesarias juntas de movimiento de dimensiones mayores a 20 mm, es recomendable el uso de juntas prefabricadas con perfiles.

La solución de la junta debe cumplir los requisitos de resistencia al fuego en los casos que lo requiera la normativa vigente.

### 2.3.5.

#### Mortero de alta adherencia para fijar las plaquetas

Para la colocación de plaquetas en los muros Termobrick® 31 de fachada deberá utilizarse un mortero adhesivo apto para soportes de hormigón. Se recomienda su aplicación en pegado continuo con capa gruesa para garantizar la máxima adherencia y durabilidad de la unión entre la plaqueta y el soporte de hormigón armado, según las condiciones de uso y aplicación indicadas por el fabricante del adhesivo.

El mortero adhesivo deberá disponer del marcado CE correspondiente, en base a la norma armonizada UNE EN 12004.

### 2.3.6.

#### Componentes para la fijación de objetos sobre el muro

La fijación de elementos menores, como cuadros, focos, carriles de cortinas, etc., y aquellos cuya carga sea moderada (cargas superiores a 50 N pero menores de 2000 N), como fregaderos o estanterías, se pueden ejecutar con tacos de plástico.

Se recomienda que los anclajes de plástico dispongan del correspondiente marcado CE según la Guía de DITE 020 (ETAG 020).

Para cargas elevadas (cargas superiores a 2000 N), como calderas o estanterías muy cargadas, se recomienda utilizar tacos de tipo químico<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> En el momento de la redacción de este documento, se encuentra en proceso de aprobación la Guía de DITE 029 (ETAG 029) que permitirá el marcado CE de los anclajes de inyección metálicos para su uso en fábricas de albañilería.

## 3. Fabricación

Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 son fabricados por Ceranor SA en sus instalaciones de Valencia de Don Juan (León).

### 3.1. Materias primas

Las materias primas para la elaboración de los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 son:

- Arcillas.
- Adiciones aligerantes.

### 3.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de las piezas Termobrick® 31 consta de las siguientes etapas:

- Desmenuzado.
- Mezcla.
- Molienda.
- Amasado.
- Extrusión.
- Secado.
- Cocción.
- Empaquetado o embalaje.

La mezcla arcillosa se prepara con la dosificación establecida a partir de las materias primas. Los molinos y laminadores reducen el tamaño de grano de la mezcla de modo que en el amasado se consiga la consistencia y plasticidad prevista en el proceso.

Al salir la mezcla de la amasadora, pasa por la extrusora (en cuya boquilla se encuentra el molde de la pieza que se va a fabricar) e inmediatamente después por el corte (que dará la altura a las piezas).

Antes de que las piezas lleguen al horno para su cocción, es preciso eliminar la mayor cantidad de humedad posible. Para ello, las piezas pasan por el secadero y, al salir de éste, se apilan en vagonetes para ser introducidas en el horno.

Una vez las piezas salen del horno, son transportadas a la zona donde se empaquetan, según se define en el apartado 3.3. Posteriormente se almacenan en la fábrica hasta su suministro a obra.

### 3.3. Presentación del producto

Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31, se identifican según se indica en el Reglamento particular de la marca AENOR para bloques cerámicos de arcilla cocida aligerada para revestir (RP 34.14), incluyendo los siguientes datos:

- Logotipo de la marca AENOR, u otra marca equivalente<sup>7</sup>.
- Identificación del fabricante.
- Identificación del lugar de fabricación, si es necesario.
- Identificación de la línea de fabricación, si es necesario.
- Fecha de fabricación: día, mes y año.

Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 se suministran en palets de madera de 2 entradas plastificados.

La identificación de cada paquete incluye, como mínimo, el nombre del fabricante, el centro de producción, la etiqueta de marcado CE, el logotipo de la marca AENOR e información relativa a los riesgos y la seguridad de uso.

La cantidad de bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 y el peso aproximado de los palets se indica en la tabla 3.1.

Pieza Termobrick® 31	Piezas por palet	Peso aproximado (kg) (*)
Bloque base	45	660
Medio bloque	90	663
Terminación	45	663
Esquina	90	663
Ajuste horizontal	60	656
	4,8	105 (x2)
Plaquetas	6,0	105 (x2)
	9,6	135
Zuncho	45	530

(\*) Peso sin considerar el peso del palet (aproximadamente 20 kg).

**Tabla 3.1:** Capacidad de los palets Termobrick® 31.

<sup>7</sup> Marca legalmente establecida con exigencias normativas equivalentes.

## 4. Control de la producción

### 4.1. Control de los bloques y piezas complementarias

Ceranor SA dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad que es conforme con las exigencias de la norma UNE EN ISO 9001: 2000 para la fabricación de materiales cerámicos de arcilla cocida para la construcción. Certificado número 5001697 emitido en fecha 29 de octubre de 2002 por BVQI España, certificado vigente.

Asimismo, los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 disponen de una Certificación de Calidad de Producto conforme a la norma UNE EN 771-1 y al reglamento particular de la marca AENOR (RP 34.14) para bloques cerámicos de arcilla cocida aligerada para revestir. Certificado número 034/000808 emitido en fecha 23 de agosto de 2007 por AENOR, certificado vigente.

El control de la producción de los bloques y piezas complementarias Termobrick®31 que Ceranor SA tiene implantado en sus instalaciones de Valencia de Don Juan (León) abarca las fases y características que se detallan en las tablas 4.1 a 4.3.

#### 4.1.1. Control de materias primas

El control de las características indicadas en la tabla 4.1 se realiza para cada recepción de material.

Materia prima	Propiedad controlada
Arcilla	Características químicas
	Plasticidad
	Aspecto general
	Elementos extraños
Otras adiciones	La CO <sub>3</sub>
	Empresa suministradora
	Aspecto general
	Elementos extraños
	Humedad

**Tabla 4.1:** Controles de las materias primas para Termobrick® 31.

#### 4.1.2. Control del proceso de fabricación

El control de las características indicadas en la tabla 4.2 se realiza en continuo durante el proceso de fabricación.

Proceso	Propiedad controlada	
Mezcla	Dosificación	
	Granulometría	
Molienda	Humedad	
	Elementos extraños	
	Adición aligerante	
Proceso	Propiedad controlada	
	Humedad	
	Presión de vacío	
	Velocidad de salida	
	Estado de moldes	
	Corte	
	Extrusión	Fisuras
		Aspecto de las piezas
		Dimensión piezas
		Peso piezas
Secado	Angularidad	
	Tm/h	
	Temperaturas	
	Humedad	
	Velocidad de secado	
	Fisuras y roturas	
	Forma de piezas	
Apilado	Presión	
	Dimensión de las piezas	
	Forma	
	Angularidad	
Cocción	Temperatura horno	
	Temperatura humos	
	Presión	
	Velocidad de cocción	
	Piezas defectuosas	
	Humedad del prehorno	
Empaquetado	Fisuras y roturas	
	Forma	
	Peso de las piezas	
	Dimensiones	
	Angularidad	

**Tabla 4.2:** Controles de fabricación para Termobrick® 31.

**4.1.3.****Control del producto final acabado**

Propiedad controlada	Método de referencia	Frecuencia de control
Fisuración	ITeC OC PA-03	
Tolerancias dimensionales y rango	UNE EN 772-16	
Espesor paredes	UNE EN 772-16	Diaria
Ortogonalidad: paralelismo de las caras	ITeC OC PA-01 UNE EN 772-16	
Planeidad	UNE EN 772-20	
Masa del bloque		
Densidad aparente	UNE EN 772-13	
Densidad absoluta		Mensual
Porcentaje de huecos	UNE EN 772-3	
Succión o tasa de absorción de agua inicial por tabla	UNE EN 772-11	
Ajuste geométrico entre piezas (encaje)		
Desnivel entre cantos	ITeC OC PA-02	Cada dos meses
Desnivel entre tablas		
Resistencia a compresión (*)	UNE EN 772-1	
Contenido de sales solubles	UNE EN 772-5	Cada tres meses
Expansión por humedad	UNE 67036	
Heladicidad	UNE 67048	Cada seis meses

(\*) En periodos de alto volumen de producción, la frecuencia de control de esta característica puede ser superior o puede establecerse en función del volumen de bloques fabricados.

**Tabla 4.3:** Controles producto final acabado para Termobrick® 31.

**4.2.****Control de ejecución del muro en la obra**

En el transcurso de la ejecución del muro Termobrick® 31, el técnico responsable debe llevar a cabo un control que garantice que la puesta en obra se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en el capítulo 6 de este documento DAU.

**5.****Almacenamiento, transporte y recepción en obra****5.1.****Almacenamiento**

Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 se almacenan de forma controlada y organizada en el patio de la fábrica hasta que son transportadas a obra o a un almacén.

Tanto en el almacén como en la obra deben controlarse las condiciones del almacenamiento de las piezas Termobrick® 31 para que no sufran desperfectos o malos usos antes de su puesta en obra.

Los bloques que son almacenados durante largos periodos tiempo deberán mantener sus características. Si es necesario, se realiza un control interno adicional de estas piezas antes de su suministro a obra.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los palets y piezas Termobrick® 31 se debe tener en cuenta la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales.

**5.2.****Transporte**

El transporte de los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 puede ser realizado por cualquier medio convencional siempre que se tenga en cuenta que estos bloques no deben sufrir deterioro o desperfectos en ninguna de las fases de este proceso: carga, transporte y descarga.

**5.3.****Control de recepción de los elementos en obra**

En la recepción en obra, se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado.

En particular, se debería considerar:

- Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 no deben presentar fisuras, roturas, deformaciones, alabeos ni desconchados.
- No se deberían admitir componentes del muro Termobrick® 31 (bloques, morteros etc.) que se encuentren fuera de las especificaciones indicadas en el capítulo 2 y en la norma de producto aplicable.
- Se deberá presentar documentación del fabricante o suministrador conforme a que el producto suministrado es el especificado por la dirección facultativa para la ejecución de la obra.

## 6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema

### 6.1. Criterios de proyecto

Los muros Termobrick® 31 deberán cumplir con las exigencias básicas indicadas en el DB SE F del CTE.

Asimismo, en este documento se indican algunos aspectos específicos para el muro de bloque Termobrick® 31.

Se recomienda también la aplicación de la norma UNE EN 1996 (Eurocódigo 6).

Asimismo, los muros Termobrick® 31, en función de su ubicación relativa en el edificio, deberán cumplir las exigencias básicas de seguridad contra incendios, seguridad de uso, salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía definidos por el Código Técnico de la Edificación.

#### 6.1.1. Criterios de diseño. Estructura de muros Termobrick® 31

##### 6.1.1.1 Dimensiones y modulación

La estructura de muros Termobrick® 31 deberá respetar las siguientes recomendaciones de dimensiones límite:

- Altura máxima de la edificación: 3 plantas (PB+2).
- Separación máxima entre muros de carga (luz máxima de forjado): 6 m.
- Separación máxima entre los ejes de los muros de arriostramiento (longitud máxima del muro): 8 m.
- Longitud mínima exenta del muro de arriostramiento (sin incluir el espesor del muro al que arriostra): 0'2 veces la altura libre entre plantas.

Se recomienda modular los muros en fase de proyecto con el fin de optimizar las necesidades de material y evitar desperdicios innecesarios.

Para modular en sentido horizontal se podrá considerar como módulo la distancia de medio bloque, 150 mm. Para modular en sentido vertical se podrá considerar como módulo 200 mm, correspondientes a la altura de un bloque más el espesor de la junta horizontal.

Se deberán utilizar piezas complementarias para resolver los puntos singulares tales como esquinas, jambas, juntas de movimiento, encuentros de muros en T, etc.)

En estructuras de fábrica con distintos materiales se tendrá en cuenta la compatibilidad modular necesaria para la buena traba entre los diferentes muros incidentes.

En el caso de construir muros en zonas con requisitos sísmicos véase el apartado 6.1.1.6.

Está previsto que la junta horizontal de los muros exteriores sea discontinua (dos bandas de mortero con cámara de aire entre ellas de 50 mm tras el asentamiento del bloque).

La junta horizontal de los muros interiores puede ser continua (el mortero ocupa todo el ancho del tendel).

Las llagas o juntas verticales del muro van machihembradas a hueso, sin relleno de mortero.

#### 6.1.1.2 Huecos y dinteles

La abertura de huecos en los muros Termobrick® 31 requiere construir dinteles de hormigón armado encofrados con piezas de zuncho Termobrick® 31.

El dintel deberá apoyarse 1/5 de la luz por cada lado, y como mínimo 300 mm en muros portantes.

La longitud mínima de los machones será de 450 mm, asimilable a un bloque y medio. Para elementos aislados en zonas con requisitos sísmicos véase el apartado 6.1.1.7.

En caso de que, por exigencias del proyecto, deba sustituirse un muro de carga por una jácena apoyada sobre pilares de piezas Termobrick® 31, estos pilares deberán contar con una sección mínima de 450x450 mm. El uso de pilares no deberá considerarse para edificios situados en zonas con requisitos sísmicos, con el fin de evitar diferencias de rigidez importantes en las direcciones principales de la planta.

La flecha admisible del dintel en relación con la luz L del hueco debe ser inferior a:

- $L/1000$ .
- Lo exigido por el fabricante de la carpintería.

#### 6.1.1.3 Juntas de movimiento y de dilatación

Las juntas de movimiento en paños de muros Termobrick® 31 se dispondrán con objeto de permitir dilataciones térmicas, por humedad, fluencia, retracción, deformaciones por flexión y efectos de tensiones internas producidas por cargas verticales o

laterales en los muros, de acuerdo con las indicaciones del apartado 2.2 del DB SE-F del CTE.

El ancho habitual de las juntas de movimiento está entre 10 y 20 mm. Sin embargo, se deberá comprobar que el ancho final de la junta permita el máximo movimiento previsible del muro.

Los muros de carga tienen sus movimientos condicionados a los movimientos del forjado a los que sustentan; por lo cual deberán tener las mismas juntas estructurales que éstos, con iguales dimensiones y en la misma posición.

Es recomendable hacer coincidir las juntas de movimiento del muro con las juntas de dilatación de la estructura.

Las características de los componentes de las juntas de movimiento se definen en el apartado 2 y los criterios para su ejecución en los apartados 6.2 y 6.3.

En el caso de muros en zonas con requisitos sísmicos véase el apartado 6.1.1.6.

#### 6.1.1.4

##### Armado de tendeles

Se podrán colocar armaduras de refuerzo de tendeles en las siguientes condiciones:

- Zonas propensas a la fisuración por concentraciones de carga, tales como los cambios de sección del muro o bien los alrededores del hueco,
- Cuando los encuentros de muros no se resuelvan trabando bloques,

Las características de las armaduras de tendeles se definen en el apartado 2 y su ejecución en los apartados 6.2 y 6.3.

En el caso de muros en zonas con requisitos sísmicos véase el apartado 6.1.1.6.

#### 6.1.1.5

##### Rozas y rebajes

Se debería evitar la realización de rozas en muros de carga. Sin embargo, si fuese necesario realizarlas se deberían considerar los aspectos indicados en los apartados 4.6.6 y 7.4 del DB SE-F del CTE y el apartado 5.5 de la norma UNE EN 1996-1-1:

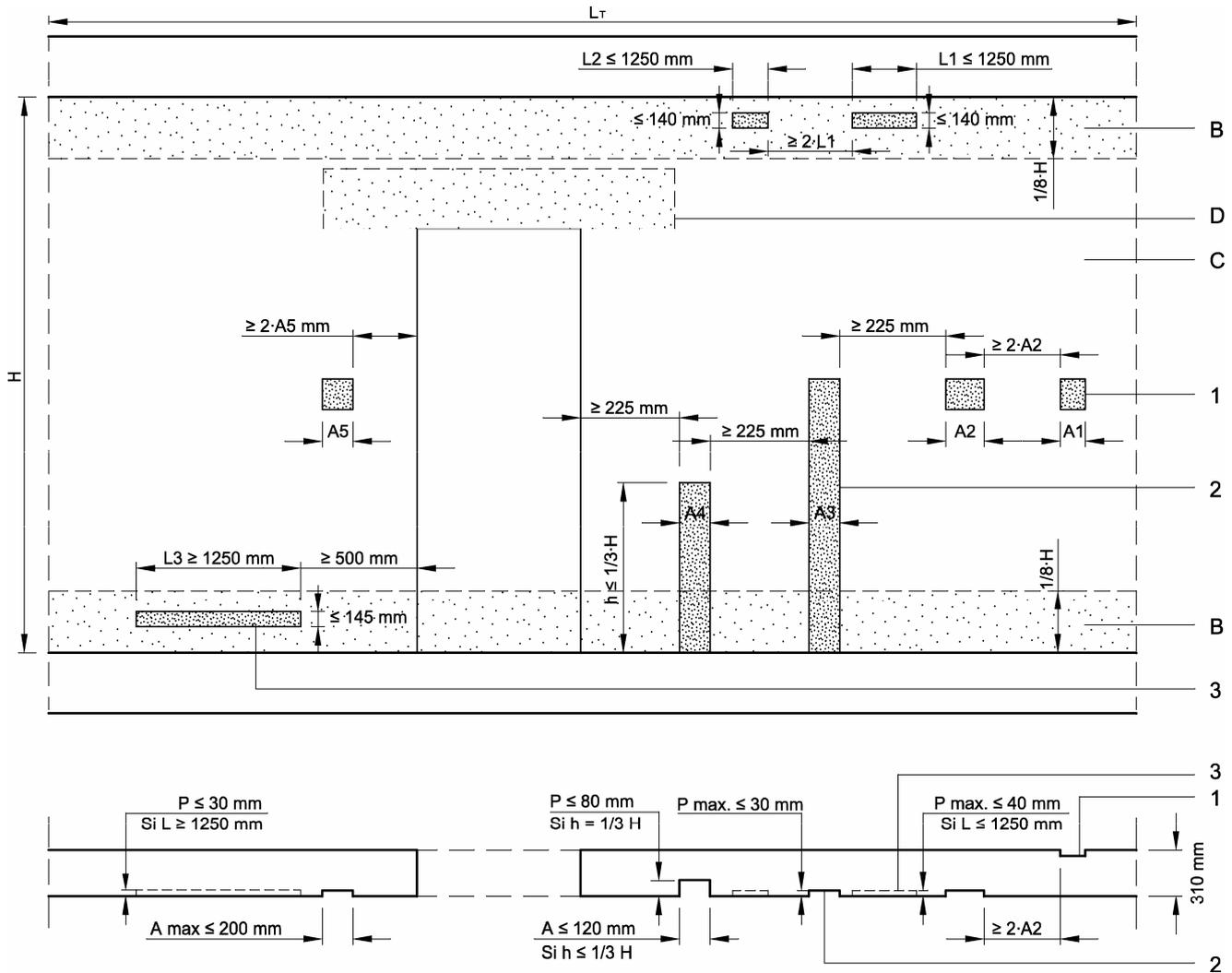
En particular se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Las rozas no deben cruzar los dinteles existentes en los muros.
- En rozas verticales y rebajes, la reducción de la resistencia del muro por rozas puede despreciarse si se mantienen las limitaciones de la tabla 6.1. En caso contrario, se deberá comprobará por cálculo la resistencia al muro. Véase el apartado 6.1.2.
- La separación horizontal entre rozas adyacentes, o entre una roza y un rebaje, será mayor o igual a 225 mm.
- La suma de los anchos de las rozas y rebajes verticales será menor a igual a 0,13 veces la longitud del muro, es decir, por ejemplo, por cada 2 m de longitud de muro la suma debe ser como máximo de 260 mm.
- La separación horizontal entre el extremo de una roza y un hueco será mayor o igual a 500 mm.
- La separación horizontal entre rozas adyacentes de la misma cara o en caras opuestas del muro, será mayor o igual que dos veces la longitud de la roza más larga.
- Se deberían evitar las rozas horizontales e inclinadas. Si esto no fuera posible, la reducción de la resistencia del muro por rozas sólo puede despreciarse si se realizan dentro del octavo de la altura libre del muro, sobre o bajo el forjado y se mantienen las limitaciones de la tabla 6.1.

Tipo	Longitud	Ancho	Profundidad <sup>(1)</sup>
Roza vertical	> 1/3 H <sup>(2)</sup>	≤ 200 (mm)	≤ 30 mm (Hasta el primer hueco)
	≤ 1/3 H <sup>(2)</sup>	≤ 120 (mm)	≤ 80 mm (Hasta el quinto hueco)
Roza horizontales o inclinadas	> 1.250 mm	≤ 145 (mm)	≤ 30 mm <sup>(3)(4)</sup>
	≤ 1.250 mm	≤ 140 (mm)	≤ 40 mm <sup>(3)(4)</sup>
Rebaje	≤ 300 mm	≤ 300 mm	≤ 95 mm

- (1) Profundidad máxima incluida la de cualquier perforación que se alcance al realizarla.
- (2) H = altura entre plantas. Altura medida desde el nivel del suelo.
- (3) Las rozas deben ser realizadas con una máquina herramienta de precisión.
- (4) Si se realizan rozas horizontales e inclinadas a ambos lados del muro la profundidad máxima de éstas debe ser de 10 mm.

**Tabla 6.1:** Características de las rozas en muros Termobrick® 31



Debe cumplirse:

$$\sum A_i = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_i \leq 0,13 \cdot L$$

Las rozas se realizan con máquina herramienta de precisión.

Donde  $A_2 \geq A_1$  y  $L_1 \geq L_2$

1. Rebaje
2. Roza vertical
3. Roza horizontal

B: Área entre el forjado y el octavo de la altura libre del muro ( $1/8 \cdot H$ ).

C: Área entre los octavos de la altura libre adyacentes a los forjados, donde toda roza horizontal o inclinada reduce la sección de cálculo del muro.

D: Área correspondiente a dintel o zonas con armadura donde se excluyen las rozas.

h: Altura de la roza.

H: Altura libre del muro.

$L_T$ : Longitud total del muro.

L: Longitud de rozas horizontales o inclinadas.

A: Ancho de rozas verticales y rebajes.

P: Profundidad de rozas y rebajes.

**Figura 6.1:** Características de las rozas en el muro Termobrick® 31.

- Para ejecutar rozas en zonas con requisitos sísmicos véase el apartado 6.1.1.6.

### 6.1.1.6

#### Criterios para zonas sísmicas

A continuación se indican los aspectos que deben ser considerados conforme a la norma NCSE-02.

- Si  $a_c < 0,04\text{-g}$  y la construcción es de importancia normal o especial, no es obligatoria la aplicación de la norma sismorresistente.
- Si  $0,08\text{-g} \leq a_c \leq 0,12\text{-g}$ , la altura de cada una de las plantas de un edificio con estructura de muros portantes no podrá ser superior a 20 veces el espesor del muro.
- Si  $a_c > 0,12\text{-g}$ , la altura máxima de un edificio con estructura de muros Termobrick® 31 será de 2 plantas (planta baja más una planta).
- Si  $a_c \geq 0,08\text{-g}$  todos los elementos portantes de un mismo edificio se realizarán con la misma solución constructiva.
- El espesor del muro Termobrick® 31 cumplen con los espesores mínimos que fija la norma NCSE-02 para estructuras de muros portantes (apartado 4.4.1 de la norma).
- Se recomienda que la barrera antihumedad en el arranque del muro no sean láminas, ya que éstas suponen una discontinuidad en la dirección vertical de los muros. En su lugar, la barrera impermeable puede conseguirse con un lecho de mortero hidrófugo.
- Los muros portantes se dispondrán en las dos direcciones de la planta de la manera más uniforme y simétrica posible (véase el apartado 4.2.1 de la norma).
- Para definir la anchura o separación de las juntas estructurales se considerarán los movimientos horizontales que se prevean en zonas con requisitos sísmicos (véase el apartado 4.2.5 de la norma).
- Las distancias máximas admisibles entre arriostramientos deberían ser inferiores a las distancias habituales de zonas no sísmicas. Si  $a_c \geq 0,12\text{-g}$ , esta distancia será menor a 5 m y la diagonal de un paño entre refuerzos debe ser inferior a 40 veces el espesor del muro.
- El encuentro entre un muro portante y un muro de arriostramiento interior debe realizarse con una solución rígida mediante trabas que penetren en todo el espesor del muro al que se entregan.
- Se evitarán cambios bruscos de rigidez a causa de variaciones en el espesor de los muros entre plantas consecutivas, o por disposición de huecos muy distintos entre plantas sucesivas. Si  $a_c \geq 0,08\text{-g}$ , estas variaciones no serán superiores a la mitad del canto del forjado.
- Para considerar un machón como portante o resistente en zonas con  $a_c \geq 0,04\text{-g}$ , deberá contar con una longitud mínima de 60 cm, que será de 80 cm en el caso de machones situados entre una esquina y un hueco.
- Sólo se admitirán rozas verticales en muros portantes y de arriostramiento, siempre que estén separadas entre sí un mínimo de 2 m, que su profundidad no supere 1/5 del espesor del muro (cumpliendo, además, las profundidades máximas definidas en el apartado 6.1.) y que el espesor residual de muro cumpla el espesor mínimo fijado por la norma NCSE-02 para fábrica de bloques.
- Los antepechos, parapetos, chimeneas y cercas deberán enlazarse correctamente a la estructura para garantizar su estabilidad, y calcularse con la acción sísmica de la planta donde estén situados.
- En el caso de edificios con  $a_c \geq 0,12\text{ g}$ , los muros o antepechos con el canto superior libre y de más de un metro de altura, se rematarán con un encadenado de coronación, disponiendo refuerzos verticales anclados a la estructura o a la cimentación.

### 6.1.2.

#### Criterios de diseño. Otros elementos estructurales de la edificación

##### 6.1.2.1

#### Cimentación

Se deberán verificar los estados límite de servicio de la cimentación según las tablas 2.2 y 2.3 del apartado 2.4 del DB-SE C, donde se establecen los valores límites de distorsión angular y distorsión horizontal específicos para estructuras de muros de carga.

En caso de estar situados en zona sísmica, los cimientos deberán seguir las especificaciones y criterios de diseño y atado, establecidos en el apartado 4.3 de la norma NCSE-02.

Asimismo, la norma EHE-08 establece en el artículo 58.4.2, Cimentaciones Flexibles, criterios de cálculo para zapatas y encepados flexibles que soporten muros de fábrica.

Por su parte, el DB-SE F contempla en el apartado 5.2.8 que puede prescindirse del cálculo de los efectos debido a los asientos diferenciales de la cimentación, para diferencias de deformación vertical que no superen el valor prescrito en su punto 3.

### 6.1.2.2

#### Forjados

Los forjados se deberán resolver conforme a la normativa de obligado cumplimiento que les sea de aplicación<sup>8</sup>.

Para minimizar las fisuraciones en los encuentros del último forjado con los muros exteriores, se recomienda que la relación del forjado luz/canto  $\leq 20$ .

Para las estructuras de muros de fábrica, el DB SE-F establece que los forjados deben incluir elementos de encadenado que garanticen su continuidad con los muros.

Los enlaces entre el muro y el forjado se deberán realizar según se establece en el apartado 7.3 de dicho documento, y según lo dispuesto para los forjados en su normativa específica. En las figuras 6.17 y 6.18 se aportan ejemplos de estos encuentros, sin embargo otras soluciones serían posibles siempre que cumplan con los requisitos de las normas de referencia.

La longitud de apoyo del encadenado sobre el muro será la estructuralmente necesaria y, en ningún caso, inferior a lo definido en el mencionado apartado del DB SE-F, ni a:

$$a_z \geq 2/3 t$$

$$a_z \geq 14 \text{ cm} \quad \text{donde } a_z: \text{ ancho del zuncho}$$

t: espesor del muro inferior

En el caso habitual de forjados unidireccionales realizados mediante viguetas o losas alveolares prefabricadas, los enlaces y apoyos seguirán lo expuesto en el Apartado 7 del Anejo 12 de la EHE-08. Asimismo, dicha norma establece para este tipo de forjados limitaciones de flecha específicas:

- La flecha total a plazo infinito no excederá al menor de los valores siguientes:  $L/250$  y  $L/500 + 10 \text{ mm}$ .
- La flecha activa no excederá al menor de los valores siguientes:  $L/500$  y  $L/1000 + 5 \text{ mm}$ .

<sup>8</sup> En el momento de la redacción de este documento las normas aplicables a los forjados es la Instrucción EHE-08.

En el caso de forjados bidireccionales, éstos se regirán por lo establecido en el artículo 55° de la norma EHE-08.

### 6.1.3.

#### Seguridad estructural

Debe justificarse mediante cálculo que la solución de muros adoptada como elementos de estructura vertical del edificio resiste las acciones que le son de aplicación (incluidas las acciones debidas a esfuerzos horizontales). En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de Ceranor SA puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

Para el cálculo de los muros Termobrick® 31 deberán considerarse los aspectos indicados en el DB SE, DB SE-C, DB SE-AE, y DB SE-F del CTE y aquellos aspectos particulares definidos en este documento.

Los muros deberán trabajar básicamente a compresión, evitando empujes horizontales excesivos, flexiones fuera del plano del muro, fuertes excentricidades de carga o tracciones localizadas.

En resumen, para el cálculo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Características generales del edificio (situación topográfica, tipo de terreno, altura del edificio, número de plantas; número, disposición y dimensiones de los huecos; tipo de cubierta; tipo de forjado; situación de escaleras, etc.).
- Características generales de los muros:
  - posición y ubicación de los muros de carga (interiores<sup>9</sup> y exteriores<sup>10</sup>) y muros de arriostamiento<sup>11</sup> perpendiculares (interiores y exteriores);
  - las características físicas y características resistentes del muro Termobrick® 31. Véase la tabla 6.2.
  - las características indicadas en el capítulo 2 de los componentes del muro Termobrick® 31 (bloques, piezas complementarias, mortero, etc.)

<sup>9</sup> Sometidos principalmente a cargas verticales.

<sup>10</sup> Sometidos a cargas verticales y cargas debidas al viento.

<sup>11</sup> Sometidos a cortante.

- Coeficientes parciales de seguridad para la mayoración de acciones indicados en la tabla 4.1 del DB SE.

Característica	Valor	Referencia
Espesor de cálculo $t_c$ (*)	310 mm	Tabla 2.1
Peso por unidad de superficie de muro	320 kg/m <sup>2</sup>	Calculado según los datos de componentes
Momento de inercia por metro de muro (I)	119000 cm <sup>4</sup>	Calculado según los datos de la tabla 2.1
Módulo resistente por metro de muro (Z)	7680 cm <sup>3</sup>	
Resistencia característica a compresión ( $f_c$ )	2,08 N/mm <sup>2</sup>	Apartado 9.1.1
Resistencia característica a flexión paralela a los tendeles ( $f_{yk1}$ )	0,16 N/mm <sup>2</sup>	Apartado 9.1.2
Resistencia característica a flexión perpendicular a los tendeles ( $f_{yk2}$ )	0,16 N/mm <sup>2</sup>	Apartado 9.1.2
Resistencia a cortante puro ( $f_{vk}$ )	0,11 N/mm <sup>2</sup> (**)	Tabla 4.5 del DB SE-F del CTE
Límite de la resistencia característica a cortante (límite de $f_{vk}$ )	0,84 N/mm <sup>2</sup> (**)	
Resistencia a flexotracción	0,20 N/mm <sup>2</sup>	Punto 3 del apartado 4.6.4 del DB SE-F del CTE
Módulo de elasticidad secante instantáneo (E)	4600 – 5300 MPa	Apartado 9.1.1
Módulo de elasticidad transversal (G)	1840 – 2120 MPa	Apartado 4.6.5 del DB SE-F del CTE
Coeficiente final de fluencia ( $\phi_s$ )	1	Tabla 4.7 del DB SE-F del CTE
Coeficiente de dilatación térmica (10 <sup>-6</sup> m/m °C)	6	
Expansión por humedad	0,25 mm/m	Tabla 2.1

(\*) No se considera la reducción del espesor por el efecto de las rozas.

(\*\*) Debido a que el muro tiene llagas a hueso y tendel hueco se considera el 70% del valor de la tabla 4.5 del DB SE-F del CTE.

**Tabla 6.2:** Características del muro Termobrick® 31.

- Coeficientes parciales de seguridad para la minoración de las resistencias del muro indicados en la tabla 4.9 del DB SE-F en función de la categoría de la fabricación de las piezas (Categoría I o II), véase el apartado 2.1, y la categoría de la ejecución del muro (A, B o C). Véase el apartado 6.1.3.1.
- En los huecos, el dimensionado del armado de los dinteles se calculará en función de la luz del hueco a cubrir y de las cargas que sobre él incidan teniendo en cuenta también la flecha admisible indicada en el apartado 6.1.1.2.
- Asimismo, en los huecos, deberá justificarse el apoyo del cargadero sobre el muro teniendo en cuenta el momento de empotramiento<sup>12</sup> para evitar momentos de magnitud tal que comporten concentraciones de carga importantes en la jamba.
- Para el apoyo de cargas concentradas se tendrán en cuenta los criterios indicados en el apartado 5.2.7 del DB SE-F del CTE. Sin embargo, no se deberá aplicar el aumento de la resistencia de cálculo a compresión indicada en el punto 2 del apartado 5.2.7 del DB SE-F del CTE.
- Si se prevén rozas de mayores dimensiones a las indicadas en el apartado 6.1.1.5, se deberá comprobar que el muro resiste las acciones considerando el espesor y sección residual del muro.
- Para el cálculo de muros en zonas con requisitos sísmicos véase el apartado 6.1.3.2.

### 6.1.3.1

#### Categoría de ejecución del muro Termobrick® 31

Tal como se establece en el apartado 8.2.1 del DB SE-F del CTE y considerando los siguientes aspectos:

- Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 disponen del marcado CE y de certificación de producto que incluye las especificaciones de tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, y expansión por humedad. Asimismo, en la tabla 2.1 se establece la succión o absorción de agua inicial de estas piezas.
- El mortero que debe ser utilizado en el muro Termobrick® 31 debe disponer del correspondiente marcado CE, véase el apartado 2.3, y en dicho

<sup>12</sup> Considerando, por ejemplo, las indicaciones del apartado 5.6 *Fábrica armada a flexión* del DB-SE-F del CTE.

marcado debería quedar especificada la resistencia a compresión y flexotracción del mortero conforme a la norma UNE EN 1015-11 a 28 días.

Se podrá considerar una **categoría de ejecución B**, y por tanto un coeficiente  $\gamma_m = 2,2$ , siempre que durante la ejecución se realice una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor. Estos controles deberán quedar especificados en el proyecto. En caso contrario se deberá considerar categoría de ejecución C, y por tanto un coeficiente  $\gamma_m = 2,7$ .

### 6.1.3.2

#### Criterios de cálculo para zonas sísmicas

La aplicación de las prescripciones de la norma NCSE-02 supone:

- Calcular las aceleraciones que se deben tener en cuenta en el cálculo, de acuerdo con el capítulo 2 de la norma NCSE-02, a partir de los siguientes parámetros:
  - la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ), que es función de la zona geográfica; el coeficiente de riesgo ( $\rho$ ), función del tipo de edificio y del periodo previsto de vida del edificio; y
  - el coeficiente de amplificación del terreno ( $S$ ), que es función de las características geotécnicas del terreno.
- Calcular las acciones sísmicas que afectan a las distintas partes del edificio según el método del capítulo 3 de la norma NCSE-02. Para el cálculo de una estructura de bloques se considerará siempre que esta es “no dúctil”, incluso cuando se dispongan los refuerzos y armaduras que recomienda la propia norma NCSE. De este modo,  $\mu=1$  y el coeficiente de respuesta  $\beta$  toma el valor 0,93 (véase la tabla 3.1 de la norma NCSE-02).
- Respetar las reglas de proyecto y prescripciones constructivas del capítulo 4 de la norma NCSE-02 así como los criterios indicados en el apartado 6.1.1.6.

### 6.1.4.

#### Seguridad en caso de incendio

Debe justificarse que la solución adoptada en el proyecto de edificación, que incluye como estructura resistente el muro Termobrick® 31, cumple con las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio del CTE.

### 6.1.5.

#### Salubridad

Debe justificarse que la solución adoptada en el proyecto de edificación, que incluye como estructura resistente el muro Termobrick® 31, cumple con las exigencias básicas de higiene, salud y protección del medio ambiente del CTE.

### 6.1.6.

#### Seguridad de utilización

La seguridad de utilización del muro Termobrick® 31 queda contemplada dentro del requisito de seguridad estructural. Véase el apartado 6.1.3.

### 6.1.7.

#### Protección frente al ruido

Debe justificarse que la solución adoptada en el proyecto de edificación, que incluye como estructura resistente el muro Termobrick® 31, cumple con las exigencias básicas de protección frente al ruido del CTE.

### 6.1.8.

#### Ahorro de energía

Debe justificarse que la solución adoptada en el proyecto de edificación, que incluye como estructura resistente el muro Termobrick® 31, cumple con las exigencias básicas de ahorro de energía del CTE.

### 6.1.9.

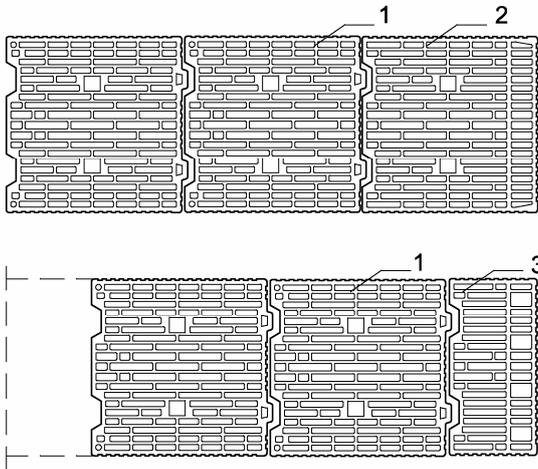
#### Durabilidad

La durabilidad del muro Termobrick® 31 se asegura con buenas medidas de diseño de proyecto (véanse los apartados 6.1.1 a 6.1.3), prestando especial atención a las soluciones de encuentros entre elementos resistentes y otros elementos en puntos singulares (véase el apartado 6.2), una correcta ejecución (véase el apartado 6.3) y unas adecuadas prescripciones de mantenimiento.

Asimismo, tal como se establece en el apartado 3 del DB SE-F del CTE, deberá definirse la clase general y específica de exposición asignada a los distintos componentes que formen parte del muro Termobrick® 31 que se utilicen en la construcción de los muros.

En particular, los bloques Termobrick® 31 deben tener las mismas restricciones de clases de exposición que las indicadas en la tabla 3.3 del DB SE-F del CTE para los ladrillos perforados fabricados por extrusión y de categoría I de pieza.

## 6.2. Detalles constructivos



- 1. Bloque Termobrick® 31
- 2. Terminación Termobrick® 31
- 3. Medio bloque Termobrick® 31
- 4. Esquina Termobrick® 31
- 5. Mortero
- 6. Aislante

Figura 6.2: Tramo estándar de muro. Hiladas par e impar.

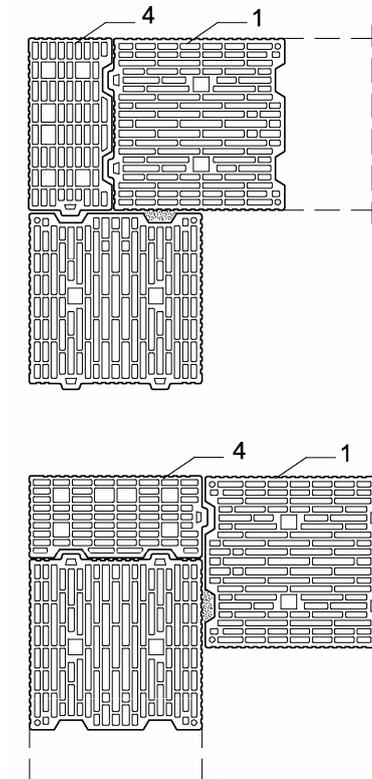
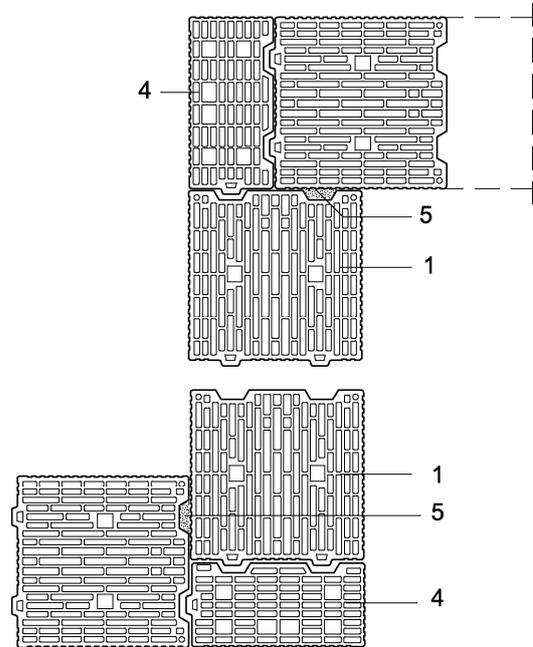
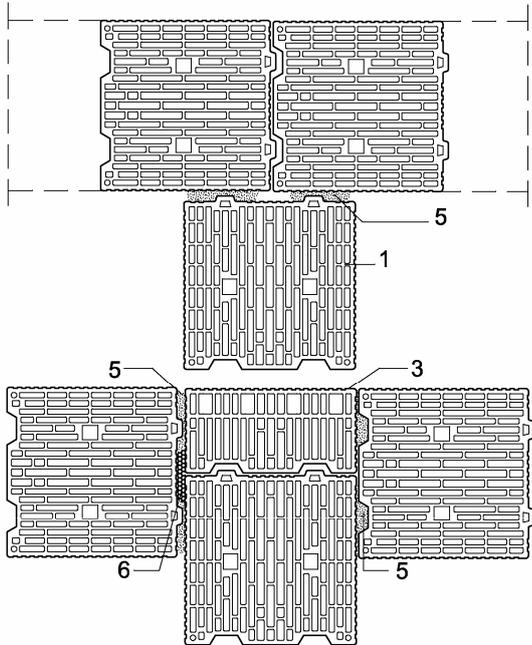
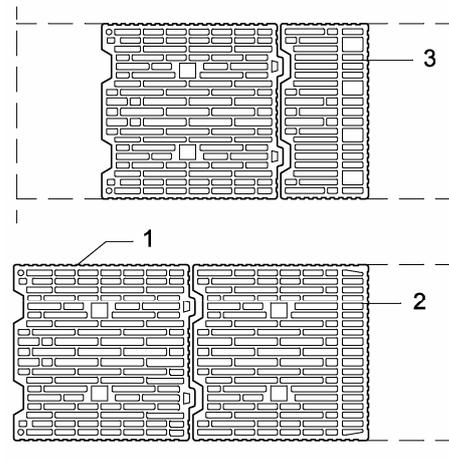


Figura 6.3: Encuentros de muros. Esquina en L. Hiladas par e impar.

Figura 6.4: Encuentro de muros. Esquina en Z. Hiladas par e impar.

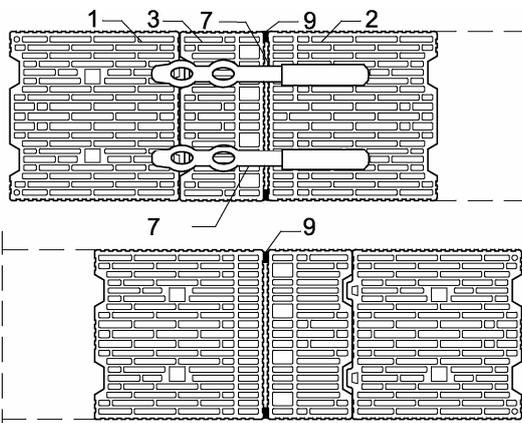


**Figura 6.5:** Encuentro de muros. Encuentros en T. Hiladas par e impar.

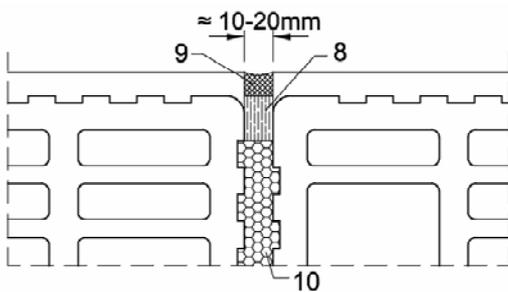


- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Bloque Termobrick® 31       | 7. Llave de junta de movimiento  |
| 2. Terminación Termobrick® 31  | 8. Cordón de base de sellado     |
| 3. Medio bloque Termobrick® 31 | 9. Masilla de sellado            |
| 4. Esquina Termobrick® 31      | 10. Material elástico de relleno |
| 5. Mortero                     |                                  |
| 6. Aislante                    |                                  |

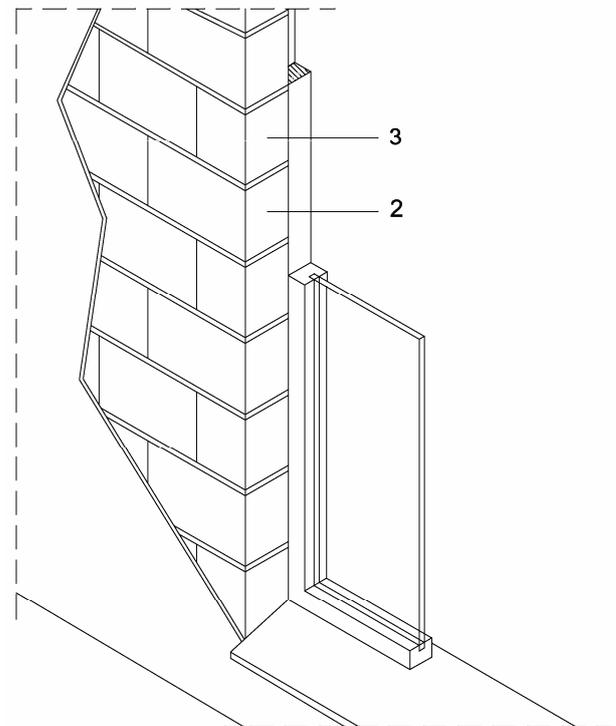
**Figura 6.6:** Detalle general de formación de huecos en muro. Hiladas par e impar.



**Figura 6.7:** Juntas de movimiento.



**Figura 6.8:** Detalle junta de movimiento.



**Figura 6.9:** Vista de formación de huecos en muro.

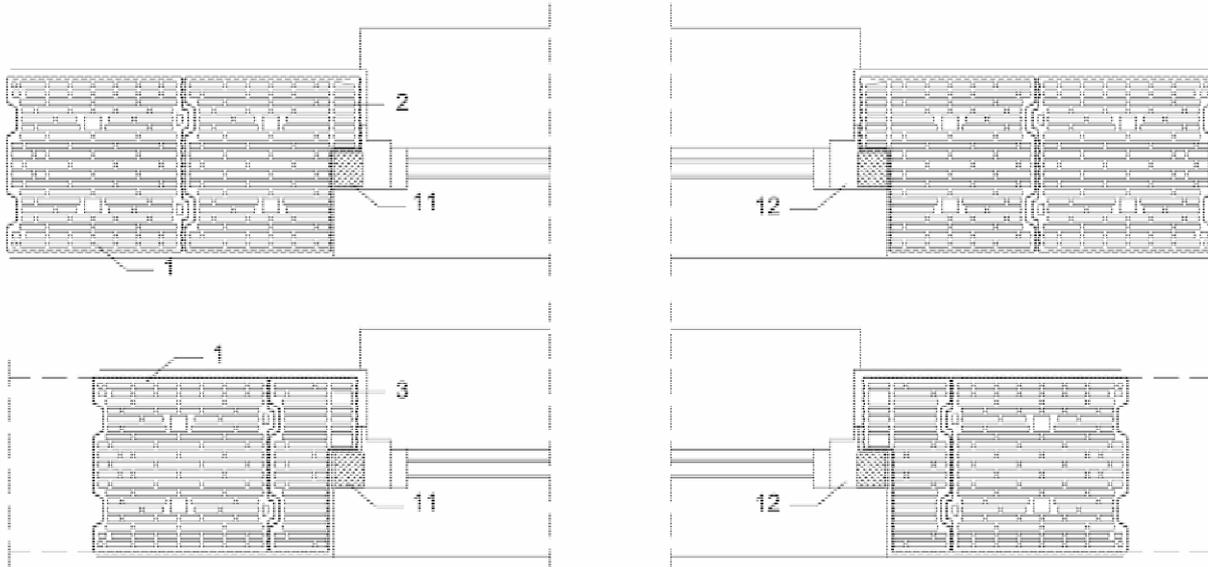
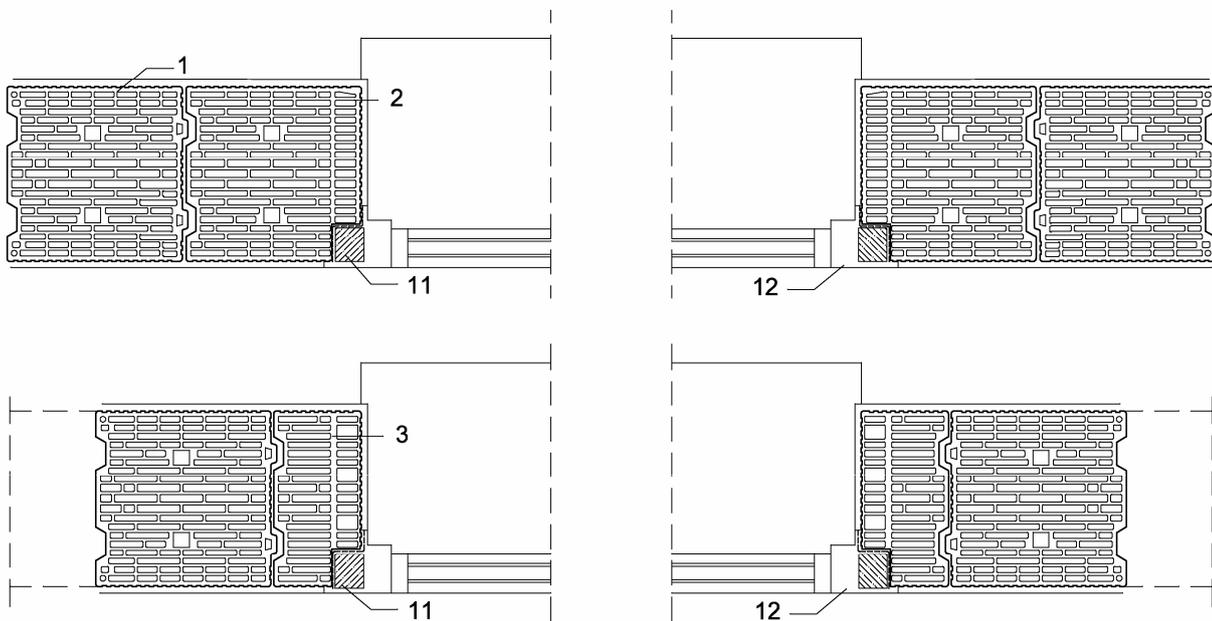


Figura 6.10: Jamba. Posición intermedia de la carpintería. Hiladas par e impar.



- |                                 |                                          |                                                                            |
|---------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. Bloque Termobrick® 31        | 9. Masilla de sellado                    | 17. Vierteaguas                                                            |
| 2. Terminación Termobrick® 31   | 10. Material elástico de relleno         | 18. Malla de refuerzo revistiendo una hilada superior y dos inferiores     |
| 3. Medio bloque Termobrick® 31  | 11. Premarco                             | 19. Forjado                                                                |
| 4. Esquina Termobrick® 31       | 12. Carpintería                          | 20. Lámina separadora o capa de mortero sobre hilada de soporte de forjado |
| 5. Mortero                      | 13. Barrera impermeable                  | 21. Armadura sobre tendeles                                                |
| 6. Aislante                     | 14. Zuncho Termobrick® 31                | 22. Revestimiento exterior                                                 |
| 7. Llave de junta de movimiento | 15. Zuncho cajón de persiana Termobrick® | 23. Revestimiento interior                                                 |
| 8. Cordón de base de sellado    | 16. Plaqueta Termobrick®                 |                                                                            |

Figura 6.11: Jamba. Posición interior de la carpintería. Hiladas par e impar.

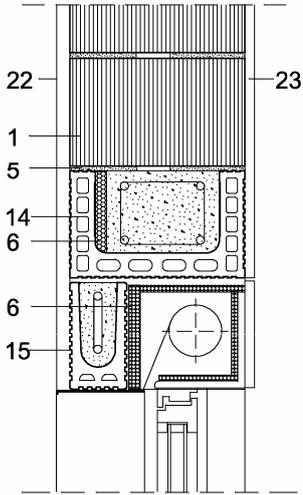


Figura 6.12: Dintel con caja de persiana.

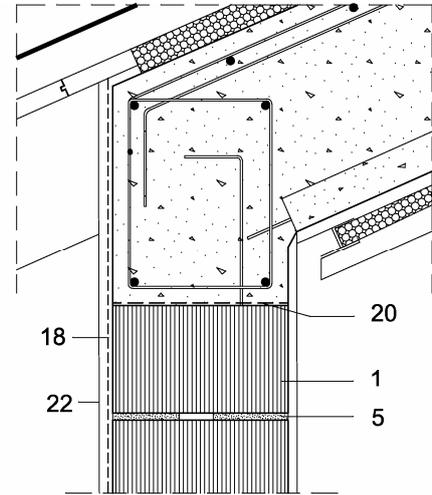


Figura 6.15: Encuentro con cubierta.

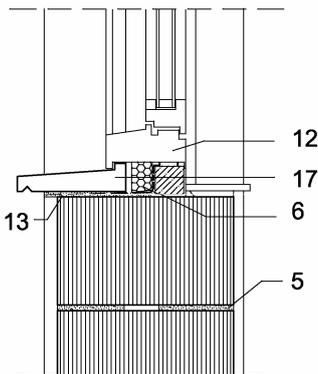


Figura 6.13: Vierteaguas con carpintería en posición intermedia.

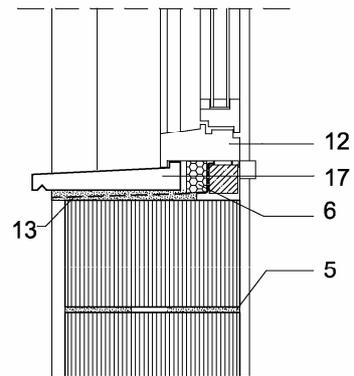


Figura 6.16: Vierteaguas con carpintería en posición interior.

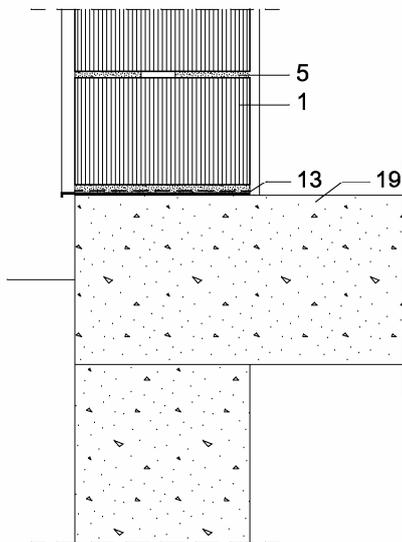


Figura 6.14: Arranque de muro.

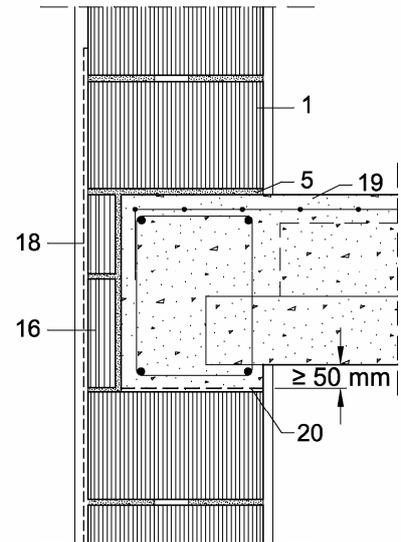


Figura 6.17: Encuentro de forjado con muro exterior.

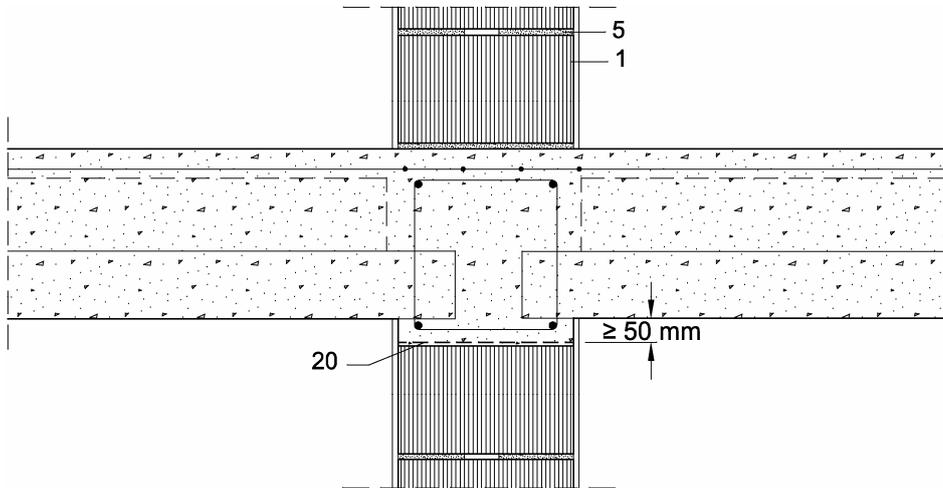
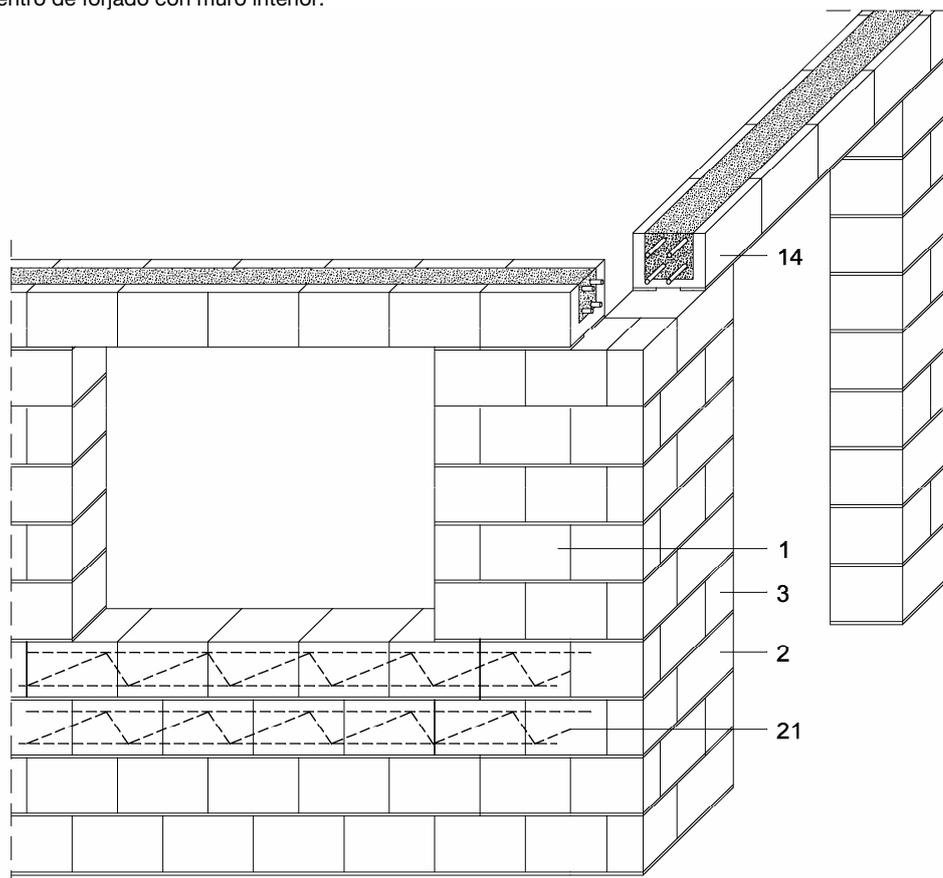
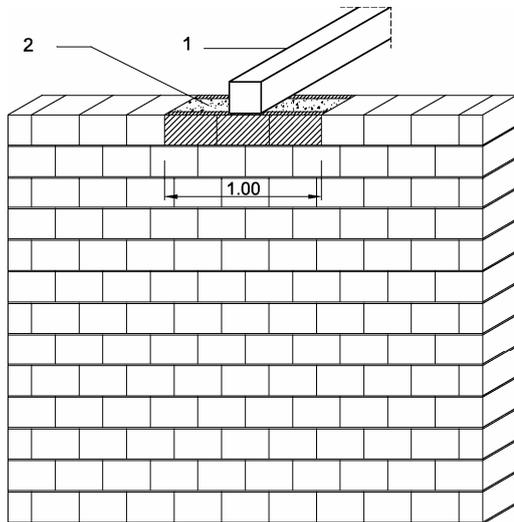


Figura 6.18: Encuentro de forjado con muro interior.



- |                                 |                                          |                                                                            |
|---------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. Bloque Termobrick® 31        | 9. Masilla de sellado                    | 17. Vierteaguas                                                            |
| 2. Terminación Termobrick® 31   | 10. Material elástico de relleno         | 18. Malla de refuerzo revistiendo una hilada superior y dos inferiores     |
| 3. Medio bloque Termobrick® 31  | 11. Premarco                             | 19. Forjado                                                                |
| 4. Esquina Termobrick® 31       | 12. Carpintería                          | 20. Lámina separadora o capa de mortero sobre hilada de soporte de forjado |
| 5. Mortero                      | 13. Barrera impermeable                  | 21. Armadura sobre tendeles                                                |
| 6. Aislante                     | 14. Zuncho Termobrick® 31                | 22. Revestimiento exterior                                                 |
| 7. Llave de junta de movimiento | 15. Zuncho cajón de persiana Termobrick® | 23. Revestimiento interior                                                 |
| 8. Cordón de base de sellado    | 16. Plaqueta Termobrick®                 |                                                                            |

Figura 6.19: Vista general de formación de huecos.



1. Viga o apoyo puntual.
2. Zuncho formado mediante pieza Zuncho Termobrick® 31.

**Figura 6.20:** Apoyo puntual sobre zuncho.

### 6.3. Criterios de ejecución

En la ejecución de los muros Termobrick® 31 se tendrán en cuenta las indicaciones particulares de ejecución descritas en este apartado 6.3 y los criterios definidos en los distintos documentos básicos del CTE que les apliquen a los muros objeto del proyecto.

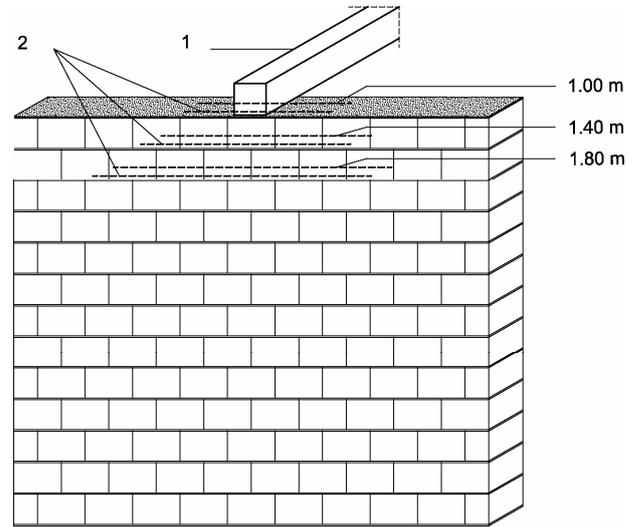
En relación con la seguridad estructural de los muros Termobrick® 31, su puesta en obra considerará los criterios generales de ejecución de muros de fábrica definidos en el apartado 7 del DB SE-F del CTE.

#### 6.3.1. Criterios generales de ejecución

##### 6.3.1.1 Criterios generales

En función de los medios disponibles (albañiles y elementos de andamiaje), la ejecución del muro podrá realizarse en todo el perímetro o extensión del edificio, por fachadas o por tramos.

Si se realizan interrupciones de la ejecución de los muros o cuando se levantan muros en épocas distintas, el muro que se ejecuta primero debe dejarse escalonado en su extremo (sin dejar adarajas ni endejas).



1. Viga o apoyo puntual.
2. Armado de tendeles.

**Figura 6.21:** Armado de tendeles en apoyos puntuales.

Los muros se arriostrarán durante su construcción, para evitar vuelcos debidos a acciones horizontales imprevistas (vientos, impactos de elementos de obra, etc.).

Para evitar el aplastamiento del mortero, no deberá construirse un muro de altura excesiva en una sola jornada (no exceder de una planta ni de 3 m).

Tal y como indica el apartado 7.3.2 del DB-SE-F del CTE, es recomendable que los muros que se vinculan o traban se levanten simultáneamente.

Con el fin de asegurar que los esfuerzos originados por la retracción del hormigón del forjado no provoquen fisuras horizontales en el muro, se considerarán los siguientes criterios:

- Cuando el forjado requiera un apuntalamiento temporal, es importante que se traslade el mínimo de cargas a los muros portantes.
- Si el forjado utilizado no precisa apuntalamiento temporal, será conveniente dejar secar el muro antes de someterlo a carga durante un tiempo mínimo que dependerá del tipo de mortero y de las condiciones ambientales de la obra (aproximadamente una semana, a temperaturas de entre 15° y 20°C).

### 6.3.1.2

#### Albañiles y medios necesarios para la construcción

El muro Termobrick® 31 debe ser construido por personal y/o empresas especializadas en esta tipología de bloques.

Ceranor SA facilita, cuando se le requiere, empresas o personal especializado en la ejecución del muro Termobrick® 31. En todos los casos suministra la información necesaria para la correcta construcción del muro Termobrick® 31.

Los equipos de albañiles u operarios deben constar de al menos dos personas con calificación y experiencia.

Los medios necesarios para la ejecución del muro Termobrick® 31 son los que se emplean habitualmente en la construcción de muros de albañilería, al igual que los elementos de protección individual: mascarillas antipolvo, guantes de protección impermeables, gafas de seguridad con protecciones laterales, ropa de trabajo, etc.

Las herramientas y elementos auxiliares necesarios para la ejecución deben cumplir las condiciones funcionales y de calidad establecidas en las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial de estos elementos.

### 6.3.1.3

#### Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Los componentes del muro Termobrick® 31 deberán permanecer almacenados en obra protegidos de la intemperie y del paso de maquinaria de obra.

Se deberá evitar que se produzcan desperfectos debidos a las acciones de manipulación y transporte en la obra.

En el proceso de ejecución se deberá tener en cuenta la normativa vigente sobre prevención de riesgos laborales así como prever que se incluya en el plan de seguridad y salud de la obra desarrollado al efecto.

### 6.3.1.4

#### Verificaciones previas a la ejecución

Una vez se tenga ejecutada la cimentación y forjado sanitario deberá verificarse mediante mediciones in situ, que la modulación inicial considerada en el proyecto es la adecuada para iniciar la ejecución de los muros. En caso contrario se deberá reajustar la modulación a las dimensiones reales de la obra.

### 6.3.1.5

#### Corte de los bloques

Los bloques podrán ser cortados en obra mediante una cortadora de mesa con disco vertical de diámetro mínimo de 550 mm o mediante sierra especial para corte de cerámica.

### 6.3.1.6

#### Protección de los muros durante su ejecución

Se deberán prever las siguientes medidas de protección de los muros durante la ejecución:

- De la lluvia:
  - Se deberá cubrir con plásticos, y se evitará el lavado de los morteros, la erosión de juntas y la acumulación de agua en el interior del muro.
- Del hielo:
  - Se recomienda evitar la ejecución de muros durante periodos con heladas.
  - Se recomienda proteger los muros con mantas de aislante térmico o plásticos, si hiela o existe riesgo de helada.
  - Asimismo, en caso de posibles heladas, se recomienda inspeccionar los muros al comienzo de la jornada.
- Del calor:
  - Se deberá mantener húmedo el muro para evitar una rápida evaporación del agua contenida en el mortero.

### 6.3.2.

#### Preparación y replanteo

El replanteo de los muros se realiza por medio de miras y cordeles quedando bien definida la disposición de los muros tanto en horizontal como en vertical.

Se tomará el punto más alto del forjado o cimentación como referencia de nivel, y se dispondrá el espesor de mortero necesario bajo la primera hilada para compensar las deficiencias de nivelación.

### 6.3.2.1

#### Replanteo horizontal

Se colocan miras aplomadas con todas sus caras escuadradas, a distancias no superiores a 4 metros y dispuestas en esquinas, jambas de los huecos, encuentros de muros, juntas de movimiento, inicio y fin del muro o mocheta.

Cuando sea necesario realizar ajustes horizontales del muro, se podrán utilizar las piezas de ajuste horizontal (véase el apartado 2.2) o, en el caso de ajustes inferiores a 30 mm, se podrán realizar juntas verticales de mortero ente piezas tal como se indican en el apartado 6.3.3.

En ningún caso se realizarán ajustes horizontales abriendo las juntas verticales sin el relleno de mortero, o utilizando materiales cerámicos diferentes a la serie de piezas Termobrick® 31.

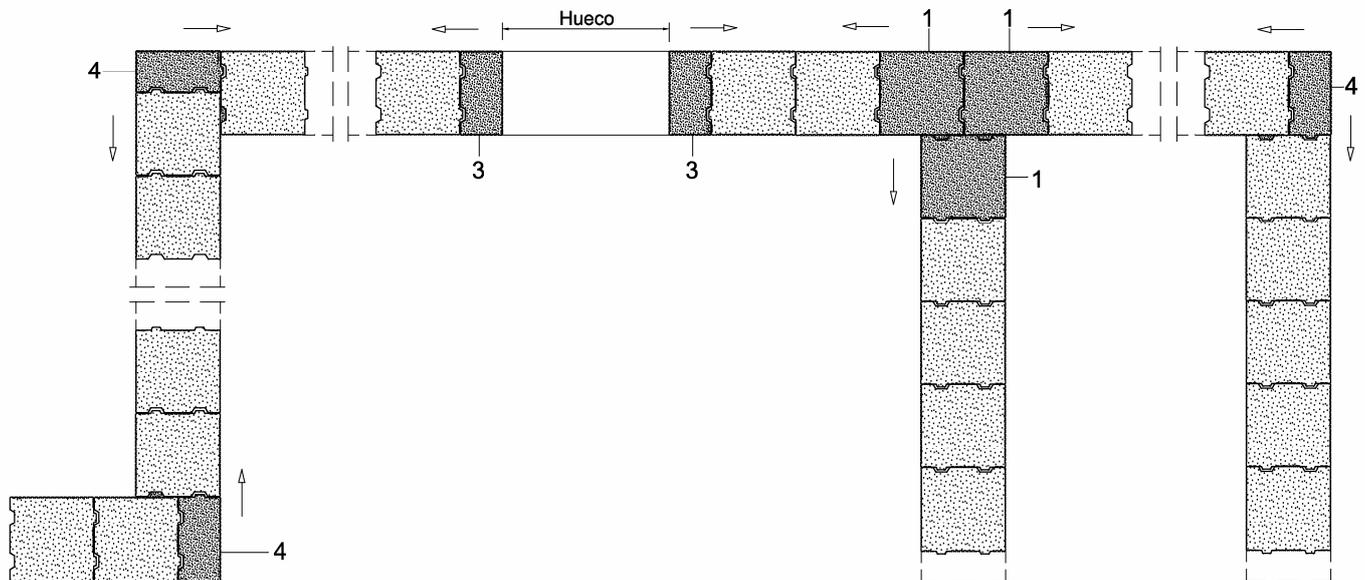
### 6.3.2.2

#### Replanteo vertical

En las miras se marcará la modulación vertical indicando el nivel del forjado, la situación de los antepechos y de los dinteles de huecos.

Además se realizarán marcas en las miras indicando la altura de cada hilada para conseguir que las hiladas sean horizontales y se colocará una hilo tenso entre las marcas de cada hilada.

Se ajustará la modulación vertical variando el espesor de la junta horizontal de mortero (entre 10 y 15 mm) o con piezas de ajuste vertical cortadas de los bloques base (altura mínima 90 mm). No se deberán utilizar otras tipologías de piezas de albañilería para ajustar la altura del muro.



1. Bloque Termobrick® 31
2. Terminación Termobrick® 31
3. Medio bloque Termobrick® 31
4. Esquina Termobrick® 31

**Figura 6.22:** Esquema de replanteo de muros Termobrick® 31

### 6.3.3.

#### Ejecución del muro

Una vez realizada la preparación y replanteo de los muros, incluida la capa continua de mortero para la nivelación del forjado, cada hilada se ejecutará siguiendo los siguientes pasos:

1. Se deberá iniciar la ejecución de los muros por las esquinas, huecos y encuentros entre muros a partir de las piezas complementarias designadas.
2. Se continuará completando el resto de la hilada con bloques base y piezas de ajuste horizontal según la modulación prevista.
3. Se colocará la segunda hilada de bloques y piezas complementarias manteniendo una distancia de juntas mayor o igual a 70 mm.

#### 6.3.3.1

##### Colocación de los bloques y piezas complementarias

Los bloques y piezas complementarias Termobrick® 31 se deberán humedecer (en cualquier época del año) antes de su colocación para evitar la deshidratación del mortero. Se podrán humedecer uno a uno o bien el palet completo.

No deberían colocarse piezas rotas o piezas que presenten un nivel de fisuración considerable.

Los aspectos que deben tenerse en cuenta sobre la junta vertical son:

- Los bloques machihembrados no deben colocarse a restregón sino que se deben colocar con la junta vertical a hueso, haciendo tope entre las partes planas de las testas y solapando los machos con las hembras antes de que entren en contacto con el mortero de la junta horizontal (no colocar a restregón). De este modo se evita un encaje incompleto de las piezas debido a la interposición de mortero en las testas de los machihembrados.
- El encaje vertical de las piezas deberá ser total (encaje a tope). No se colocarán piezas en las que, al ejecutar la unión, alineándola con el plano de fachada, la junta vertical quede abierta o separada.
- En el caso de la colocación testas de hembra contra hembra en los puntos singulares, se deberá rellenar con mortero el hueco resultante de realizar esta unión.

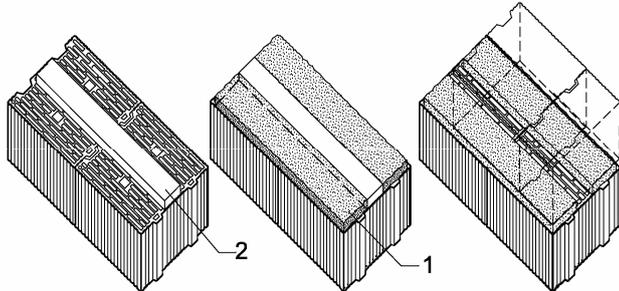
- En el caso de que sea necesario ejecutar una junta vertical con mortero se deberá considerar que:

- El espesor máximo de esta junta debe ser de 20 mm.
- En muros exteriores se deberán colocar dos bandas de mortero de 100 mm de ancho cada una, mientras que en muros interiores el ancho debe ser el ancho del muro.
- Esta junta de mortero podrá realizarse como máximo en dos juntas por tramo de muro.

Los aspectos a considerar sobre la junta horizontal son:

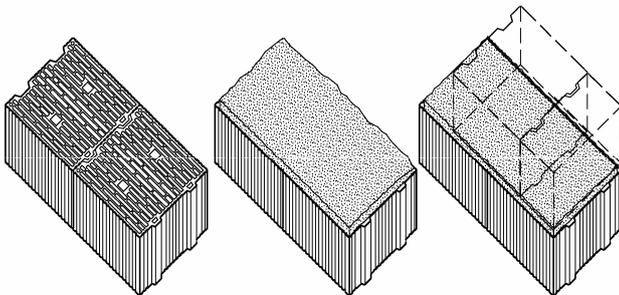
- En muros exteriores, la junta horizontal se realizará interrumpida (tendel hueco) extendiendo el mortero en dos bandas continuas, separadas 90 mm, salvo la primera junta sobre cada forjado, que se ejecutará continua o salvo indicaciones específicas de proyecto. Para conseguir esta separación y el espesor adecuado, puede utilizarse una regla de 25x90 mm de sección, asentada por su cara mayor en el centro de la hilada.
- La dimensión final de la junta horizontal de tendel hueco tras el asentamiento del bloque debe ser:
  - Espesor: entre 10 y 15 mm.
  - Ancho de separación de las bandas de mortero en los tendeles: entre 40 y 60 mm.
- En muros interiores, la junta horizontal se realizará continua (tendel continuo).
- Para la ejecución de ambos tipos de junta, interrumpida o continua, es importante la colocación de un espesor suficiente de mortero, unos 25 mm, el bloque de forma que, una vez asentada correctamente la pieza, el espesor resultante esté comprendido entre 10 y 15 mm.
- Una vez colocado el mortero, los bloques se asentarán verticalmente, golpeándolos con una maza de goma. Nunca se asentarán a restregón.

No se corregirá la alineación de las piezas una vez que el mortero de las juntas haya perdido su plasticidad.



1. Mortero
2. Regla 25x90 mm

**Figura 6.23:** Ejecución de tendeles huecos. Muros exteriores.



**Figura 6.24:** Ejecución de tendeles llenos. Muros interiores.

### 6.3.3.2

#### Ejecución de puntos singulares

Para la ejecución de los puntos singulares se deberán seguir los detalles constructivos indicados en el apartado 6.2.

En relación al antepecho, se recomienda armar los dos últimos tendeles bajo el hueco con los elementos de armado indicados en el capítulo 2.

En el caso de los muros exteriores la armadura deberá quedar embebida en las dos bandas de mortero del tendel, la exterior y la interior.

En relación a las jambas y juntas de movimiento, éstas se deben resolver con piezas complementarias de terminación y bloques medios, colocado la parte plana de la pieza por el lado del hueco.

En relación a los dinteles, se deberán ejecutar con pieza de zuncho Termobrick® 31 y deberá apoyarse por cada lado al menos 300 mm por cada lado, 1/5 de la luz del hueco y según las prescripciones del proyecto.

### 6.3.4.

#### Rozas y rebajes

En el caso de que sea necesario realizar rozas o rebajes, éstas deberán ser realizadas por personal especializado y considerando los siguientes aspectos:

- Las rozas deben ser realizadas con una máquina herramienta de precisión.
- Se deberán respetar los límites dimensionales indicados en el apartado 6.1.1.5.

En la ejecución de las rozas y rebajes no deberán quedar afectados otros elementos asociados al muro tales como dinteles, anclajes entre piezas, armaduras de refuerzo, etc.

## 7. Referencias de utilización

El muro Termobrick® 31 se lleva ejecutando desde el año 2006.

Como referencias de utilización se ha aportado la siguiente relación de obras:

- 17 viviendas aisladas en Maltranilla (Burgos).
- 50 viviendas adosadas en Ardoncino (León).
- Vivienda unifamiliar en Renedo de Esgueva (Valladolid).
- 20 viviendas en Mijarojos (Cantabria).
- 2 viviendas adosadas en Quintanilla de Sollamas (León).
- 5 viviendas aisladas en Premoño (Asturias).
- Vivienda unifamiliar en Olivares. Oviedo (Asturias).
- Vivienda unifamiliar en Concejo de Siero (Asturias).
- Bodega en Pajares de los Oteros (León).
- 12 viviendas en Aldeamayor de San Martín (Valladolid).
- Viviendas en bloque en Matamorosa (Cantabria).
- Vivienda unifamiliar en Villatoquite (Palencia).
- Vivienda unifamiliar en Aguilar (Palencia).
- Vivienda unifamiliar en Castrocontrigo (León)
- Centro de Día en Sadurniño (A Coruña).
- 4 viviendas unifamiliares en Gopegui (Álava).
- 8 viviendas pareadas en Rumoroso (Cantabria).
- 1 vivienda unifamiliar en Villablino (León).
- Colegio ampliación en Villaobispo (León).
- 1 vivienda unifamiliar en San Cucao de Llanera (Asturias).
- 5 viviendas unifamiliares adosadas en Casaseca de las Chanas (León).
- 4 viviendas unifamiliares en El Rayu – Pola de Siero (Asturias).
- Vivienda unifamiliar en O Rosal (Pontevedra).
- Vivienda unifamiliar en Traspinedo (Valladolid).
- Vivienda unifamiliar en Vega de Robledo (León).
- Guardería en Dueñas (Palencia).

## 8. Visitas de obras

Se ha realizado un muestreo de obras realizadas con el sistema Termobrick® 31, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del Instituto de Tecnología de la Construcción (ITeC) durante el año 2008. Estas inspecciones han dado lugar al *Informe de visitas de obras* recogido en el Dossier Técnico del DAU 09/055.

El objetivo de las visitas de obras ha sido, por un lado contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Ceranor SA y, por otro, identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en el capítulo 6 de este documento.

## 9. Ensayos y cálculos para la adecuación al uso

Se ha evaluado la adecuación al uso del muro portante ejecutado con bloques Termobrick® 31, en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de Evaluación* del DAU 09/055.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando: el requisito esencial de resistencia mecánica y estabilidad de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988, las exigencias básicas de seguridad estructural que establece el CTE y otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y servicio del muro.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en el laboratorio de LGAI-Technological Center sobre muestras tomadas por personal del Organismo de Control del Instituto de Tecnología de la Construcción (ITeC), en la planta de producción que Ceranor SA tiene ubicada en Valencia de Don Juan (León).

Asimismo, se han realizado ensayos de piezas bajo la supervisión de personal del Organismo de Control del ITeC en las instalaciones del Ceranor SA.

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico* del DAU 09/055.

### 9.1. Resistencia mecánica y estabilidad (RE núm.1)

#### 9.1.1. Ensayo de resistencia a compresión del muro

Se han realizado ensayos para la comprobación de la resistencia a compresión ( $f_c$ ) del muro Termobrick® 31. El método de ensayo utilizado es el indicado en la norma UNE EN 1052-1 (informe número 08/32309673 de LGAI).

Asimismo se han realizado los correspondientes ensayos de identificación de los componentes y características del muro indicados en el apartado 9.2.1.

Los resultados de resistencia obtenidos en los ensayos han sido inferiores a los resultados esperados de aplicar la ecuación C.1 del Anejo C del DB SE-F del CTE para piezas aligeradas ( $K = 0,50$ ). El factor de reducción obtenido es 0,56.

Por consiguiente, de acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos, la resistencia característica y el módulo de elasticidad de los muros Termobrick® 31 son los indicados en la tabla 9.1.

Estos datos deben ser considerados como los valores característicos a compresión del muro Termobrick® 31. Véase tabla 6.2.

Muro	Resistencia característica, $f_k$	Módulo de elasticidad, E
Muro con junta de tendel hueco	2,08 N/mm <sup>2</sup>	4600 – 5300 MPa

**Tabla 9.1:** Resistencia a compresión y módulo de elasticidad.

#### 9.1.2. Ensayos de resistencia a flexión del muro

Se han realizado ensayos para la comprobación de la resistencia a flexión por tendeles ( $f_{xk1}$ ) y flexión por llagas ( $f_{xk2}$ ) del muro Termobrick® 31. El método de ensayo utilizado es el indicado en la norma UNE EN 1052-2 (informe número 08/32309673 de LGAI).

Asimismo se han realizado los correspondientes ensayos de identificación de los componentes y características del muro indicados en el apartado 9.2.1.

Los resultados obtenidos en los ensayos se muestran en la tabla 9.2.

Muro	Resistencia característica a flexión por tendeles, $f_{xk1}$	Resistencia característica a flexión por llagas, $f_{xk2}$
Muro con junta de tendel hueco	0,22 N/mm <sup>2</sup>	0,16 N/mm <sup>2</sup>

**Tabla 9.2:** Resultados de resistencia a flexión por tendeles y por llagas.

Los resultados de la resistencia a flexión por tendeles han sido superiores a los datos indicados en la tabla 4.6 del DB SE-F del CTE para un mortero ordinario M5 y pieza cerámica, y la rotura de todas las probetas ensayadas ha sido por la unión pieza tendel (rotura por adherencia de esta unión).

Los resultados de la resistencia a flexión por llagas han sido inferiores a los datos indicados en la tabla 4.6 del DB SE-F del CTE para un mortero ordinario M5 y pieza cerámica, y la mayor parte de las roturas de las probetas has sido por las juntas verticales machihembradas entre piezas.

En consecuencia, se ha considerado como valores característicos a flexión ( $f_{xk1}$  y  $f_{xk2}$ ) del muro de carga Termobrick® 31 el menor de estos resultados. Véase la tabla 6.2.

## 9.2.

### Aspectos de durabilidad, servicio e identificación

#### 9.2.1.

##### Ensayos de identificación de los muros

Se han realizado los ensayos de identificación de los componentes utilizados en la construcción de las probetas de los ensayos indicados en el apartado 9.1.1 y 9.1.2. Asimismo se han realizado ensayos de identificación de estas probetas de ensayo (muretes).

Los ensayos realizados son los indicados en la tabla 9.3. Todos los ensayos quedan recogidos en el informe número 08/32309673 de LGAI.

Los resultados de estos ensayos confirman las características de los componentes y del muro indicadas en los capítulos 2 y 6.

#### 9.2.2.

##### Ensayos de compatibilidad geométrica entre bloques machihembrados

Se han realizado ensayos para analizar la compatibilidad geométrica entre los bloques Termobrick®31.

Los ensayos realizados son los indicados en la tabla 9.4. Todos los ensayos quedan recogidos en el informe número 867-PENY-04 EI-TMK-08 del Organismo de Control del ITeC.

Los resultados de estos ensayos confirman una correcta compatibilidad geométrica entre los bloques Termobrick®31.

Elemento	Característica ensayada	Método de ensayo
Bloque, medio bloque y terminación Termobrick®31	Dimensiones	UNE EN 772-16
	Resistencia a compresión con junta de tendel hueco	UNE EN 772-1
	Densidad absoluta y aparente	UNE EN 772-13
	Fisuración exterior e interior	ITeC OC-PA-03
Mortero de junta horizontal	Consistencia del mortero fresco	UNE EN 1015-3
	Contenido de aire	UNE EN 1015-7
	Densidad del mortero endurecido	UNE EN 1015-10
	Resistencia a compresión <sup>(1)</sup>	UNE EN 1015-11
Probeta muro	Espesor de las juntas horizontales	Método interno del laboratorio
	Dimensiones de los huecos del tendel endurecido	Método interno del laboratorio

(1) Resistencia medida a 7 días, a 28 días y al día de la rotura de los muros.

**Tabla 9.3:** Ensayos de identificación de los elementos de los ensayos de resistencia.

Característica ensayada	Método de ensayo
Ortogonalidad	ITeC OC-PA-01
Encaje o ajuste geométrico entre piezas	
Desnivel entre cantos	ITeC OC-PA-02
Desnivel entre tablas	

**Tabla 9.4:** Ensayos de compatibilidad geométrica de los bloques.

## 10. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición). La nueva edición del DAU se incorporará en formato pdf a la página web del ITeC [www.itec.cat](http://www.itec.cat).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones que complementa y modifica puntualmente la edición vigente del DAU. Dicha lista se incorpora como capítulo 15 de este DAU.

## 11. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el Reglamento y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

# 12.

## Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación de 17 de marzo de 2006 y sus modificaciones.
- Directiva de Productos de la Construcción, 89/106/CEE.
- Decisión 96/603/CE y sus modificaciones, decisión del 4 de octubre de 1996 por la que se establece la lista de productos clasificados en la clase A “sin contribución al fuego”.
- EHE-08. Instrucción de hormigón estructural. Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.
- Guía de DITE 020-1 (ETAG 020-1): Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 1: Aspectos generales.
- Guía de DITE 020-4 (ETAG 020-4): Anclajes de plástico para fijación múltiple en elementos de hormigón y obra de fábrica para aplicaciones no estructurales. Parte 4: Anclajes de plástico para fábrica de albañilería perforada o hueca.
- Borrador de Guía de DITE 029 (*draft* ETAG 029): Anclajes metálicos de inyección para uso en albañilería.
- ITeC OC-PA-01: abril 2008. Procedimiento de ensayo. Ortogonalidad de piezas de fábrica de albañilería.
- ITeC OC-PA-02: abril 2008. Procedimiento de ensayo. Encaje y alineación de piezas de fábrica de albañilería machihembradas en la junta vertical.
- ITeC OC-PA-03: abril 2008. Procedimiento de ensayo. Fisuración de piezas de fábrica de albañilería de arcilla cocida.
- UNE 67036:1999. Productos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de expansión por humedad.
- UNE 67048: 1988. Bloques cerámicos de arcilla cocida. Ensayos de helacidad.
- UNE EN 10080: 2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE EN 1015-10: 2000 (A1:2007). Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 10: Determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
- UNE EN 1015-11: 2000 (A1:2007). Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
- UNE EN 1015-7: 1999. Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 7: Determinación del contenido en aire del mortero fresco.
- UNE EN 1052-1: 1999. Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.
- UNE EN 1052-2: Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a la flexión.
- UNE EN 12004: 2008 Adhesivos para baldosas cerámicas. Requisitos, evaluación de la conformidad, clasificación y designación.
- UNE EN 13501-1: 2007. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- UNE EN 1996-1-1: 2005. Eurocódigo 6. Proyectos de estructuras de fábrica. Parte 1-1: Reglas generales para estructuras de fábrica armada y sin armar.
- UNE EN 771-1: 2003 (A1:2006). Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.
- UNE EN 772-1: 2002. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.
- UNE EN 772-13: 2001. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 13: Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería.
- UNE EN 772-16: 2001 (A1:2006; A2:2006). Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.
- UNE EN 772-3: 1999. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Determinación del volumen neto y del porcentaje de huecos por pesada hidrostática de piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.
- UNE EN 772-5: 2002. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5. Determinación del contenido de sales solubles activas en las piezas de arcilla cocida para albañilería.

- UNE EN 845-1: 2005 (A1:2008). Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: llaves, amarres. Colgadores. Ménsulas y ángulos.
- UNE EN 845-2: 2005. Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 2: Dinteles.
- UNE EN 845-3: 2006 (A1:2008). Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Armaduras de junta de tendel de malla de acero.
- UNE EN 998-2: 2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.
- UNE EN ISO 12944: 1999-2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Partes 1-8.
- UNE EN ISO 9001: 2001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

# 13.

## Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 09/055 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación* del DAU 09/055, elaborada por el ITeC:

- resultados de los ensayos de caracterización del sistema y sus componentes,
- resultados de los ensayos y de los cálculos de adecuación al uso del sistema,
- información obtenida en las visitas de obra realizadas,
- información obtenida del análisis de la documentación del control de producción en fábrica de Ceranor SA,
- criterios de proyecto y puesta en obra del sistema,

se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que muro Termobrick® 31, compuesto por:

- los bloques base Termobrick® 31, definidos en el apartado 2.1., fabricados por Ceranor SA,
- las piezas complementarias del sistema Termobrick® 31, definidas en el apartado 2.2., fabricados por Ceranor SA, y
- los otros componentes del muro (mortero para juntas, armaduras de refuerzo, etc.) definidos en el apartado 2.3.,

y ejecutado de acuerdo a las instrucciones y criterios que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- muros de carga en edificios de hasta 3 plantas para uso residencial (muros de obra de fábrica sustentante)

puesto que cumple con el requisito reglamentario que le es de aplicación (seguridad estructural).

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al muro Termobrick® 31 para la construcción de muros de carga, ejecutado a partir de los componentes y los criterios que constan en este documento.



# 14.

## Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

# 15.

## Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 09/055, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente

Número	Página y capítulo	Donde dice...	Debe decir...	Fecha
--	--	--	--	--

El usuario del DAU ha de consultar siempre la versión informática de la edición A del DAU 09/055, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, [www.itec.cat](http://www.itec.cat), para así cerciorarse de las modificaciones del mismo que hayan podido surgir durante su vigencia.



**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
E-08018 Barcelona  
tel. 933 09 34 04  
fax 933 00 48 52  
qualprod@itec.cat  
www.itec.cat

