

BORRADOR DE NORMA UNE SOBRE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA

20 diciembre 2007

TÍTULO

Bloques de Tierra Comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.

OBSERVACIONES

El presente documento define las características de los bloques de tierra comprimida (BTC), para la construcción de muros y tabiques. Precisa la terminología, fija las dimensiones y describe los métodos de ensayo.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el subcomité técnico AEN/CTN 41 SC10, *Edificación con Tierra Cruda*, cuya Secretaría desempeña el Departamento de Construcción y Vías Rurales de la ETSI Agrónomos de Madrid.

DESCRIPTORES

Elemento de construcción, muro, tabique, bloque, tierra, definición, clasificación, designación, característica, constituyente, dimensión, tolerancia de dimensión, característica física, aspecto, característica mecánica, resistencia a compresión, ensayo, medición, capilaridad, estabilidad dimensional, marcado, entrega, recepción.

INDICE

	Página
ANTECEDENTES	3
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	3
2 NORMAS PARA CONSULTA	3
3 DEFINICIONES, TÉRMINOS Y SÍMBOLOS	5
3.1 Definiciones y términos	5
3.2 Símbolos	7
4 MATERIALES Y FABRICACIÓN	8
5 ESPECIFICACIONES DE BTC PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA	8
5.1 Generalidades	8
5.2 Dimensiones y tolerancias	8
5.3 Configuración	9
5.4 Densidad	11
5.5 Características de los constituyentes	11
5.6 Resistencia a compresión	16
5.7 Resistencia a ciclos de humedecido / secado	16
5.8 Resistencia a la erosión	16
5.9 Absorción de agua por capilaridad	16
5.10 Resistencia a ciclos de hielo / deshielo	16
5.11 Propiedades térmicas	16
5.12 Permeabilidad al vapor de agua	16
5.13 Reacción al fuego	16
5.14 Adherencia	16
6 DESCRIPCIÓN, DESIGNACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS BTC	16
6.1 Descripción y designación	16
6.2 Clasificación	17
7 MARCADO Y ENTREGA	17
7.1 Mercado	17
7.2 Entrega	17
8 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD	18
8.1 Aspecto	18
8.2 Resistencia a compresión	18
8.3 Ensayo de humedecido / secado	18
8.4 Ensayo de erosión acelerada Swinburne	19
8.5 Ensayo de absorción de agua por capilaridad	20
ANEXO A Uso y durabilidad (informativo)	21
ANEXO B Agua de amasado de morteros y de fabricación de BTC (informativo)	23
ANEXO C Estabilización (informativo)	24
BIBLIOGRAFÍA	26

ANTECEDENTES

Esta norma española UNE-BTC ha sido elaborada por el Subcomité Técnico AEN/CTN 41 SC10 *Edificación con Tierra Cruda*, cuya Secretaría desempeña el Departamento de Construcción y Vías Rurales de la ETSI Agrónomos de Madrid.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma tiene por objeto definir los bloques de tierra comprimida usados en fábricas de albañilería (por ejemplo fachadas vistas y revestidas, estructuras de carga y no portantes, así como muros y particiones interiores).

Fija las prestaciones que deben cumplir y los ensayos propios para determinarlas, así como el marcado que permite identificarlas.

La presente norma se aplica a los bloques de tierra comprimida conforme a la definición 3.1.2, y destinados a fábricas de albañilería, sean vistas o no. Esta norma no contempla los bloques de tierra comprimida obtenidos por extrusión.

2 NORMAS PARA CONSULTA

El presente documento incluye con referencia fechada o no fechada, las disposiciones de otras publicaciones. Estas referencias normativas están indicadas en los lugares apropiados del texto y las publicaciones se enumeran a continuación. Para las referencias fechadas, las correcciones o las revisiones posteriores de cualquiera de las publicaciones no se aplican a este documento. Para las referencias sin fechar, se aplica la última edición en vigor de la publicación referenciada.

Norma UNE 103101:1995. *Análisis granulométrico de los suelos por tamizado.*

Norma UNE 103102:1995. *Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación. Método del densímetro.*

Norma UNE 103204:1993 *Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.*

Norma UNE 103205:2006. *Determinación del contenido de sales solubles de un suelo.*

Norma UNE 103103:1994. *Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande*

Norma UNE 103104:1993. *Determinación del límite plástico de un suelo.*

Norma UNE 103 100:1995. *Preparación de muestra para los ensayos de suelos.*

Norma UNE 80402:1987. *Cementos. Suministro y control de recepción*

Norma UNE-EN 197-1:2000 / A1:2005. *Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.*

Norma UNE-EN 197-2:2000. *Cemento. Parte 2: Evaluación de la conformidad.*

Norma UNE 80309:2006. *Cementos naturales. Definición clasificación y especificaciones de los cementos comunes.*

Norma UNE-EN 413-1:2005. *Cemento de Albañilería. Parte 1: composición, especificaciones y criterios de conformidad.*

Norma UNE-EN 413-2:2006. *Cementos de Albañilería. Parte 2: Métodos de Ensayo.*

Norma UNE-EN 459-1:2002. *Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.*

Norma UNE-EN 459-2:2002 *Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.*

Norma UNE-EN 459-3:2002 *Cales para la construcción. Parte 3: Evaluación de la conformidad.*

Norma UNE-EN 13279-1:2006. *Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones.*

Norma UNE-EN 13279-2:2006. *Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.*

Norma UNE 7130:1958. *Determinación del contenido total de substancias solubles en aguas para amasado de hormigones.*

Norma UNE 7131:1958. *Determinación del contenido total de sulfatos en aguas de amasado para morteros y hormigones.*

Norma UNE 7132:1958. *Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones.*

Norma UNE 7178:1960. *Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones.*

Norma UNE 7234:1971. *Determinación de la acidez de aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones, expresada por su pH.*

Norma UNE 7235:1971. *Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones.*

Norma UNE 7236:1971. *Toma de muestras para el análisis químico de las aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones.*

Norma UNE 771-1:2003 / A1:2006. *Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.*

Norma UNE 771-3:2004 / A1:2005. *Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros).*

Norma UNE-EN 772-1:2002. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.*

Norma UNE-EN 772-2:1999 / A1:2005. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Determinación del porcentaje de superficie de huecos en piezas para fábrica de albañilería (por impresión sobre papel).*

Norma UNE-EN 772-5:2002. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5: Determinación del contenido en sales solubles activas en las piezas de arcilla cocida para albañilería.*

Norma UNE-EN 772-11:2001 / A1:2006. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería, en hormigón, piedra natural y artificial y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería*

Norma UNE-EN 772-13:2001. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería (excepto piedra natural).*

Norma UNE-EN 772-16:2001 / A1: 2006 / A2:2006. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.*

Norma UNE-EN 772-20:2001 / A1:2006. *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 20: Determinación de la planeidad de las caras de piezas para fábrica de albañilería.*

Norma UNE-EN 998-2:2004 *Especificación de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.*

Norma UNE-EN 1052-3:2003. *Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 3: Determinación de la resistencia inicial a cortante.*

Norma UNE-EN 1745:2002. *Fábrica de albañilería y componentes para fábrica. Métodos para determinar los valores térmicos de proyecto.*

Norma UNE-EN ISO 12572 (ISO 12572:2001). *Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios: determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua.*

Norma UNE-EN 13501-1:2002. *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.*

3 DEFINICIONES, TÉRMINOS Y SÍMBOLOS.

3.1 Definiciones y términos y de los productos

Para los propósitos de esta norma son de aplicación las definiciones y los términos siguientes.

3.1.1 Pieza para fábrica de albañilería: Componente preformado para uso en obras de albañilería.

3.1.2 Bloque de Tierra Comprimida (BTC): Pieza para fábrica de albañilería, generalmente con forma de paralelepípedo rectangular, obtenido por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, seguida de un desmolde inmediato y que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar o desarrollar las características particulares de los productos (véase características de los constituyentes en el apartado 5.5).

3.1.3 BTC ordinario: Bloque utilizado para construir las partes macizas de fábricas de albañilería.

3.1.4 BTC accesorio: Bloque cuya forma o estructura interna es diferente a la del bloque ordinario y que es utilizado para la ejecución de encuentros particulares de albañilería como armados verticales, dinteles, etc.

3.1.5 Bloque cara vista: Bloque en el cual las caras vistas están realizadas para constituir el paramento del muro o del tabique.

3.1.6 BTC macizo: Bloque que presenta como máximo un 15% de huecos.

3.1.7 BTC aligerado: Bloque cuya densidad aparente seca es menor o igual a 1200 kg/m^3 .

3.1.8 BTC para armar: Bloque con huecos o rebajes superficiales preparado para ser armado con elementos metálicos u orgánicos. En cada caso, se deberá justificar que el hueco permita un recubrimiento adecuado.

3.1.9 BTC para colocación en seco: Bloque con entrantes y salientes suficientes para que la transmisión de esfuerzos se realice en seco, total o parcialmente.

3.1.10 Cara de colocación: Cara superior del bloque en posición de obra, que recibe la capa de mortero que constituye la junta horizontal superior.

3.1.11 Cara de apoyo: Cara inferior del bloque en posición de obra, que se apoya sobre el mortero de la junta horizontal inferior.

3.1.12 Junta continua: Junta de mortero que se extiende de forma continua de un paramento a otro.

3.1.13 Junta discontinua: Junta de mortero que presenta uno o varios espacios vacíos, paralelos a los paramentos, dominando sobre toda la longitud del bloque (junta horizontal) o sobre toda su altura (junta vertical).

3.1.14 Dimensión modular: Dimensión del espacio de modulación asignado a una pieza para fábrica de BTC en el muro terminado, que se obtiene sumando a las dimensiones de fabricación del bloque, el espesor de las juntas y eventualmente la de los acabados, cuando el bloque lleva revestimiento. Estas dimensiones de coordinación son determinantes para el ensamblaje de los bloques entre sí o con los elementos próximos.

3.1.15 Dimensión nominal: Dimensión de la pieza especificada para su fabricación, a la cual se debe ajustar la dimensión real con las desviaciones permitidas.

3.1.16 Dimensión efectiva: Dimensión obtenida por medición directa sobre el bloque.

3.1.17 Sección bruta (Sb): Sección obtenida al multiplicar las dos dimensiones efectivas, anchura y longitud, medidas en la misma sección horizontal. Salvo indicación en contra, la sección bruta se refiere a la sección mínima susceptible de ser obtenida en el bloque.

3.1.18 Sección neta (Sn): Área de una sección horizontal de la tierra comprimida, excluidos los vacíos. Salvo indicación en contra, la sección neta se refiere a la sección mínima susceptible de ser obtenida en el bloque.

3.1.19 Sección de apoyo (Sa): Superficie común de las partes de la cara de colocación y de la cara de apoyo superpuestas a las juntas de mortero y susceptibles de transmitir las cargas.

3.1.20 Fisura: Grieta de cualquier anchura, longitud y dirección, que afecta a todo el espesor de la pared o del producto.

3.1.21 Microfisura: Grieta fina cuya anchura no supera 1 mm y que afecta a no todo el espesor de una pared o del producto.

3.1.22 Valor declarado: Valor que el fabricante tiene previsto alcanzar, teniendo en cuenta la precisión de los ensayos y la variabilidad del proceso de fabricación.

3.1.23 Hueco: Cavity o refuerzo sobre una o varias caras de la pieza para fábrica de albañilería (por ejemplo, hueco para el mortero, acanaladura para enlucido, estriado para asegurar la discontinuidad de la junta de mortero).

3.1.24 Alveolo: Hueco que puede atravesar o no una pieza para fábrica de albañilería.

3.1.25 Terminología del aspecto del paramento: El aspecto de la(s) cara(s) vista(s), se obtiene directamente en molde (bloques brutos de desmolde) y se define según los siguientes ejemplos (lista no limitativa):

- Bloque de cara(s) plana(s): Su(s) cara(s) vista(s) es (son) plana(s).
- Bloque con relieve: Bloque en el que al menos una de sus caras vistas presenta un relieve, regular o no, obtenido por el efecto de la compresión.

3.2 Símbolos

l longitud, en mm;

w anchura, en mm;

h altura, en mm;

f_c resistencia normalizada a compresión, en N/mm²

4 MATERIALES Y FABRICACIÓN

Las especificaciones de los materiales que serán usados en la fabricación de BTC deben incluirse en la documentación del control de la producción. El fabricante ha de acreditar que son los adecuados.

5 ESPECIFICACIONES DE BTC PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA

5.1 Generalidades

Las especificaciones y características requeridas en la presente norma deben ser definidas de acuerdo a los métodos de ensayo y demás procedimientos referenciados o que aparecen explícitamente en ella.

Los criterios de conformidad dados en los apartados siguientes, se refieren a los ensayos definidos en el apartado 8 o en las normas de ensayo que se referencien.

Conviene destacar que los métodos de ensayo no son siempre aplicables a los bloques accesorios.

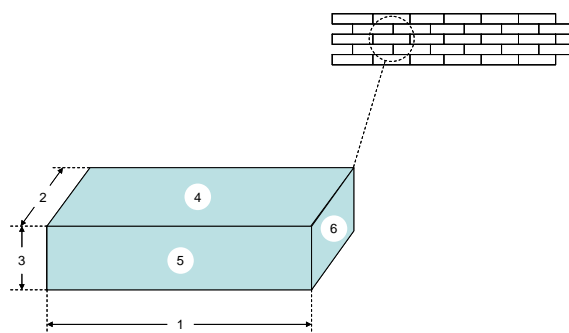
Para la evaluación de la producción, el fabricante debe definir el criterio de conformidad en la documentación del control de producción en fábrica.

5.2 Dimensiones y tolerancias.

La determinación de las dimensiones de los BTC se hará de acuerdo con el procedimiento descrito en la Norma UNE-EN 772-16:2001/ A1: 2006/ A2:2006.

5.2.1 Dimensiones. El fabricante debe declarar las dimensiones nominales del bloque en milímetros, consignando longitud (soga), anchura (tizón) y altura (grueso), por este orden (véase figura 1).

NOTA – Además, se podrán consignar las dimensiones modulares



Leyenda:

1	Largo (soga)	2	Ancho (tizón)	3	Alto (grueso)
4	Tabla	5	Canto	6	Testa

NOTA – Esta nomenclatura es la empleada habitualmente para designar la situación de las piezas en el muro.

Figura 1 – Dimensiones y superficies

5.2.2 Tolerancias.

La variación por exceso de las dimensiones efectivas del bloque respecto de las dimensiones nominales no debe ser mayor de 5 mm. La variación por defecto de las dimensiones efectivas del bloque respecto de las dimensiones nominales no debe ser mayor de 2 mm. El fabricante podrá declarar tolerancias menores para una o más dimensiones.

Estas tolerancias no deben aplicarse a las dimensiones comprendidas entre las superficies del bloque que no sean planas. Las tolerancias admisibles en las dimensiones de fabricación de los bloques accesorios deben ser las indicadas en el párrafo anterior o las declaradas por el fabricante.

El procedimiento de medida estará de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE-EN 772-16:2001/ A1: 2006/ A2:2006...

5.3 Configuración.

5.3.1 Generalidades.

La forma y sus características deberán ser definidas por el fabricante.

5.3.2 Cara de apoyo.

La cara de apoyo debe ser al menos igual a un tercio de la sección bruta.

5.3.3 Juntas.

5.3.3.1 Junta vertical: Las caras laterales de los extremos son generalmente planas. Los bloques destinados a ser colocados con una junta de mortero deben permitir la ejecución de una junta vertical continua de 15 mm acotada entre dos extremos planos para los bloques (se puede considerar un espesor de 10 mm cuando la coordinación modular lo permita).

5.3.3.2 Junta horizontal: Las caras horizontales deben permitir la ejecución de juntas horizontales continuas.

5.3.4 Bloques accesorios.

Los bloques accesorios cuya utilización es particularmente recomendada para ciertas disposiciones constructivas, tales como armaduras horizontales y verticales así como para dinteles, deben ser de la misma naturaleza que los bloques a los cuales están asociados, con el fin de asegurar la homogeneidad de la albañilería en los distintos puntos. Estos bloques serán objeto de un cuidado particular durante el proceso de fabricación para evitar que sufran daños durante su manipulación.

NOTA Se entiende por “misma naturaleza”, cuando tienen los mismos constituyentes, textura y dimensiones compatibles (particularmente la altura).

5.3.5 Aspecto.

5.3.5.1 Planeidad de superficies: Las caras del bloque deben ser planas. La determinación de la planeidad se hará de acuerdo con la Norma UNE-EN 772-20:2001/A1:2006. Cuando la superficie de un bloque es declarada plana por el fabricante, no se debe desviar de un plano en más del mayor de los siguientes valores:

$$2 \text{ mm } \text{ó el resultado de la siguiente expresión: } (0,1\sqrt{l_d}) \quad (\text{mm})$$

donde:

l_d : longitud de la diagonal de la superficie del bloque declarada plana, basada en las dimensiones reales del bloque, en mm.

5.3.5.2 Defectos: Las caras vistas de los bloques no deben presentar defectos aparentes, tales como deformaciones. Las aristas en la cara vista deben ser nítidas y rectilíneas. Además, las caras vistas no deben presentar ninguna mancha ni suciedad importante y duradera, cubriendo más de $\frac{1}{4}$ de la superficie. Sin embargo, conviene determinar si esas manchas o suciedades son o no compatibles con la naturaleza de la obra a ejecutar.

Un ligero manto blanquecino o un fino ribete no serán tenidos en cuenta.

Desconchados

Los desconchados en las esquinas no son tolerados, excepto cuando pueden inscribirse en un triángulo trirectángulo cerrado por un triángulo equilátero de lado $\leq T$ (mm).

Los desconchados en las aristas y los agujeros sólo son tolerables cuando su longitud sea inferior a T_1 (mm), medida sobre las aristas y una profundidad inferior a T_2 (mm), medida a partir de las aristas.

Los valores de T , T_1 y T_2 se dan en la tabla 1 y se ilustran en las figuras 2 y 3.

Tabla 1 – Tolerancias de dimensiones de los desconchados en las esquinas y en las aristas

Bloques	T (mm)	T ₁ (mm)	T ₂ (mm)
BTC cara vista	10	20	5
BTC ordinarios	20	30	10

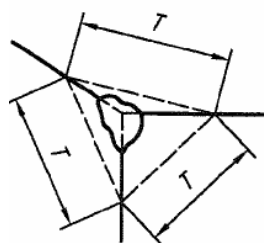


Figura 2 –Desconchado en una esquina

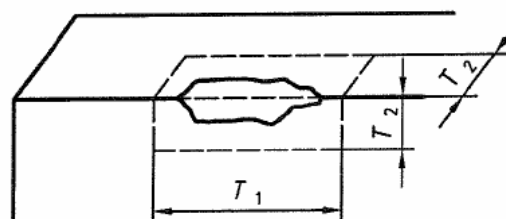


Figura 3 –Desconchado en una arista

Microfisuras

Las microfisuras sólo son toleradas en bloques cara vista, cuando:

- su anchura no supera 0,5 mm;
- cuando su longitud no supera 20 mm;
- su profundidad no supera 5 mm;
- su número no pasa de 2 para una misma cara.

Las microfisuras sólo son toleradas en los bloques ordinarios, cuando:

- su anchura no supera 1 mm;
- cuando su longitud no supera 40 mm;
- su profundidad no supera 10 mm;
- su número no pasa de 3 para una misma cara.

5.3.5.3 Alvéolos: El porcentaje de alvéolos, si los hay, debe ser declarado. El volumen en porcentaje de los alvéolos del bloque debe determinarse según la Norma UNE-EN 772-2:1999 / A1:2005 y por cálculo. Los resultados deben corresponder con los valores declarados.

5.4 Densidad.

5.4.1 Densidad aparente seca de los bloques.

El fabricante debe declarar la densidad aparente en seco del BTC. La determinación de la misma se hará de acuerdo a la Norma UNE-EN 772-13:2001.

5.4.2 Densidad absoluta seca de los bloques.

El fabricante debe declarar la densidad absoluta seca del BTC, cuando corresponda según los usos para los cuales se comercializa y para todos los casos en los que los bloques son utilizados en elementos sujetos a exigencias acústicas. La determinación de la misma se hará de acuerdo a la Norma UNE-EN 772-13:2001.

NOTA: Se recomienda que el fabricante especifique la masa seca del BTC.

5.5 Características de los constituyentes.

5.5.1 Estabilizantes y aditivos.

El fabricante debe declarar el/los aditivos o estabilizante/s usado/s. En el caso de utilizar cemento, cal o yeso, el contenido total de estos deberá ser menor o igual al 15% de la masa en seco del BTC.

Esta norma contempla otros tipos de estabilización. Algunos de ellos se recogen en el anexo C (informativo).

NOTA En el caso de usarse varios conglomerantes, se entiende que la suma de los porcentajes de todos ellos debe ser inferior al 15 % de la masa en seco del BTC.

El cemento empleado como estabilizante para la fabricación de BTC responderá a las condiciones especificadas en la normativa siguiente:

RC-2003.

Norma UNE 80402:1987.

Norma UNE-EN 197-1:2000 / A1:2005.

Norma UNE-EN 197-1:2000 / A1:2005.

Norma UNE 80309:1994.

Norma UNE-EN 413-1:2005.

Norma UNE-EN 413-2:2006.

La cal empleada como estabilizante para la fabricación de BTC responderá a las condiciones especificadas en la normativa siguiente:

RCA-92.

Norma UNE-EN 459-1:2002.

Norma UNE-EN 459-2:2002.

Norma UNE-EN 459-3:2002.

El yeso empleado como estabilizante para la fabricación de BTC responderá a las condiciones especificadas en la normativa siguiente:

RY-85.

Norma UNE-EN 13279-1:2006.

Norma UNE-EN 13279-2:2006.

5.5.2 Tierra.

La tierra destinada a la construcción de BTC designa el material compuesto esencialmente por grava, arena, limo y arcilla, mezclado con agua y opcionalmente, con estabilizantes y aditivos.

Deberán rechazarse las tierras que contengan:

- Materia orgánica en cantidad mayor o igual del 2%. La determinación del contenido en materia orgánica de los suelos que se empleen en la fabricación de BTC se hará de acuerdo con la Norma UNE 103204:1993.

- Sales solubles en contenido mayor del 2%. El contenido en sales solubles de los suelos que se empleen en la fabricación de BTC se determinará de acuerdo con la Norma UNE 103205:2006.

Las principales características de la tierra se definen por:

- La granulometría
- La plasticidad
- El tipo de arcilla

5.5.2.1 Granulometría.

La determinación de la distribución de tamaños de partícula de la tierra utilizada para fabricar los BTC se realizará según la Norma UNE 103101:1995 y la Norma UNE 103102:1995.

Se recomienda que la granulometría del material utilizado esté inscrita en el huso del diagrama de textura de la figura 4. Los límites del huso recomendado son aproximados. Los materiales cuya textura está inscrita en el huso recomendado dan resultados satisfactorios en la mayoría de los casos.

No se admitirán aquellas tierras con un contenido en arcillas menor al 10%.

5.5.2.2 Plasticidad.

La determinación de la plasticidad de los suelos que se utilicen para la fabricación de BTC se determinará según lo establecido en la Norma UNE 103103:1994 y en la Norma UNE 103104:1993.

Se recomienda que la plasticidad del material, esté comprendida preferentemente en la zona sombreada del diagrama de plasticidad de la figura 5. Los límites recomendados son aproximados. Los materiales cuya plasticidad queda inscrita en la zona sombreada recomendada, en la mayoría de los casos dan resultados satisfactorios.

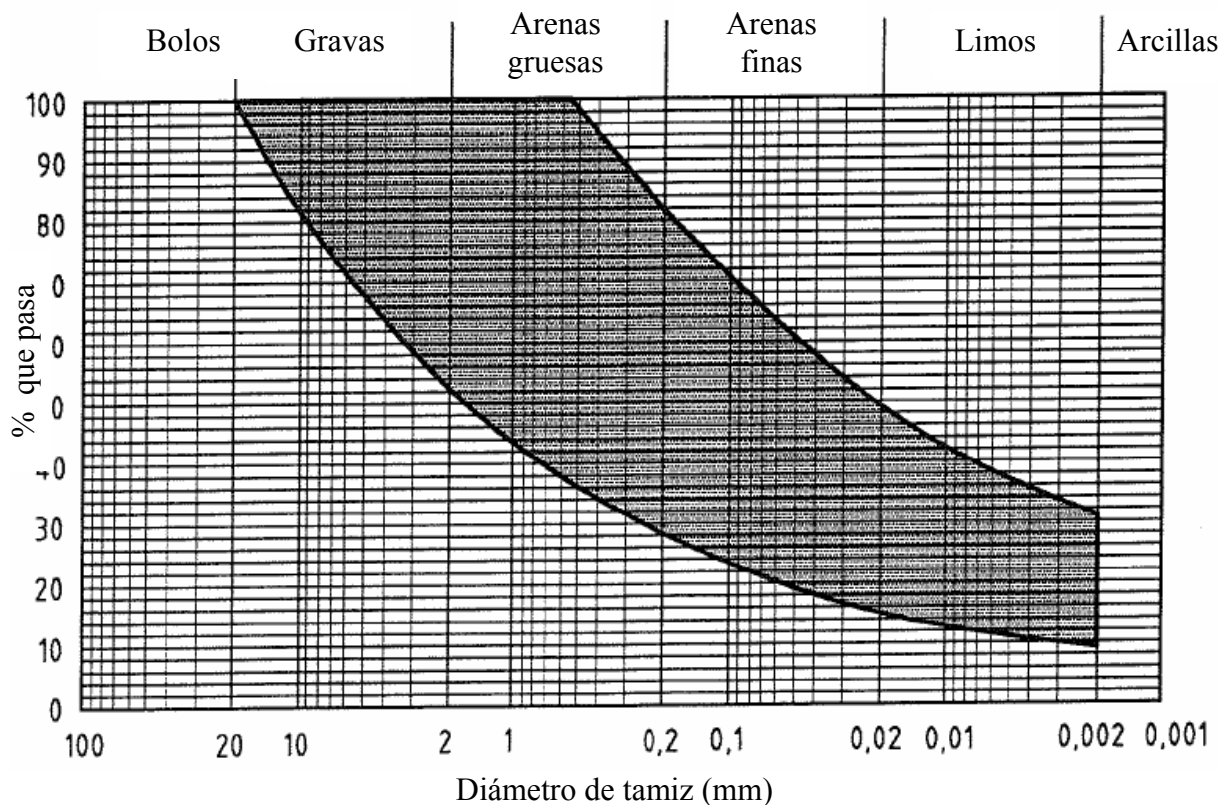


Figura 4 – Huso del diagrama de texturas de las tierras

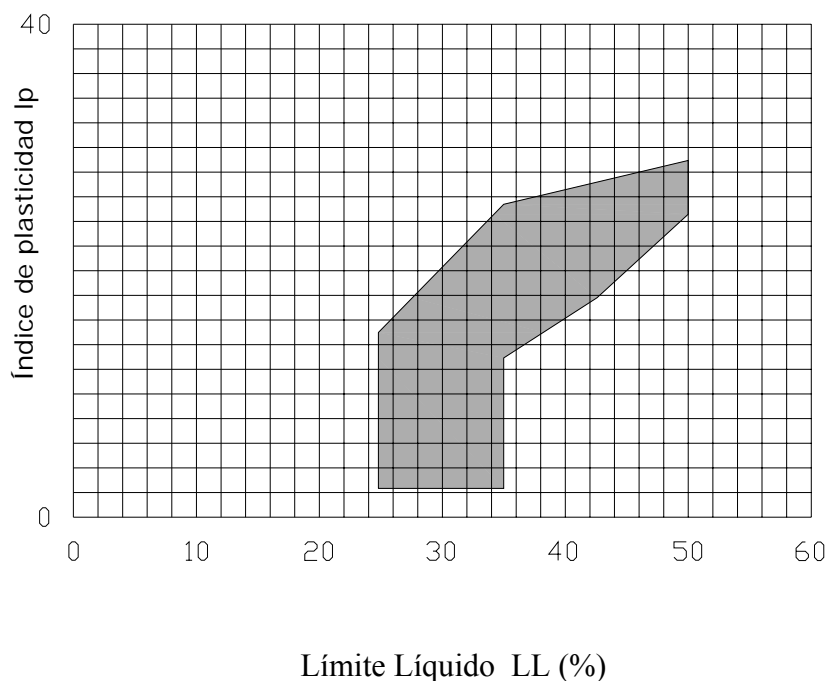


Figura 5 – Zona recomendada del diagrama de plasticidad de las tierras

5.5.3 Agua.

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. En caso de no existir antecedentes de su uso y siempre que existan dudas, se recomienda analizarla según lo especificado en el anexo B (informativo).

5.6 Resistencia a compresión.

El fabricante debe declarar la resistencia normalizada a compresión del BTC en N/mm^2 , (véase la definición de valor declarado en el apartado 3.1.18). El valor declarado debe corresponder a la resistencia normalizada a compresión (fractil del 5%), f_c , en el momento del suministro, y debe ser como mínimo el valor indicado en la tabla 2.

NOTA Lo que significa que la interpretación estadística de los resultados de los ensayos debe demostrar que el 95 % de la producción correspondiente presenta una resistencia al menos igual al valor correspondiente de la tabla.

Además, ningún resultado debe ser inferior a 0,8 veces el valor de esta resistencia.

Tabla 2 – Clases de resistencia normalizada a compresión

Bloques	BTC 1	BTC 3	BTC 5
Resistencia normalizada, f_c , (fractil 5%), en N/mm^2	1,3	3	5

NOTA: Respecto a los bloques accesorios, véase el apartado 5.3.4

Para la determinación de la resistencia normalizada a compresión se seguirá el procedimiento descrito en el apartado 8.2 de la presente norma.

La declaración del fabricante debe indicar la orientación de los BTC que han sido ensayados, el método de apoyo del bloque, el método de acondicionamiento y de preparación de la superficie.

5.7 Resistencia a ciclos de humedecido / secado.

Los BTC utilizados en fábricas sometidas a exposición severa (véase anejo A) se ensayarán de acuerdo al apartado 8.3 de la presente norma, de manera previa al ensayo de erosión, debiéndose verificar que, tras seis ciclos de humedecido /secado, no se observa ninguna de las condiciones siguientes:

- Modelo de grietas aleatorio
- Modelo de grietas en estrella
- Hinchamiento local
- Picado local en al menos 5 zonas
- Pérdida general o local de capas de suelo
- Penetración de agua en más de 70% del ancho del BTC (visualmente por el exterior)
- Pérdida de fragmentos mayores a 50 mm, excepto los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50 mm hacia adentro.
- Eflorescencias en la superficie

5.8 Resistencia a la erosión.

Los BTC utilizados en fábricas sometidas a exposición severa (véase anejo A) serán ensayados conforme al apartado 8.4 de la presente norma. El BTC así ensayado se clasificará en “Apto” o “No apto”, según el criterio expresado en la tabla 3.

Tabla 3 – Resistencia a la erosión: Criterios de aceptación o rechazo.

PROPIEDAD	CRITERIO	RESULTADOS
<i>D</i> , (profundidad del hoyito), en mm	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

5.9 Absorción de agua por capilaridad.

El fabricante debe declarar el valor del coeficiente C_b de absorción de agua por capilaridad de una muestra de piezas si estas están destinadas a elementos exteriores con la cara vista. Esta información debe referirse a la Norma UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, según se especifica en el apartado 8.5 de la presente norma.

5.10 Resistencia a ciclos de hielo / deshielo.

En función de los usos para los cuales se comercializa el BTC, el fabricante debe evaluar y declarar la resistencia al hielo/deshielo del bloque, haciendo referencia a la experiencia previa de utilización en la zona de uso hasta que esté disponible una norma europea adecuada.

NOTA Cuando el producto se utilice protegido frente a la penetración de agua (por ejemplo, mediante capa de enlucido, revestimiento, pared interior de una cavidad del muro, muros internos), no es necesario hacer referencia a la resistencia al hielo/deshielo.

5.11 Propiedades térmicas.

En función de los usos para los cuales se comercializa el BTC y en todos los casos para bloques que vayan a usarse en construcciones sujetas a exigencias de aislamiento térmico, el fabricante debe facilitar la información sobre las propiedades térmicas del producto. Dichas propiedades térmicas deben determinarse según el apartado 4.2.2 de la Norma UNE-EN 1745:2002.

5.12 Permeabilidad al vapor de agua.

Para BTC cuyo uso esté destinado a la construcción de elementos exteriores, el fabricante debe facilitar información relativa a la permeabilidad al vapor de agua de la pieza, mediante ensayo según la Norma UNE-EN ISO 12572 (ISO 12572:2001).

5.13 Reacción al fuego.

Para BTC diseñados para ser utilizados en elementos con requisitos de resistencia al fuego, el fabricante debe declarar la clasificación de reacción al fuego del bloque.

5.14 Adherencia.

Para bloques diseñados para ser utilizados en elementos sometidos a requisitos estructurales, la resistencia de la adherencia a cortante de la pieza en combinación con un tipo específico de mortero conforme a la Norma UNE EN 998-2:2004, debe declararse en términos de la resistencia característica inicial a cortante en base a ensayos conforme a la Norma UNE-EN 1052-3:2003. La resistencia característica inicial a cortante no debe ser inferior al valor declarado.

NOTA- La resistencia de adherencia depende del mortero, del bloque y del trabajo del operario

6 DESCRIPCIÓN, DESIGNACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS BTC.

6.1 Descripción y designación.

La designación de los bloques de tierra comprimida comprende, por orden, las indicaciones siguientes:

- “BTC” (para bloques de tierra comprimida),
- categoría de uso: O (comunes) o P (cara vista),
- clase de resistencia a compresión,
- dimensiones de fabricación expresadas por orden: longitud-anchura-altura (en mm),
- la referencia a la presente norma.

Ejemplos de denominación:

- BTC O 3, 295x140x95, UNE-BTC
- BTC P 5, 220x220x95, UNE-BTC
- BTC P 5, 300x145x105, UNE-BTC

6.2 Clasificación.

Se distinguen dos categorías de bloques de tierra comprimida:

- a) categoría O: bloques comunes destinados a ser recubiertos por una protección cualquiera.
- b) categoría P: bloques cara vista.

En cada categoría, los bloques se clasifican en función de su resistencia mecánica mínima garantizada a compresión.

Según su resistencia mecánica mínima garantizada a compresión con respecto a la sección bruta y expresada en N/mm^2 , los bloques se clasifican de acuerdo con una de las clases de resistencia definidas en el apartado 5.6.

- BTC 1
- BTC 3
- BTC 5

7 MARCADO Y ENTREGA

7.1 Marcado.

Los documentos que acompañan el suministro (nota de entrega) deben llevar indicada una identificación propia y adecuada de cada fabricante.

La variación de la masa volumétrica de un lote determinado no deberá exceder de 100 kg/m^3 .

7.2 Entrega.

El plazo de entrega para fechar el final de fabricación debe ser tal que, teniendo en cuenta las condiciones de fabricación, las especificaciones de la norma sean respetadas.

Para los bloques con un estabilizante que requiera un tiempo de fraguado, el período de fabricación debe comprender obligatoriamente un periodo de cura suficiente y adecuado al tipo de estabilizante utilizado.

8 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD.

El fabricante que, para la venta de sus productos, se base en esta norma, o en un texto que hace referencia a alguno de sus apartados, debe garantizar que todas las prescripciones enumeradas han sido respetadas y en particular, que las verificaciones correspondientes han sido efectuadas.

8.1 Aspecto.

Se deberá controlar el aspecto de los bloques de la muestra y anotar los defectos eventuales. El material utilizado para controlar el aspecto del paramento debe permitir una apreciación con aproximación de 1 mm.

Hay que verificar que el estado de la superficie del paramento es conforme con la terminología de aspecto del paramento acordado a la hora del pedido.

8.2 Resistencia a compresión.

Para el cálculo de la resistencia a compresión del BTC, se seguirá el procedimiento descrito en la Norma UNE-EN 772-1:2002, con la salvedad de que sólo se admitirá el ensayo de piezas enteras secadas al aire (no serán de aplicación, por tanto, los apartados 7.3.3, 7.3.4 y 7.3.5 de dicha norma).

Para el cálculo de la resistencia normalizada a compresión, se aplicará a la resistencia característica obtenida tras el ensayo, solamente el factor de forma correspondiente, sin aplicar el factor de conversión debido al acondicionamiento de la pieza.

8.3 Ensayo de humedecido / secado.

Este ensayo se debe realizar de manera previa al ensayo de erosión.

Probetas.

Dos bloques enteros, uno de ellos se utilizará como referencia.

Equipo.

El equipo necesario para realizar el ensayo estará formado por los siguientes elementos:

- Una bandeja, de dimensiones suficientes para alojar el BTC sin que exista contacto entre ambos y para contener el volumen de agua necesario para el ensayo.
- Tres piezas de apoyo de 3 mm de altura.

Procedimiento.

Colocar la cara del bloque que vaya a ser vertical dentro de la bandeja y sobre los apoyos. Se añade agua hasta que queda sumergida hasta 10 mm. Se mantiene sumergida 30 s. Se deja secar al aire, hasta igualar el color del bloque de referencia y se observa su estado, anotando si aparecen las condiciones de rechazo enumeradas en el apartado 5.7. Repetir 6 veces el ciclo de inmersión / secado / observación. Al sexto ciclo, dejar secar completamente y observar.

Resultados.

Los BTC, ensayados según el procedimiento anterior, resultarán aptos si tras seis ciclos de humedecido / secado, no se observa ninguna de las condiciones enumeradas en el apartado 5.7 de la presente norma.

8.4 Ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET).

Probetas.

Se ensayarán al menos dos bloques enteros elegidos de manera aleatoria, curados durante 28 días antes del ensayo.

Equipo.

Un esquema del equipo a utilizar, se muestra en la figura 6:

Procedimiento.

Se deja caer una corriente continua de agua sobre el bloque, durante 10 minutos, a través de un tubo de cristal de $\varnothing_{\text{interior}}=5$ mm, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1,5 m sobre la cara del bloque. Este se mantiene inclinado a 27° respecto de la horizontal. Con una varilla de $\varnothing=3$ mm, se mide la profundidad de los orificios, (D) que aparecen.

Resultados.

Los BTC ensayados conforme a la presente norma se clasificarán como “Apto” o “No apto”, según el criterio detallado en el apartado 5.8 de la presente norma.

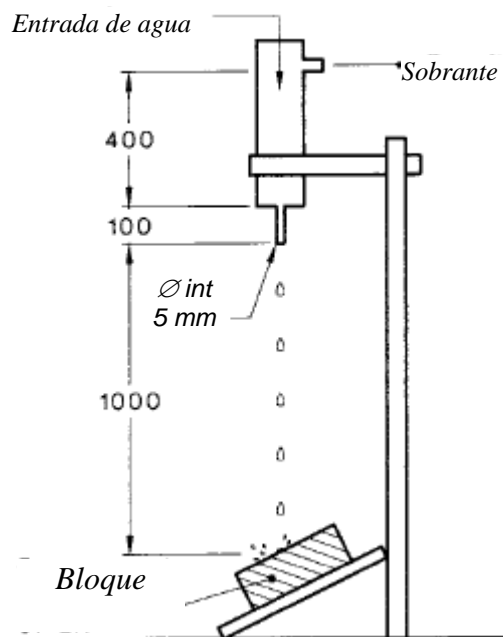


Figura 6 -Esquema del ensayo (informativo). Dimensiones en mm.

8.5 Ensayo de absorción de agua por capilaridad.

La determinación de la absorción de agua por capilaridad en BTC se realizará conforme a la Norma UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, teniendo en cuenta las observaciones siguientes:

Probetas.

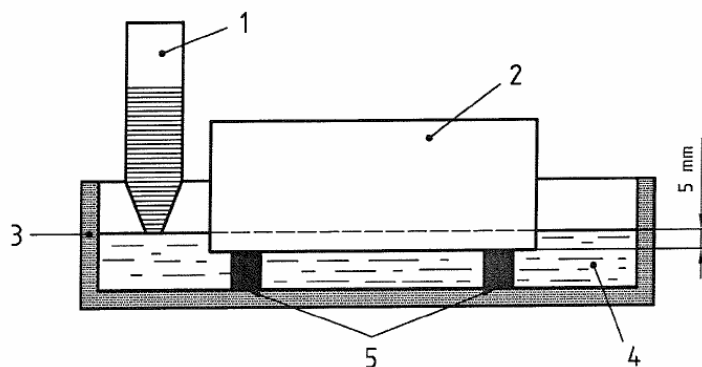
Las medidas se efectúan sobre seis bloques enteros.

Equipo.

Se utilizará el mismo equipo que se especifica en la Norma UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, teniendo en cuenta que la estufa que se utilice deberá ser capaz de mantener una temperatura de $70^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento.

Se debe seguir el mismo procedimiento que el indicado en la Norma UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, pero el secado será a 70°C y el tiempo de inmersión será de 10 min ($\pm 0,2$ min).



Leyenda:

1 Depósito (nivel constante)
2 Bloque
3 Cubeta

4 Agua potable
5 Soportes regulables

Figura 7 – Capilaridad- Esquema del ensayo (informativo)

Resultados.

Se seguirán las prescripciones de la Norma UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, con las apreciaciones siguientes:

- Para los bloques que presentan un dibujo regular sobre las dos caras, se tendrá en cuenta la superficie desarrollada.
- En los demás casos, no se tendrán en cuenta las irregularidades de la superficie en el cálculo del área.

ANEXO A: Uso y durabilidad (informativo)

A.1 Uso del BTC.

Las piezas de BTC pueden ser utilizadas en aplicaciones de distinta naturaleza debiendo exigirse, para cada una de ellas, niveles prestacionales. En caso de que la aplicación sea novedosa, será el responsable del diseño de la construcción quien especifique estas prestaciones mínimas exigibles.

Las aplicaciones particulares son las siguientes:

- Fábrica común: Aquélla que se emplea en exteriores o interiores, sin un fin estético, pudiendo ser portante o no.
- Fábrica protegida: Aquélla que se emplea en exteriores o interiores y protegida frente a la penetración de agua, pudiendo ser portante o no.
- Fábrica para revestir: Aquélla que se emplea en exteriores o interiores que se recubrirá de una capa protectora adecuada. Puede ser portante o no.
- Fábrica vista: Aquélla que se emplea en exteriores o interiores con un fin estético, pudiendo ser portante o no. Está constituida por piezas con un acabado atractivo y empleando un sistema de montaje y acabado de junta de mortero adecuados al tipo de piezas.
- Fábrica estructural: Aquélla que se utiliza en exteriores o interiores, capaz de soportar cargas, además de su peso propio. Puede ser vista, común o revestida. Se considera que la fábrica de BTC, por si sola, no posee capacidad resistente ante acciones sísmicas.

Los muros de fábrica poseen prestaciones en relación con la resistencia al fuego, el aislamiento acústico y el aislamiento térmico que, en caso necesario, requerirán especificaciones adicionales.

La durabilidad del BTC bajo las condiciones de exposición locales deberá ser suficiente para que se garanticen la integridad estructural y la funcionalidad de la obra.

A.2 Durabilidad.

Ante la actual inexistencia de códigos europeos de buena práctica que sirvan de guía para la ejecución de las obras que aseguren la durabilidad en servicio de la fábrica terminada, se proponen a continuación una serie de recomendaciones para la resistencia a los ciclos de hielo/deshielo y el contenido en sulfatos en condiciones de servicio, incluyendo el grado de exposición y el riesgo de saturación.

A.2.1 Resistencia al hielo/deshielo.

Resultaría recomendable especificar el grado de resistencia al hielo/deshielo para el BTC, tras haber evaluado el grado de exposición al que se someterá la pieza, incluyendo la protección frente a la saturación de la fábrica.

El grado de exposición al hielo/deshielo sirve para definir el riesgo al que se ve sometida la fábrica ante la combinación de un contenido elevado de agua y la incidencia de ciclos de hielo/deshielo, teniendo en cuenta el diseño de la construcción. Los parámetros que se han de tener en cuenta a la hora de definir dicho riesgo son la temperatura y la humedad. Así, se pueden definir tres clases de exposición: Severa, moderada, baja.

Sería recomendable evaluar la influencia de los posibles revestimientos superficiales que se empleen para proteger la fábrica. Un revestimiento superficial puede originar un incremento de las exigencias de construcción en zonas de clima costero templado.

A título informativo, se proponen los siguientes ejemplos de grado de exposición:

Fábrica sometida a exposición severa: Fábrica sin revestir próxima al nivel del terreno (aproximadamente dos hiladas por encima) y chimenea de fábrica, cuando pueda existir riesgo combinado de saturación de agua y helada; coronaciones, cornisas y antepechos en zonas donde exista riesgo de helada; muros de cierre y muros pantalla, cuando la pared no esté provista de un revestimiento.

Fábrica sometida a exposición moderada: Se pueden tomar una serie de medidas preventivas que moderen el riesgo de saturación de la fábrica, tales como: protección de las coronaciones de muro por medio de albardillas o aleros; protección de alféizares de ventana con vierteaguas; membranas impermeables en la coronación y en la base de fachadas ventiladas.

Fábrica sometida a exposición baja: Fábrica de muros exteriores protegida mediante un revestimiento adecuado a las condiciones climáticas locales; fábrica de muros interiores y las hojas interiores de muros capuchinos.

A.2.2 Acción de los sulfatos en piezas de BTC, morteros y revestimientos.

La acción negativa de los sulfatos en fábricas de BTC deriva del uso del cemento Portland como constituyente de las piezas (estabilizante) o como mortero de unión de las piezas o como constituyente del revestimiento de la fábrica.

Resulta recomendable declarar la categoría de contenido en sales solubles activas de las piezas, del mortero y del revestimiento (si existe), para asegurar que no aparezca deterioro de los mismos en las condiciones particulares de uso.

Las tres categorías dadas en la tabla 4 especifican los contenidos máximos recomendables de sulfatos (de sodio, potasio y magnesio) de las piezas, para las condiciones particulares de uso. Dichos contenidos se determinarán según la Norma UNE-EN 772-5:2002.

Las condiciones de uso quedan definidas a través del riesgo de saturación de agua, que se puede deducir de las categorías de exposición al hielo/deshielo (véase apartado A.2.1).

S2: Piezas, mortero o revestimiento con cemento Portland ordinario, sometidos a una posible saturación prolongada;

S1: Piezas o mortero sometidos a una exposición moderada, protegidos debido al diseño detallado de la construcción. Mortero o revestimientos con cemento Portland resistente a los sulfatos sometidos a una posible saturación prolongada.

S0: Fábrica completamente protegida contra la penetración de agua.

Tabla 4 – Categorías según el contenido en sales solubles activas.

Categoría	Contenido total en masa (%), no mayor de:	
	Na ⁺ + K ⁺	Mg ²⁺
S0	Sin exigencia	Sin exigencia
S1	0,17	0,08
S2	0,06	0,03

NOTA Cuando el uso del producto prevea una protección completa contra la penetración de agua (por ejemplo, capa gruesa de enlucido, pared interior de un muro capuchino, muros interiores) no hay requisitos en cuanto al contenido en sales solubles activas (categoría S0)

**ANEXO B: Agua de amasado de morteros y de fabricación de BTC
(informativo)**

Cuando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberán analizarse las aguas que se usen para amasar los morteros a base de cemento o aquéllas que se usen para fabricar los BTC en los que el cemento está entre sus constituyentes a modo de estabilizante. El análisis de las aguas se realizará según las normas siguientes:

Norma UNE 7130:1958.

Norma UNE 7131:1958.

Norma UNE 7132:1958.

Norma UNE 7178:1960.

Norma UNE 7234:1971.

Norma UNE 7235:1971.

Norma UNE 7236:1971.

Los requisitos recomendables para las aguas analizadas y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al mortero o al BTC, son los siguientes:

- $\text{pH} \geq 5$, determinado según UNE 7234:1971
- Sustancias disueltas $\leq 15 \text{ g/l}$ (15.000 p.p.m), determinadas según UNE 7130:1958
- Sulfatos, (SO_4^{2-}) $\leq 1 \text{ g/l}$ (1.000 p.p.m) determinados según UNE 7131:1958
- Ión cloruro, (Cl^-) $\leq 3 \text{ g/l}$ (3.000 p.p.m) determinado según UNE 7178:1960 (Sólo para fábrica de BTC armada con acero)
- Hidratos de carbono = 0 determinados según UNE 7132:1958
- Sustancias orgánicas solubles en éter $\leq 15 \text{ g/l}$ (15.000 p.p.m) determinadas según UNE 7235:1971

ANEXO C: Estabilización. (informativo)

La presente Norma contempla varios métodos de estabilización del BTC. A continuación se recogen las recomendaciones sobre los métodos de estabilización que se contemplan.

C.1 Criterios de elección de estabilizantes:

Para decidirse por un método correcto de estabilización de la tierra, se recomienda reunir suficiente información sobre los estabilizantes disponibles mediante una serie de criterios de elección, como son:

- Disponibilidad regional: Se priorizarán los productos autóctonos.
- Minimización del impacto ambiental: Englobará todo el ACV del estabilizante (Análisis del Ciclo de vida), consumo mínimo de energía, agua y recursos renovables y emisión mínima de sustancias tóxicas al entorno desde su extracción, fabricación, transporte, aplicación y vida útil.
- Procesos tecnológicos apropiados para la puesta en obra.
- La evaluación económica.
- Condiciones de mantenimiento y uso.

C.2 Estabilidad de la tierra:

Se entiende por una tierra estable aquella que presenta una buena resistencia a la deformación y es poco sensible a la presencia de agua.

La utilización de estabilizantes suele ser recomendable para la obtención de un material mejor que resuelva los defectos que presente la tierra disponible.

Existen varios tipos de estabilización según su grado de interacción con la tierra:

- Química: El estabilizante origina intercambio catiónicos, y transformación de los enlaces periféricos de las arcillas. La estructura de la tierra varía.
- Mecánica-química: Se da el fenómeno anterior conjuntamente a la formación de una matriz estructural entremezclada independiente.
- Mecánica: El estabilizante solo interactúa como una estructura independiente, como un armado, que no hace variar las características químicas y mineralógicas de la tierra.

Ejemplos de estabilizantes químicos:

- Aceites naturales: Coco, savia de caucho, savias naturales, látex, prensado de oliva, etc.
- Orina y silicatos de sosa.
- Cal viva o apagada.
- Resinas acrílicas.
- Etilsilicatos, el hidróxido de Bario, ácido húmico y ácido tánico.
- Yema de huevo.
- Productos puzolánicos.

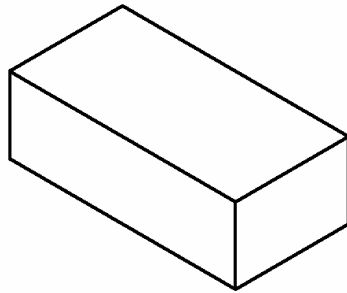
Ejemplos de estabilizantes mecánico-químicos:

- Derivados aminos: Son sales de amonio o sales de las aminas en solución en un disolvente orgánico, que debe ser esparcido en el agua. Efectivos en contenidos bajos, 1% o menos.
- Resinas: Éstas forman una matriz resistente, producto de su polimerización. Se suman el efecto aglomerante de esta matriz y una sensible reducción ante la acción del agua.
- Cal: Se utiliza sobretodo para la estabilización de suelos finos arcillosos, sobretodo en montmorilloníticos, a partir de contenidos de un 4-10%.
- Cemento Portland: Aumenta la resistencia (buen curado, mezcla y compactación). se aconsejan dosificaciones mínimas de 6% hasta 12% en función de su buen comportamiento a la retracción, a la resistencia, a la abrasión y a la economía de medios.
- Cemento natural: es un aglomerante hidráulico obtenido a partir de la calcinación de margas naturales.
- Yeso: Con ciertas arcillas genera una estabilización durable en ambientes húmedos. Funciona muy bien combinado con fibras y armaduras. La relación de agua óptima para conseguir el máximo esfuerzo cortante es 0,6.

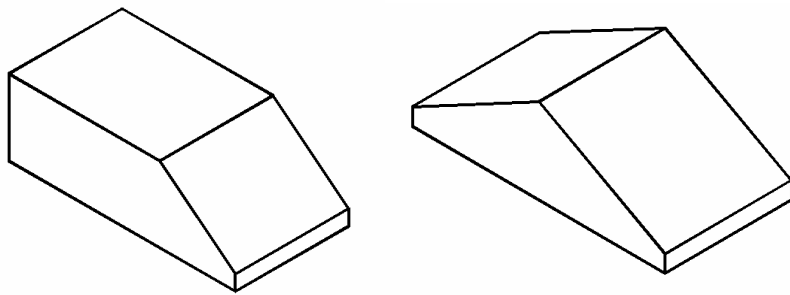
Ejemplos de estabilizantes mecánicos:

- Estabilización por compactación: Una acción mecánica aumenta la compacidad del material. Dentro de la estabilización mecánica podemos distinguir varias formas: estática, dinámica o compleja (proyección, amasado) la eficacia de este sistema depende de la granulometría, el grado de compactación y del grado de humedad de la mezcla óptimo.
- Estabilización con fibras: Este método proporciona una buena adherencia entre la tierra y las fibras, creando un armazón interno que aporta: una mejora del repartimiento de las tensiones internas y externas de la matriz terrosa, un incremento de la resistencia a flexión y a cortante, contrarresta los movimientos y tensiones diferenciales de retracción, mejora el secado, recorta los efectos de la erosión sobre los parámetros de Tierra y se obtiene una granulometría más compensada.

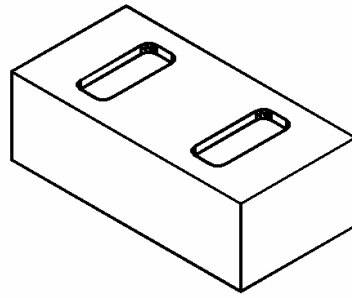
**ANEXO D: Ejemplos de diferentes formas de bloques
(informativo)**



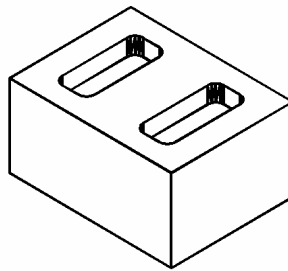
a) Bloque macizo



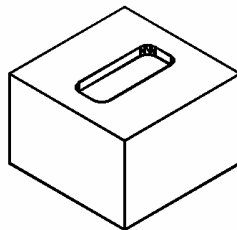
b) Piezas especiales macizas



c) Bloque macizo con rebaje entero



d) Bloque macizo con rebaje medio



e) Bloque macizo con rebaje tres cuartos

Fig. D.1 – Ejemplos de diferentes formas de bloques

BIBLIOGRAFÍA

RCA-92. *Instrucción para la Recepción de Cales en obras de estabilización de suelos, (Orden de 18 de diciembre de 1992)*

RC-03. *Instrucción para la recepción de cementos, (R.D. 1797/2003, de 26 de diciembre)*

RY-85. *Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción, (Orden de 31 de mayo de 1985).*

Tesis doctoral Gabriel Barbeta 2000 (“Mejora de la tierra estabilizada en el desarrollo de la arquitectura sostenible hacia el siglo XXI”)

XP P 13-901. *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques(Octubre 2001)*

