

Construcción con Tierra Tecnología y arquitectura

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2010/2011.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-694-8107-3

D.L.: VA673-2011

Impreso en España
Septiembre de 2011

Publicación online.

Para citar este artículo:

CID FALCETO, Jaime; FOUAD, Ahmed W.; RUIZ MAZARRÓN, Fernando; CAÑAS GUERRERO, I.
“Características mecánicas del BTC. Estudio de los ensayos a compresión”. En: *Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011*.
[online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2011. P. 187-192. Disponible en internet: http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011_9788469481073_p187-192_cid.pdf

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL BTC. ESTUDIO DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN

VII Congreso de Tierra en Cuenca de Campos, Valladolid, 2010

Jaime Cid Falceto, Ingeniero Agrónomo
W. Ahmed Fouad, Ingeniero Agrónomo
Fernando Ruiz Mazarrón, Dr. Ingeniero Agrónomo
I. Cañas Guerrero, Dr. Ingeniero Agrónomo*

*Universidad Politécnica de Madrid. UPM. España.
E.T.S.I. Agrónomos. Dpto. de Construcción y Vías Rurales
Grupo de investigación "Patrimonio, documentación gráfica y construcción agroforestal"*

PALABRAS CLAVE: *compresión, bloque de tierra comprimida, ensayos*

Introducción

Durante mucho tiempo la construcción en tierra ha sido un sistema constructivo tradicionalmente abandonado, sin embargo, en toda Europa (especialmente organismos e instituciones de Francia, España, Alemania, Italia, entre otros países europeos), Canadá, Estados Unidos y Latinoamérica se está planteando como una innovación el estudio y mejora de las características de la construcción con tierra.

El conocimiento sobre el material, las técnicas constructivas y su normalización en este campo pretende potenciar su valor, sobre todo en donde la arquitectura utiliza la tierra como

una solución sostenible, viable y en los últimos años por aumentar el interés para rehabilitar el patrimonio ya existente.

El estudio de las características mecánicas de los bloques de tierra comprimido (BTC) a través de los ensayos de compresión es de gran interés para este tipo de técnicas con tierra. En esta comunicación se analizarán los diversos métodos de ensayos a compresión propuestos en el ámbito internacional y los resultados obtenidos en laboratorio para homogeneizar este ensayo, tan común para otros materiales, pero que en la actualidad hace difícil la comparación entre los diferentes materiales de tierra.

Se ha llevado a cabo dentro del marco del proyecto de investigación BIA2006-09170: “Desarrollo de materiales para construcción rural a base de tierra: adobe, bloque comprimido, tapial y tierra vertida” financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

¿Que nos dicen las normas técnicas de construcción con tierra?

Muchos países disponen hoy en día, de normas para los bloques de tierra comprimido publicadas por los Organismos Nacionales de Normalización. Como Brasil, Colombia, España, India, Kenia, Túnez o las normas regionales africanas, pero todos ellos con diferencias notables en sus procedimientos de ensayo e interpretación de resultados. A continuación se analizan los requisitos, criterios y resultados.

La norma Colombiana (ICONTEC 2004) clasifica los boques por su resistencia mecánica mínima a la compresión seca y húmeda.

	BSC 20	BSC 40	BSC 60
Seca	2	4	6
Húmeda	1	2	3

Tabla 1: Valores de compresión según norma NTC 5324.

Estos valores son aplicables a bloques de suelo-cemento enteros sin huecos ni perforaciones. Todos los valores no deben ser inferiores a 0,8 veces cualquiera de los valores descritos en la tabla 1.

Algunas especificaciones en el proceso de compresión son:

- Tipo de muestra: bloque partido unido mediante junta de mortero.
 - Número de muestras: 8 piezas.
 - Junta de mortero: capa de mortero de cemento de 10 mm de espesor máximo.
 - Velocidad de carga constante 0,02 mm/s o lo correspondiente a un aumento de presión 0.15-0.25 MPa/s.
 - Valores de compresión (Tabla 1).
 - Acondicionamiento superficie: sin especificar.
- Este procedimiento de ensayo es similar, al descrito por la norma experimental francesa XP P13-901 (AFNOR 2001).

Para la norma española UNE 41410 (AENOR 2008), clasifica los bloques en tres tipologías,. Todos los valores no deben ser inferiores a 0,8 veces cualquiera de los valores descritos en la tabla 2.

	BTC 1	BTC 3	BTC 5
Seca	1,3	3	5

Tabla 2: Valores de compresión según norma UNE 41410.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número de muestras: sin especificar.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Velocidad de carga según norma UNE 772-1:2002.
- Valores de compresión (Tabla 2).
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.

En el conjunto de normas NBR brasileñas (ABNT 1986-1996), la media de dos valores de compresión no debe ser menor a 2 N/mm².

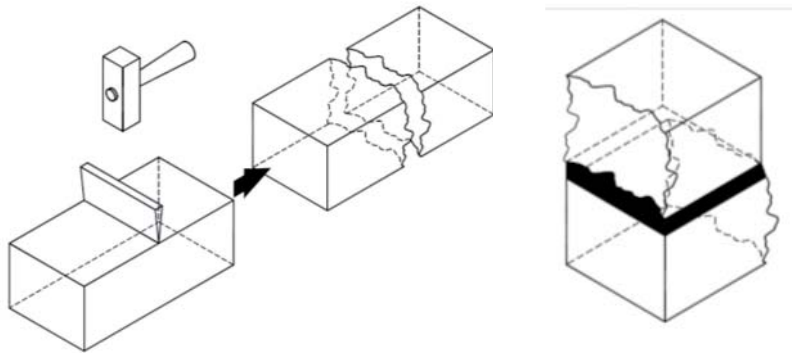
Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque partido unido mediante junta de mortero.
- Número de muestras: 13 bloques por lote.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Aplicación de carga 500 N/s (30 kN/min).
- Valores de compresión: mayor a 2 N/mm².
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.

La norma IS 1725 (BIS 1982) los valores de compresión mínimos para sus bloques son 2 MPa – 3 MPa para las clases 20-30 respectivamente y no deben ser valores de compresión menores al 20% de los recomendados.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número de muestras: sin especificar.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Aplicación de carga sin especificar.
- Valores de compresión: mayor a 2 -3 N/mm², según clases.
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.



En la norma KS 02-1070 (KEBS 1993) se contempla dos tipos de compresión, seca ($2,5 \text{ N/mm}^2$) y húmeda ($1,5 \text{ N/mm}^2$) con un curado a los 28 días de la pieza.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número total de muestras 10 (5 muestras compresión seca / 5 muestras compresión húmeda).
- Junta de mortero: sin especificar.
- Velocidad de carga 150 kN/min .
- Valores de compresión: $1,5 - 2,5 \text{ N/mm}^2$.
- Acondicionamiento superficie: colocar tablero de madera de 3 mm de espesor en caras del bloque.

Las normas NT (INNORPI 1996a, INNORPI 1996b) y las normas regionales africanas (ARSO 1996) no especifican el método de ensayo, solamente indican los valores de compresión aptos para las tres categorías de bloques ordinarios existentes. Los valores de compresión en seco deben ser mayores de $2/4/6 \text{ N/mm}^2$ según categoría y si se aplica una compresión en húmedo se aceptan valores superiores a $1/2/3 \text{ N/mm}^2$.

Especificaciones del proceso:

- Tipo de muestra: bloque entero.
- Número de muestras: sin especificar.
- Junta de mortero: sin especificar.
- Aplicación de carga sin especificar.
- Valores de compresión: mayor a $2/3/6 \text{ N/mm}^2$, según categorías.
- Acondicionamiento superficie: sin especificar.

Análisis de las variables en laboratorio

Tras el estudio de los procedimientos y especificaciones descritas en las normas para bloques de tierra comprimida, se iniciaron los ensayos de laboratorio con un material más homogéneo en composición y similar a los bloques de tierra comprimida. Para ello se usaron ladrillos de distintas casas comerciales con las mismas condiciones.

En el gráfico 1 algunos de los valores de compresión de muestras enteras sin refrentar y muestras ensayadas conforme a norma KS 02-1070. Mientras que en el gráfico 2, se comparan muestras ensayadas con dos refrentados diferentes.

Cuando se ensaya con madera en ambas caras de la muestra, la madera utilizada será nueva, valiendo únicamente para un solo uso. La reutilización de madera supone una dispersión de los valores de compresión.

Al comparar estos dos procedimientos se muestran unos datos más homogéneos para el ensayo con madera de 3 mm que en el caso del mortero. Uno de los factores que puede influir en estos resultados es la realización de la mezcla del mortero.

Tras el trabajo desarrollado en gabinete y posteriormente en laboratorio, se observan grandes diferencias en los procedimientos y criterios de ensayo, ausencia de especificaciones para este tipo de ensayos (Tabla 3), por lo que no se puede comparar resultados ya que se describen procedimientos de ensayo diferentes.

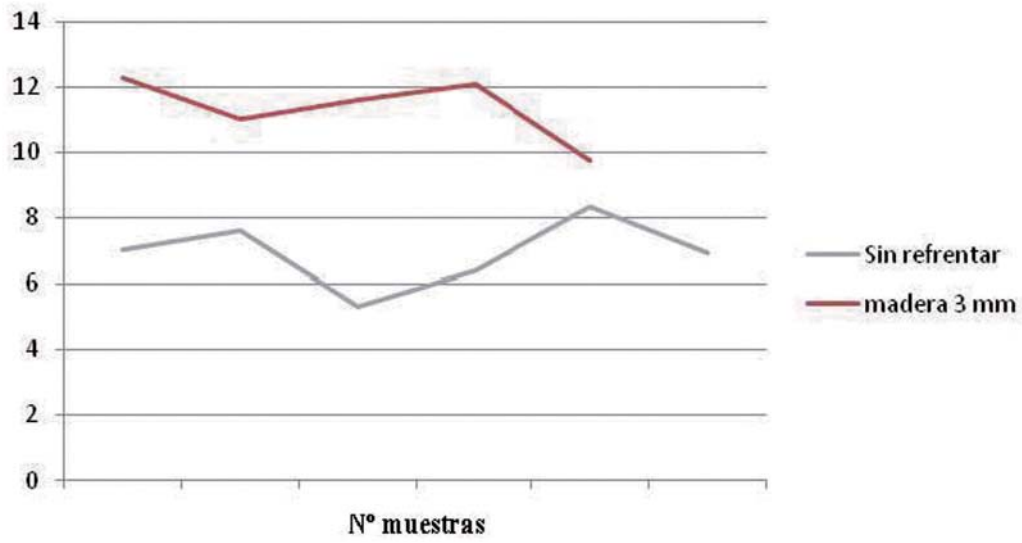


Gráfico 1: Valores de compresión de muestras enteras (A) ensayadas en laboratorio.

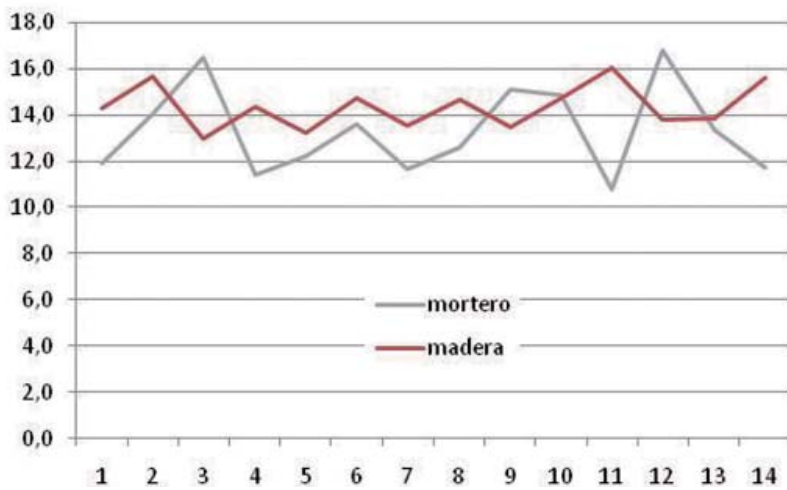


Gráfico 2: Valores de compresión de muestras enteras (B) ensayadas en laboratorio.

	NTC 5324	UNE 41410	NBR	IS 1725	KS 02-1070	NT 21.33
<i>Tipo compresión</i>	seca/húmeda	seca	húmeda	-	seca/ húmeda	-
<i>Tipo de muestra</i>	partido	entero	partido	entero	entero	entero
<i>Nº de muestras</i>	8	-	13	-	10	-
<i>Junta</i>	mortero 10 mm	-	-	-	-	-
<i>Velocidad carga</i>	0,15-0,25 Mpa/s	-	0,5 Kn/s	-	2,5 kN/s	-
<i>Valores compresión</i>	≥ 2, ≥ 4, ≥ 6 ≥ 1, ≥ 2, ≥ 3	≥ 1.3, ≥ 3, ≥ 4	≥ 2	≥ 2, ≥ 3	≥ 1.5, ≥ 2.5	≥ 2, ≥ 4, ≥ 6 ≥ 1, ≥ 2, ≥ 3
<i>Acondicionamiento</i>	-	-	-	-	tablero 3 mm	-

Tabla 3. Normas de BTC para ensayos de compresión.

Bibliografía

- AENOR. 2008. *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. UNE 41410. Madrid.*
- AFNOR. 2001. *Compressed earth blocks for walls and partitions: definitions - Specifications - Test methods - Delivery acceptance conditions. XP P13-901. Saint-Denis La Plaine Cedex: AFNOR.*
- ABNT. 1986-1996 *Conjunto de Normas Técnicas brasileñas NBR . Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).*
- ICONTEC. 2004. *Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de ensayo. Condiciones de entrega. NTC 5324. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.*
- BIS. 1982. *Specification for soil based blocks used in general building construction. IS 1725: 1982 Bureau of Indian Standards (BIS).*
- SNZ. 1998. *Engineering design of earth buildings. NZS 4297. Wellington: Standards New Zealand (SNZ).*
- SNZ. 1999. *Earth buildings not requiring specific design. NZS 4299. Wellington: Standards New Zealand (SNZ).*
- SNZ. 1998. *Materials and workmanship for earth buildings. NZS 4298. Wellington: Standards New Zealand (SNZ).*
- KEBS. 1993. *Specifications for stabilized soil blocks. KS 02-1070:1993. Nairobi: Kenya Bureau of Standards (KEBS).*
- INNORPI. 1996a. *Blocs de terre comprimée ordinaires – Spécifications techniques. NT 21.33. Tunisian Standards. 1998.*
- INNORPI. 1996b. *Blocs de terre comprimée - Définition, classification et designation. NT 21.35. Tunisian Standards. 1998.*
- ARSO 1996. *Conjunto de normas africanas. Compressed earth blocks. ARS 670- ARS 683. Nairobi, Kenya: African Regional Standard ARSO.*

Notas

* **Jaime Cid Falceto** <jaime.cid@upm.es>
W. Ahmed Foad <waleed_fd@yahoo.com>
Fernando Ruiz Mazarrón <f.ruiz@upm.es>
Ignacio Cañas Guerrero <ignacio.canas@upm.es>

Todos los autores pertenecen al grupo de investigación de la UPM "Patrimonio, documentación gráfica y construcción agroforestal", siendo el catedrático D. Ignacio Cañas el investigador principal. La construcción en tierra es una de las principales líneas de investigación del grupo. Además ostentan la presidencia del subcomité de AENOR "Edificación con tierra" y la creación de la red de investigación ContruTIERRA.