

Investigación y formación para la evolución de las tradiciones.

Los bloques perfilados para la autoconstrucción

Roberto Mattone

Los problemas ecológicos que ponen en evidencia de manera dramática las consecuencias de nuestros modelos de desarrollo nos obligan a revisar de modo crítico la elección de los materiales de construcción, en lo que se refiere a su ciclo vital –*Life Cycle Analysis*– y a su influencia en la salubridad de los edificios.

El interés cada vez mayor en las edificaciones de tierra cruda en los últimos años deriva de la toma de conciencia acerca de estos problemas. Nos hemos dado cuenta de las posibilidades de este material –facilidad de reciclado, limitado coste energético– que, con técnicas de elaboración muy diferentes entre sí, está presente en los modos tradicionales de construcción de todo el mundo.

La experimentación en laboratorio

Las actividades de investigación y experimentación que al inicio de los años 1980 se pusieron en marcha en el Laboratorio de Materiales y Componentes de la II Facultad de Arquitectura del Politécnico de Turín tenían el objetivo de favorecer la edificación de paredes de tierra cruda en autoconstrucción, con un sistema de construcción sencillo y factible en entornos en vías de desarrollo por parte de mano de obra no especializada.

La elección de los medios de construcción por adoptar viene condicionada por algunos parámetros como la facilidad de producción, la

sencillez de su colocación y la reducción de los trabajos de mantenimiento.

Teniendo en cuenta este perfil, el bloque de tierra cruda estabilizada y comprimida parece ser el elemento más idóneo, en cuanto puede ser producido usando equipamientos muy diferentes entre sí –de la simple prensa manual para los pequeños trabajos rurales, a sistemas más complejos, propios de la producción masiva–. Además, durante la fase de colocación, solo se necesita equipamiento básico de obra y, si la pared se construye cuidadosamente, la necesidad de manutención es mínima.

En la primera fase de la experimentación se han producido bloques paralelepípedos (14 x 29,5 x 9cm) con la prensa manual GEO 50 de la compañía Altech –con la que se puede aplicar una presión de compactación de unos 2 mpa– que, tras el secado –*curing*–, han sido testados para determinar sus características mecánicas.

Para complementar estas pruebas, los bloques también han sido sometidos a pruebas de absorción (figura 2), de imprimación y de erosión, con el propósito de evaluar su comportamiento bajo la acción del agua, asumiendo como referencia la norma para materiales de construcción de tierra cocida UNI 8942.

La figura 1 documenta una prueba de erosión realizada sobre un bloque no estabilizado: sometido a la acción de un chorro de agua a una distancia de 20 cm y una presión de 1,4 bar (1), en pocos minutos se descompone y se transforma

Este artículo es resultado de la línea de investigación "Autoconstrucción con BTC", iniciada en 1988 en el Laboratorio de Materiales y Componentes de la II Facultad de Arquitectura del Politécnico de Turín, bajo la dirección del autor. La investigación es financiada por el Consiglio Nazionale della Ricerche y el Ministero Università e Ricerca. Todo el material gráfico es propiedad del autor.



Figura 1:
Prueba de erosión
realizada sobre un
bloque de tierra
comprimida no
estabilizado.



en fango; sin embargo, tras dos horas, el bloque estabilizado presenta trazas de erosión más o menos apreciables, en función de la cantidad y del tipo de estabilizante empleado.

En lo concerniente a las características mecánicas indicamos, a modo de ejemplo, los resultados obtenidos en la experimentación que nuestro laboratorio ha realizado durante la participación en los trabajos de la Comisión TC 164-EBM –Earth as Building Material– de la RILEM –The International Union of Testing and Research La-

boratories for Materials and Structures– para la validación de procedimientos de prueba para la determinación de las características mecánicas de los bloques de tierra comprimida.

La tierra utilizada para la experimentación, extraída en una zona del Piemonte –Italia– típica por sus construcciones en tierra *pisè*, ha sido pasada por un tamiz de 4 mm para separar los áridos de mayores dimensiones. El análisis granulométrico ha proporcionado los siguientes resultados: arena = 42%; limo = 44%; arcilla = 14%.

Los siguientes diagramas proporcionan los valores de resistencia a compresión, flexión y tracción inducida (figura 3) en función de los diferentes porcentajes de cemento añadido al empasto como estabilizante.

Una vez identificadas las prestaciones del material, la siguiente fase se ha centrado en la puesta a punto de disposiciones para la construcción que buscan la mejora del producto. Efectivamente, la buena calidad de los componentes –bloques y mortero– no es suficiente para garantizar la calidad del producto, ya que la precisión de la ejecución influye sobremanera sobre este parámetro.

La prensa GEO 50 ha sido modificada con el objetivo de simplificar el proceso de construcción del bloque dotado de nervaduras y refuerzos representado en la figura 4, cuyas dimensiones son de 28 x 14 x 9,5 cm.

En efecto, el aspecto innovativo del estudio no estriba en la forma del bloque –que también se puede obtener con otros tipos de prensa– sino en el hecho de que, a diferencia de las otras prensas manuales del mercado, en virtud de las modificaciones aportadas a la GEO 50, este se obtiene en la misma cantidad de tiempo y trabajando del mismo modo en que se obtiene el simple bloque paralelepípedo.

Figura 2:
Valores medios de
absorción, en función del
porcentaje de cemento
añadido.

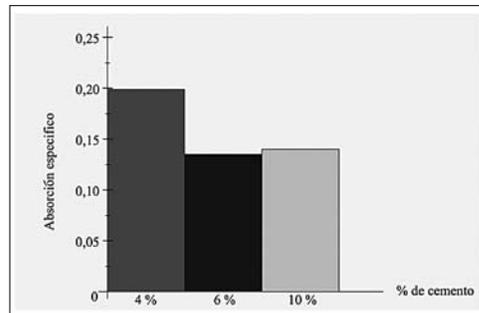


Figura 3:
Valores medios de
resistencia a compresión,
flexión y tracción
inducida, en función del
porcentaje de cemento
añadido.

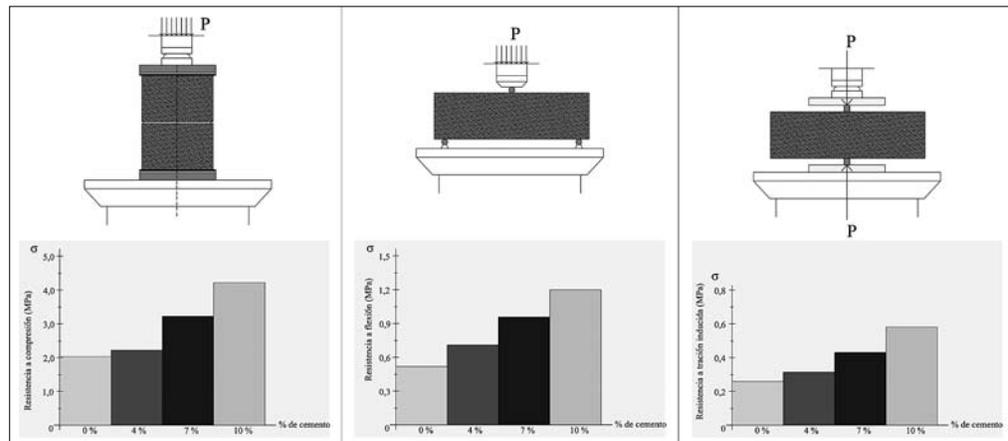
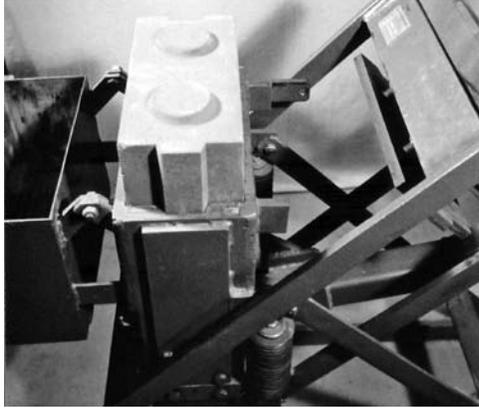


Figura página anterior:
Obra en La Cuba de
Baixo a Sapè, Brasil.



El bloque perfilado se coloca usando un mortero muy fluido que se aplica mediante un sencillo contenedor, sin usar la paleta, lo que simplifica notablemente la construcción de la pared (figura 5).

La junta de mortero presenta un espesor muy reducido (4-5 mm), lo que, combinado con la unión mecánica de los bloques, mejora notablemente las prestaciones globales de la pared, en particular desde el punto de vista estructural.

El uso de estos bloques, colocados utilizando un mortero fácil de usar, permite superar la incertidumbre propia de las obras tradicionales donde, cuando se trabaja en autoconstrucción, la buena ejecución –verticalidad de las paredes, regularidad de las uniones, etc.– resulta siempre muy problemática.

Tras las pruebas efectuadas a los bloques, se ha pasado a las pruebas comparativas de construcciones de muestra, de unas dimensiones de 90 x 90 x 14 cm, realizadas con bloques perfilados y con bloques paralelepípedos. Se las ha sometido a pruebas de compresión simple, de compresión simple constante y de empuje lateral variable (figuras 6 y 8), y de compresión diagonal.

El diagrama de la figura 9 representa el funcionamiento de la mampostería hecha con los bloques perfilados. Faltan los datos de la mampostería hecha con bloques paralelepípedos

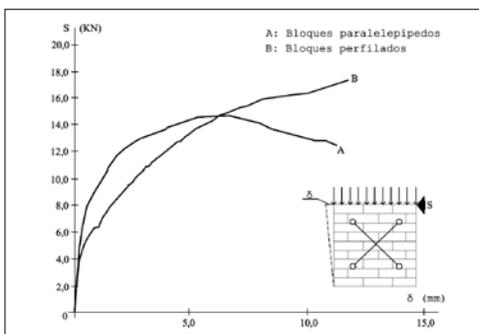


Figura 4:
El bloque dotado de nervaduras y refuerzos, fabricado con la prensa GEO 50 modificada.

Figura 5:
La colocación del bloque.

Figuras 6:
Prueba de compresión simple constante y empuje lateral variable sobre construcciones de muestra.

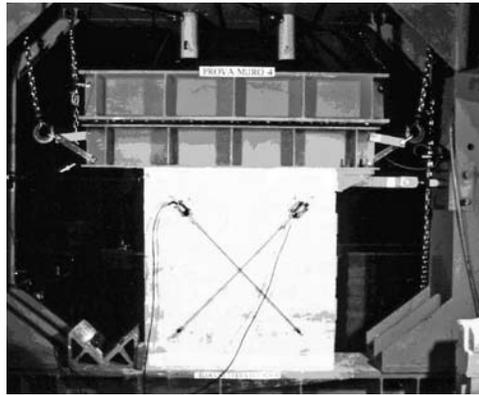


Figura 7:
Prueba de compresión simple de una construcción a escala real.



Figura 8:
Compresión simple constante y empuje lateral variable: diagrama tensión-deformación.

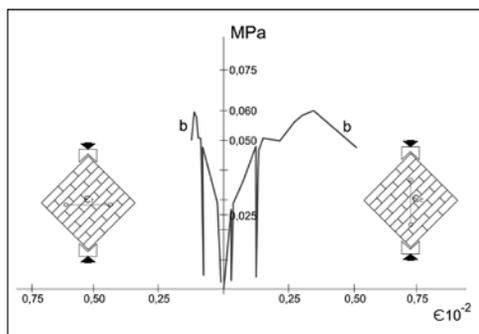


Figura 9:
Compresión diagonal: diagrama tensión-deformación.

Figura 10:
Curso de formación para
la producción de los
bloques.



Figura 11:
Implementación del
primer curso sobre
bloques.



Figura 12:
Realización y alisado de
la pared de bloques de
tierra estabilizada.



porque los ensayos quebraron por el peso propio por escasez de adherencia entre los bloques y el mortero.

Estas pruebas –en particular la prueba de compresión diagonal– ponen en evidencia el efecto positivo producido por la interconexión de los

bloques perfilados, que comporta un incremento de la resistencia y una mejor distribución de los esfuerzos.

La fase de investigación en laboratorio se ha concluido con la realización de una construcción a escala real (figura 7); la prueba de compresión simple a que se la ha sometido ha confirmado los resultados de las pruebas precedentes.

Los experimentos realizados en el laboratorio han encontrado su aplicación práctica en algunos contextos de América Latina –Brasil, Argentina, Cuba– y la isla de Mindanao –Filipinas–.

En todos los trabajos los sujetos se han visto involucrados ya desde la primera fase del proceso de producción mediante un curso de formación. Ha sido necesario partir de propuestas a pequeña escala, transmitiéndoles competencias y disposiciones que permitiesen cumplir el trabajo con éxito y promoviendo una experimentación práctica que se convirtiese, para el que la ejecutaba, en un objetivo por alcanzar a nivel personal. En otras palabras, poner en práctica el modo de proceder normalmente denominado “autoconstrucción asistida”.

Todos los trabajos han permitido verificar que el sistema de construcción propuesto era apropiado, así como la capacidad de hacerlo propio por parte de los beneficiarios.

Las siguientes imágenes ilustran las fases de un trabajo en Brasil, en la favela Cuba de Baixo en Sapè, Paraíba, en 1994 –pero son comunes a todos los trabajos–: cursos de formación para la producción de los bloques –asumir que los habitantes de la favela pudiesen comprender las fases principales del proceso de producción a través de la simple lectura de un manual no hubiese sido realista– (figura 10), la implementación del primer curso (figura 11), la ejecución de la construcción (figura 12).

Quien esto escribe está convencido de que este modo de proceder –cursos de formación *in situ*, autoconstrucción asistida– resulta el método más eficaz para intentar resolver el problema de la vivienda en estos contextos, al menos para trabajos a pequeña escala.

Conclusiones

El saber hacer tradicional, que ha evolucionado a través de una sucesión continua de ensayos y errores, encuentra su continuidad natural en las formas más actualizadas de experimentación

que pasan del laboratorio a la obra. Por este motivo, la actividad de investigación y experimentación desarrollada en el laboratorio siempre se ha entrelazado con la aplicación práctica de los resultados obtenidos. El empeño sobre el terreno ha contribuido sobremanera a dirigirla hacia los objetivos de la autoconstrucción, del uso de los recursos disponibles y del respeto por el medio ambiente.

Así pues, en lo concerniente al uso de la tierra cruda, el apelar a la ecología y a la sostenibilidad hace que este material resulte hoy –si bien dentro de los límites que caracterizan su uso– de particular actualidad.

Referencias

- Houben, H. y Guillaud, H. (1989). *Traité de construction en terre*. Marseille: Parenthèses.
- Mattone, R. (2003). “La terra cruda, tra tradizione e innovazione”. *Construire in laterizio* 92: 70-78.
- Mattone, R. y Pasero, G. (1995). “Bloch interlocking as a means to improve the behaviour of stabilised earth masonry in seismic areas”. *Proceedings of the International Conference on Earthquake Engineering* (pp. 794-800), 9-11 de octubre de 1995, Amman, Jordania.



Investigación y formación para la evolución de las tradiciones.

Los bloques perfilados para la autoconstrucción

(págs. 318-323)



Roberto Mattone

Politécnico de Turín, Italia
roberto.mattone@polito.it

Licenciado en arquitectura en 1962 por el Politécnico de Turín, desde 1983 es profesor asociado de Tecnología de la Arquitectura y responsable del Laboratorio de Materiales y Componentes de la II Facultad de Arquitectura del mencionado politécnico. Ha sido miembro de la Comisión RILEM TC-EBM – Earth as Building Material –. Ha sido y todavía es responsable científico de las colaboraciones de investigación con la Universidade Federal da Paraíba, Brasil, y con la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. Ha coordinado, a cargo del Ministerio de Asuntos Exteriores – en calidad de experto – las actividades inherentes al sector tecnológico del curso “Habitat et ville dans les pays en voie de développement” para funcionarios de la administración pública congoleña, bolsistas MAE, Dirección General de Cooperación (Torino, Brazzaville, 1993-1996). Es autor de numerosas publicaciones inherentes a actividades de investigación centradas en el estudio y la experimentación con materiales compuestos para la construcción a bajo costo, de elementos en ferrocemento y de construcciones realizadas con bloques de tierra estabilizada.

Recepción

15 de enero de 2007

Evaluación

27 de agosto de 2007

Aceptación

1 de noviembre de 2007

Resumen

En el marco de la tradición de técnicas de construcción en tierra cruda, la investigación realizada en el Laboratorio de Materiales y Componentes de la II Facultad de Arquitectura del Politécnico de Turín se ha propuesto desarrollar el conocimiento del material de base y proporcionar modos de optimizar la producción y la colocación de bloques de tierra estabilizada y comprimida, prestando particular atención a trabajos realizados en países en vías de desarrollo. El bloque perfilado, dotado de nervaduras y refuerzos, que se obtiene modificando la prensa manual GEO 50 de la compañía Altech, permite que mano de obra no especializada pueda construir paredes de buena calidad en autoconstrucción. Los experimentos realizados en el laboratorio han encontrado su aplicación práctica en algunos contextos de América Latina (Brasil, Argentina, Cuba), isla de Mindanao (Filipinas) y África (Burkina Faso).

Palabras clave del autor

Tierra cruda, bloques comprimidos, estabilización, tests, autoconstrucción.

Descriptores*

Materiales de construcción – Pruebas
Construcción industrializada
Autoconstrucción

Research and education for the evolution of traditions. Profile blocks for self-building

Abstract

In the wake of traditional unfired earth construction techniques, the investigation conducted at the Material and Testing Laboratory of the 2nd School of Architecture of the Politecnico di Torino was aimed to gain a better knowledge of the basic material and to develop optimized methods for the production and installation of blocks in stabilized compressed earth, with a special focus on construction projects in the developing countries. Using specially fashioned blocks with projections and recesses, made with a new version of the GEO 50 manual press by the Altech company, unskilled workers can produce good quality self-help masonry. The results of laboratory tests found practical application in several communities in Latin America (Brazil, Argentina, Cuba), Mindanao Island (Philippines) and Africa (Burkina Faso).

Author Key Words

Earth, compressed earth blocks, stabilization, tests, self-help.

Key Words Plus*

Building materials – Testing
Industrialized building
Self-help housing

* Los descriptores y key words plus están normalizados por la Biblioteca General de la Pontificia Universidad Javeriana.