

## Evaluación de la resistencia a compresión de Bloques de Tierra Comprimida con un diseño factorial completo

Cabrera S<sup>1</sup>, Contini L<sup>1,2</sup>, Ávila, O<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe – Argentina

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Litoral – Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas – Santa Fe - Argentina  
spcabrera@outlook.com

### Resumen

*En este trabajo se pretende evaluar el efecto de la geometría de las probetas en la determinación de la resistencia media a compresión de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC). Para ello fueron ensayadas a compresión simple series de probetas con diferentes geometrías y producidas por diferentes fabricantes. El análisis de resultados de laboratorio se realizó mediante un diseño factorial completo, considerando la geometría y al fabricante como factores. El procesamiento de los datos obtenidos indica que tanto el fabricante de los BTC como la forma de las probetas poseen una gran incidencia en la resistencia media a compresión de los mismos.*

**Palabras Clave:** diseño factorial, resistencia, BTC

### Introducción

El Bloque de Tierra Comprimida o BTC (PROTERRA, 2011) es fabricado mediante el prensado de un mortero de suelo estabilizado que se encuentra contenido en el interior de una prensa mecánica o hidráulica.

Si bien la resistencia a compresión de los BTC no es la única propiedad que debe estudiarse a la hora de evaluar las prestaciones de estos mampuestos, es sin duda alguna el mejor indicador de su calidad y el más utilizado (Guzmán Iñiguez, 2016). Sin embargo, ante la carencia de una norma técnica específica que establezca el método de ensayo a seguir para determinar la resistencia a compresión de los BTC en Argentina, los diferentes laboratorios han adoptado diversas metodologías de ensayo, siendo la mayor variable de todas las morfologías de la probeta.

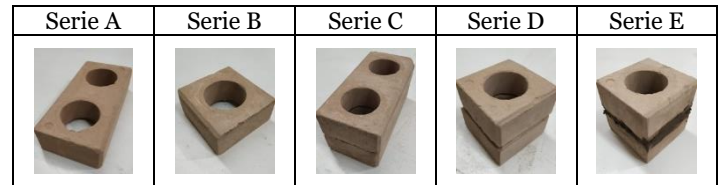
En este trabajo se pretende evaluar el efecto de la geometría de las probetas en la determinación de la resistencia media a compresión en BTC, empleando para ellos bloques producidos por diferentes fabricantes.

### Material y Métodos

Para evaluar el efecto de la geometría de las probetas en la resistencia media a compresión de los BTC se

utilizó un experimento factorial 5x3, donde un factor fue “tipo de probeta” a 5 niveles, cada uno de ellos se corresponde con una geometría diferente (Figura 1), el otro factor fue “Fabricante”, a 3 niveles (“B”, “M” y “C”) y en cada combinación de factores se hicieron 5 réplicas con lo que finalmente se trabajó con un total de 75 determinaciones.

- *Serie A*: Bloque entero en posición horizontal.
- *Serie B*: Medio bloque en posición horizontal
- *Serie C*: 2 bloques enteros en posición horizontal, uno apoyado sobre el otro.
- *Serie D*: Medio bloque apoyado sobre medio bloque.
- *Serie E*: Medio bloque asentado con mortero sobre medio bloque

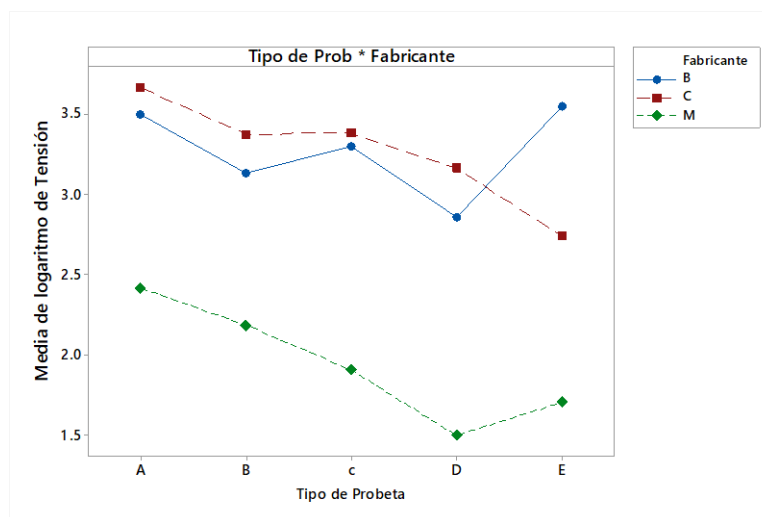


**Figura 1: Geometrías de probetas ensayadas**

Se utilizó transformación logarítmica de los datos de resistencia para lograr la verificación de los supuestos normalidad y homogeneidad de varianzas de los errores (Montgomery, 2013).

## Resultados

Luego de correr el ANOVA correspondiente al experimento factorial, se encontró que la interacción de factores fue estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ). En la gráfica de interacciones (Figura 2) se observa que esta es producida por la respuesta de la forma de probetas E.



**Figura 2: Gráfica de interacción entre factores fabricante vs tipo de probeta**

Al indagar el posible motivo de este hallazgo se llegó a la conclusión que la geometría de las probetas E, es diferente a la de los otros tipos, pues es la única que introduce una nueva variable de análisis, el mortero de asiento entre mitades (Figura 1), lo cual estaría explicando, en principio, el efecto de la interacción entre factores. Para corroborar esto, se volvió a realizar el análisis excluyendo esta forma de probeta. En la Figura 3, se presenta el gráfico de perfiles de este nuevo análisis, en el que se observa claramente que el efecto de interacción detectado en el análisis anterior desaparece (Figura 3). De los resultados del ANOVA correspondiente, se encontró que los factores principales tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí ( $p < 0.001$  en ambos casos). Del análisis de los efectos de los factores principales, se puede concluir que los BTC producidos por el fabricante “C” son los que tienen la mayor resistencia media, seguidos en forma decreciente, por “B” y “M”.

En cuanto al efecto “tipo de probeta”, se encontró que la A es la que tiene la mayor resistencia media a la compresión, que las B y C, si bien son diferentes de A y D, son homogéneas entre sí, y que la forma D, es la de menor resistencia media a la compresión.

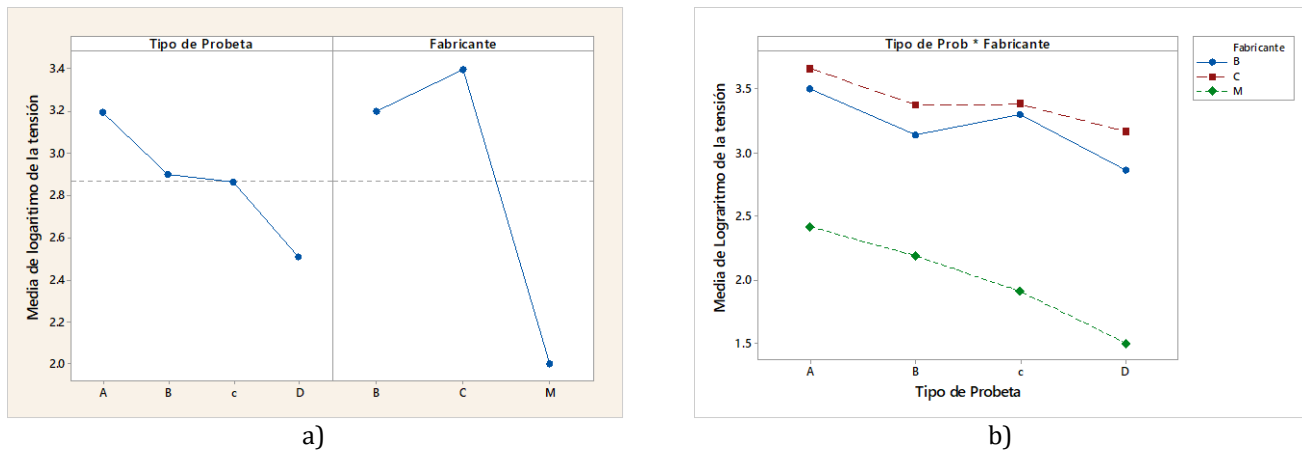


Figura 3: gráfico de perfiles de efectos principales a) y entre fabricante y tipo de probeta b)

## Discusión

Tras evaluar los resultados obtenidos y luego de no considerar en el análisis el tipo de probetas E por ser diferente en cuanto a la heterogeneidad de los materiales con los que está confeccionado, puede apreciarse que la resistencia media a compresión de los BTC producidos por cada uno de los fabricantes es estadísticamente diferente; siendo los BTC fabricados por “C” los de mayor resistencia, seguidos por los de “B” y finalmente por “M”. Además, puede concluirse que la resistencia media a compresión del tipo de probeta A es mayor a la de las demás geometrías, mientras que la D presenta las menores resistencias. Así mismo, que la resistencia media a compresión de las B y C son estadísticamente iguales entre sí, presentando valores de resistencia media a la compresión intermedios entre las A y D.

Es importante aclarar que, en nuestro país, no se tiene antecedentes de investigaciones de este tipo, tampoco hay normas desarrolladas en Argentina para realizar estos análisis, razones por las cuales este trabajo se constituye en uno de los primeros acerca de los BTC, situación que no permite la comparación de los mismos con otras investigaciones locales.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración del Grupo de Investigadores TIERRA FIRME de la UTN FRFS por el aporte de los datos experimentales obtenidos en el marco del PID “Análisis de las propiedades del Bloque de Tierra Comprimida (BTC) estabilizado con cal y otros aglomerantes no cementicios”.

## Referencias

- (1) PROTERRA (2011). Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA.
- (2) Guzmán, S.; Iñiguez, M. (2016). Metodología para elección de estabilizantes químicos para bloques de tierra. *Estoa*, 9(5), 151- 159. doi: 10.18537/est.v005.n009.12.
- (3) Montgomery, D. 2013. *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, Inc. 8<sup>th</sup> Ed.