

## ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE LOS BLOQUES FABRICADOS EN GUATEMALA Y EL ANÁLISIS DE SUS NIVELES DE RESISTENCIA

José Antonio Mendoza Ruano\*, Juan Wyss\*, Julio César Morataya Bustamante\* y Franklin Matzdorf  
Departamento de Ingeniería Civil

El objetivo principal de este estudio es presentar, de forma integrada y debidamente analizados, los resultados de varias pruebas realizadas a bloques compuestos de materiales comúnmente utilizados en la industria de la construcción de Guatemala, por ejemplo, el bloque de concreto. Para el estudio de este bloque y su posterior análisis, se tomaron algunas muestras al azar entre los diferentes distribuidores y fabricantes a nivel nacional. Sobre estos bloques se efectuaron las pruebas de resistencia bajo una carga de compresión. Como referencia se establecieron los pesos aparentes –densidades– de los bloques como una guía y referencia para analizar las tendencias del comportamiento. Finalmente trataremos de exponer una relación entre los datos encontrados y llegaremos a establecer un comportamiento común de los bloques.

El peso aparente se considera con base en la relación divisoria del peso contra su volumen y, para cualquier material, es un indicador de cuánto material existe por unidad de volumen. Dentro de este análisis de relaciones entre peso y volumen se debe considerar que los materiales retienen ciertos porcentajes de humedad –agua en los espacios vacíos–, que muchas veces influyen en variaciones tanto en el peso aparente como en otras cualidades del material. En la ingeniería, el manejo del peso aparente se trabaja con la literal griega  $\gamma$  (gamma), la cual implica que, en una relación cuyo peso-volumen sea un valor alto el material para un volumen unitario tiene un peso mayor y, a su vez, mayores resistencias a cargas. El caso contrario, que el índice de la relación peso-volumen sea bajo, implicará entonces que, para el mismo volumen unitario, el material pesará menos y su resistencia puede también ser menor. Dentro de los factores que alteran este valor también se encuentran la cantidad de poros de una muestra de material y la cantidad de agua que se localice en éstos.

En cuanto a la “resistencia última”, o bien al esfuerzo de carga a compresión que provoque la falla o ruptura del bloque, se le conoce en pruebas del campo de ingeniería, como el “esfuerzo último a

compresión” para este tipo de bloques. La variable que lo denota es sigma ( $\sigma_c$ ) que se maneja en las pruebas de compresión de muestras de concreto y bloques, que designa la mayor carga por unidad de área que resiste un material antes de falla por fractura. El área debe ser la sección transversal del elemento respecto de la carga aplicada. Esto determina una medida independiente del material que, consecuentemente, refleja una propiedad del mismo y va en función de su resistencia contra su tamaño. En este caso hablamos del bloque.

El peso aparente de los bloques depende de varios factores: la forma de compactación del producto final, los tipos de agregados empleados, la forma de fabricación y las características de los agregados. Por esta razón, debe notarse que en Guatemala existen diferentes fuentes de donde se obtienen los agregados, principalmente de canteras como material pétreo, que se utilizan bastante en la preparación del concreto. En general, los agregados más comunes suelen ser arenas blancas, o bien agregados de origen andesítico, ya sea en forma pura o en una combinación de ambos. Dado que las arenas blancas tienen un peso aparente menor al de los agregados andesíticos, los bloques que se fabrican con los diferentes tipos de material reflejan proporcionalmente pesos aparentes acordes a los tipos de agregados empleados, y cuyas resistencias resultantes también reflejan el tipo de material utilizado.

Las diferentes composiciones pueden clasificarse en tres grandes grupos, pero no representan límites establecidos sino meramente referencias de comparación.

TIPO DE BLOQUE	PESO APARENTE	TIPO PRINCIPAL DE AGREGADO
Liviano	Menor a 1.25 g/cm <sup>3</sup>	Arena blanca
Medio	Entre 1.25 a 1.75 g/cm <sup>3</sup>	Arena blanca & agregado andesítico
Pesado	Mayor a 1.75 g/cm <sup>3</sup>	Agregado andesítico

\*Estudiantes de Ingeniería Civil

Los datos se muestrean pesando los bloques secos y analizando sus volúmenes totales. Si tuvieran humedad, se elimina dicho peso con un factor de porcentaje de humedad respecto al peso total de material seco. Además hay que notar que los diferentes tipos de bloques no sólo se diferencian en el material y en el peso, sino que además cada tipo de material tiene un modo diferente de manufacturarse, lo cual también incide en las propiedades finales del bloque.

Como parte del desarrollo y del análisis, estudiamos diferentes cargas netas aplicadas a bloques de diferentes tipos, los cuales mostraron diversos esfuerzos últimos a compresión y que, comparados con sus diferentes pesos aparentes, nos dieron una tendencia de comportamiento de los materiales empleados, las resistencias individuales y el comportamiento global de las muestras. La Figura 1 muestra las resistencias de cada grupo de bloques. De las regresiones lineales y del empleo de discriminantes de desviación estándar y pruebas de discriminante estadística  $t$  o  $Z$  dependiendo de la cantidad de elementos por población se llegó a tres tipos de conjeturas finales:

- Un comportamiento medio que marca la media real de los materiales de todas las muestras.
- Un límite superior discriminante que limita los casos en donde los bloques se midieron erróneamente por encima de la tendencia real.
- Un límite inferior discriminante que limita los casos en donde los bloques se midieron erróneamente por debajo de la tendencia real.

Considérese que existe un margen o rango permisible de error o variación entre las resistencias de los bloques; pero si toda una muestra indica que hay una tendencia media real, existen límites de comportamiento en donde cualquier muestra que se salga del límite o rango debe ser descartada como medida errada no real.

La nube de datos expresa todos los bloques estudiados y las rectas expresan los límites, así como la tendencia central.

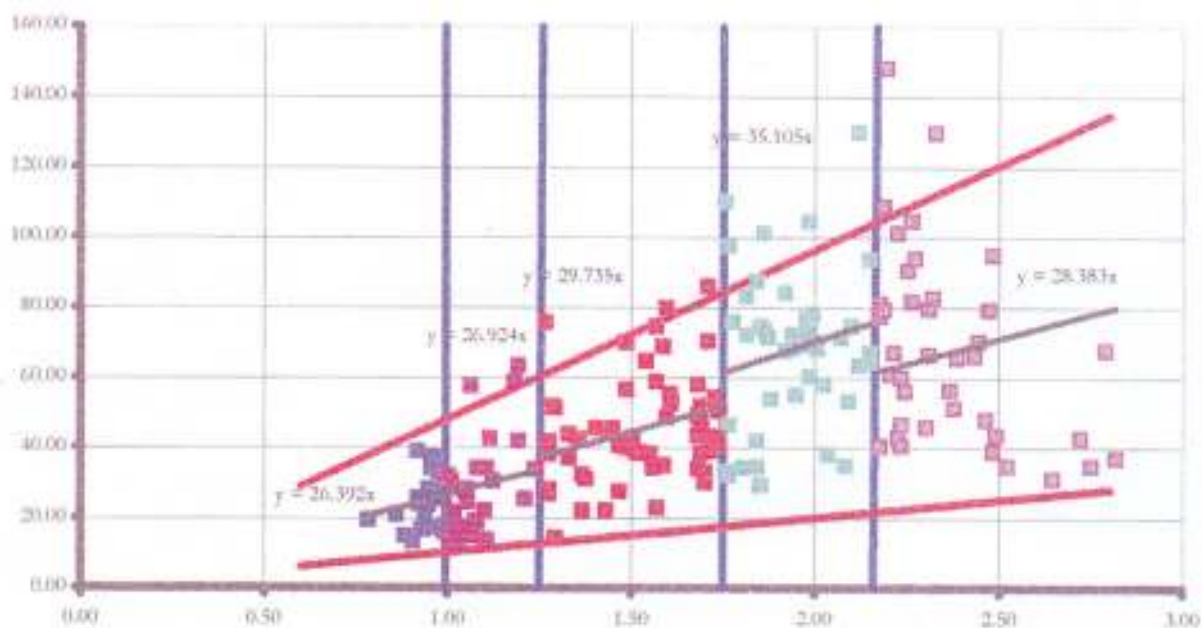


Figura 1. Regresión de tendencia de variación (s/g). En rojo los límites superior e inferior. Cada color muestra su tendencia agrupada. Eje x= Peso aparente (g/cm<sup>3</sup>). Eje y= Resistencia a compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

De los datos analizados deducimos que, si consideramos los pesos aparentes y las resistencias totales, se puede notar un aumento gradual de resistencia junto a otro también gradual del peso aparente. Estos aspectos se pueden analizar por medio de las relaciones encontradas; estas indican que:

1. La media se comporta a una razón de 28 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia promedio, por cada 1 g/cm<sup>3</sup> que pese el bloque.
2. El límite superior: cada 1 g/cm<sup>3</sup> soporta cargas límite de 48 Kg/cm<sup>2</sup>, como máximo y
3. El límite inferior: cada 1 g/cm<sup>3</sup> soporta cargas límites de 10 Kg/cm<sup>2</sup>, como mínimo.

Los datos anteriores expresan que, si la muestra tiene 2 g/cm<sup>3</sup>, resistirá en promedio 56 Kg/cm<sup>2</sup> puede llegar a resistir un máximo de 96 Kg/cm<sup>2</sup> y su menor resistencia estará en 20 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los datos finales encontrados de todo el tiraje de pruebas son los que aparecen en la Cuadro 1.

Podemos concluir que:

- Los bloques al aumentar su peso en promedio, logran aumentar su resistencia a la compresión.

- Los agregados influyen directamente en peso y resistencia global, a medida que se utilicen dentro de la composición del bloque.
- Las arenas blancas generan bloques livianos de poca resistencia, y que los bloques más pesados y de calidad son aquellos realizados con agregados andesíticos.
- En general los bloques fabricados en Guatemala tienen una amplia gama de resistencias; algunas muy bajas y ciertos tipos de bloques pesados muestran gran resistencia, pero son pocos, comparados con la gran cantidad de elementos probados para el estudio.
- Se considera que resistencias menores a 25 Kg/cm<sup>2</sup> son poco resistentes y no son recomendables para construcciones en general. Los bloques entre 25 y 75 Kg/cm<sup>2</sup> se emplean usualmente para viviendas y edificaciones en Guatemala. Los bloques realmente garantizados a resistencias mayores de 75 Kg/cm<sup>2</sup> pueden utilizarse con seguridad en obras mayores, mientras se ajusten a las especificaciones de seguridad y diseño esperadas.

Límites de pesos		Pendientes	Clasificación
Mínimo	Máximo		
0.780	0.990	26.392	Livianos
1.000	1.240	26.924	Medio Livianos
1.270	1.740	29.735	Medio Pesados
1.760	2.150	35.105	Pesados
2.180	2.820	28.383	Muy Pesados

Cuadro 1. Datos finales del tiraje de pruebas. Pesos en g/cm<sup>3</sup>

La importancia de un documento de esta naturaleza y del estudio efectuado radica en el informar a todos los usuarios y personas en general sobre la calidad de los materiales empleados en la construcción, de algunos factores que los muestran y de los tipos de productos finales existentes, para que, al momento de invertir o comprar materiales para construcción, conozcan los límites, calidades y especificaciones de dichos materiales y no sólo el valor económico de los mismos. Claramente es deber de los ingenieros civiles velar por el empleo correcto de los

materiales y conocer las aplicaciones que cada diferente tipo de producto final tiene dentro de las obras; pero también está la responsabilidad de dar a conocer los límites y riesgos de los mismos productos que, muchas veces, a falta del poder adquisitivo de las personas, incurren en comprar materiales de menor calidad por mejores precios, sin tener en cuenta tal vez otras opciones que puedan servir mejor a sus construcciones.

antoniojosemendoza@hotmail.com  
Juanito\_w@yahoo.com  
julio\_morataya@hotmail.com  
fmatzdor@uvg.edu.gt

---