

Determinación de la **calidad de los ladrillos** a partir de la estimación de la resistencia última en las canteras de Valencia de Jesús, Las Casitas y El Cielo, en el municipio de Valledupar, Cesar .

Determining quality of bricks, from the last resistance estimation, in Valencia de Jesus, Las Casitas and El Cielo quarries, Valledupar's municipality, Cesar

Cotes, D., Núñez. D., Sabogal, L.

Estudiantes de Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina, sede Valledupar, Colombia.

dacotes16@hotmail.com

kal-maikol@hotmail.com

RESUMEN

Alrededor de 30.000 ladrillos se producen en los hornos artesanales de las canteras de Valencia de Jesús, Las Casitas y El Cielo, ubicadas a las afueras de municipio de Valledupar, Cesar, los cuales son elaborados con manera artesanal, este factor motivó el estudio de la resistencia de estos, para identificar en qué parte del proceso de elaboración del ladrillo se debe trabajar para que estos puedan ser certificados como de calidad. Se realizó un estudio con un enfoque descriptivo para determinar la calidad de los ladrillos producidos en las canteras de Valencia de Jesús, Las Casitas y El Cielo, en el cual se recolectaron muestras, las cuales fueron sometidas a ensayos de compresión simple y se determinó su resistencia última para luego compararla con la resistencia establecida en la NSR98, que como mínimo debe ser 10 MPa, además se analizó el proceso de elaboración del ladrillo implementado en estas canteras con el fin de determinar en qué parte de éste se encuentran las falencias.

Palabras clave: resistencia, ensayo a compresión simple, esfuerzo, deformación, hornos.

ABSTRACT

Around 30.000 bricks are produced in the artisan ovens in Valencia de Jesús, Las Casitas and El Cielo, located outside Valledupar, Cesar, which are made in a traditional way; this motivated the study of the resistance of these, for identifying which part of the brick elaboration process in is necessary to work for these can be considered as quality bricks. This project was done with a descriptive focusing for determining the quality of the bricks elaborated in Valencia de Jesús, Las Casitas and El Cielo quarries, in these some samples were gathered and then they were submitted to simple compression tests, their resistance was obtained and compared with NSR98 resistance, which should be 10 MPa, also, the brick elaboration process in these quarries was analyzed for determining which part the weaknesses are in.

Key Words: Resistance, simple compression test, stress, deformation, ovens.

Introducción

El ladrillo es el más antiguo de los materiales de construcción empleado por el hombre, a través de la historia ha sido elaborado con diferentes componentes, entre estos se destaca el adobe. El adobe fue llevado al horno en el año 3000 a. C., en la ciudad de Ur, tercera ciudad más antigua del mundo (después de Eridú y Uruk, pertenecientes a la cultura sumeria), formándose lo que actualmente se denomina el *ladrillo de arcilla o cerámico*. A partir de aquel entonces se levantaron enormes construcciones de ladrillos asentados con betún o alquitrán, como la torre de Babel (“Etemenanki”, zigurat de 8 pisos) y en la época del rey Nabucodonosor 11 (Babilonia, 600 a. C.) se construyeron edificios de hasta 4 pisos (San Bartolome, 1994).

Las canteras de Valencia de Jesús, Las Casitas y El Cielo han sido la principal fuente de sustento de las familias de las familias de los corregimientos a los que pertenecen estas ladrilleras. En estas canteras los ladrillos se procesan a partir de las arcillas propias del subsuelo de esta región y de otros materiales que se someten a cocción mediante unos hornos, proceso que le transfiere al ladrillo cierta resistencia del muro estructural en el que estará. En Colombia, esta resistencia debe cumplir con la especificada en la NSR98.

A estos ladrillos no se les hace ningún control de calidad, debido a que esta actividad se lleva a cabo para brindar un

sustento a las personas que habitan los corregimientos ante la carencia de otra fuente de empleo, ya que la agricultura decayó, y es algo que se ha venido transmitiendo de generación en generación. Debido a la relevancia de esta actividad, es importante que el proceso de elaboración del ladrillo se lleve a cabo en las mejores condiciones posibles, teniendo en cuenta proporciones exactas de los componentes utilizados para la materia prima en dicho proceso.

Tal como lo plantea Saroza, Rodríguez, Menéndez y Barroso (2008), la relación arcilla-arena del suelo es de gran importancia para el adobe debido a que, si no hay suficiente arcilla en la mezcla, no se conseguirá la cohesión necesaria de todas las partículas para soportar las acciones a las que estará sometido y se desmorona. Por el contrario, si no hay suficiente arena, el ladrillo se fisura por retracción de la arcilla durante el proceso de secado.

En los resultados obtenidos, se encontró que el proceso de elaboración del ladrillo utilizado en estas canteras es en su totalidad artesanal, es decir, que se basan en los conocimientos empíricos, además se comprobó que la resistencia de los ladrillos ante el esfuerzo producido por el ensayo a la compresión simple no superan los 5 Mpa. De acuerdo con lo planteado por la NTC 4205 (Norma Técnica Colombiana, 2011), se debe considerar el defecto principal el no cumplimiento de la resistencia. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se concluyó que en estas canteras no tienen en cuenta nin-

gún fundamento teórico para el proceso de la elaboración del ladrillo que ayude en la obtención de un producto óptimo; esto contribuyó al hecho de que los ladrillos no cumplieran con los parámetros de resistencia establecidos en la NSR98 (Norma Sismoresistente Colombiana, 1998).

Materiales y métodos

Toma de muestras

Para la realización de este proyecto nos dirigimos a cada una de las canteras mencionadas anteriormente para recolectar las muestras y además detectar cómo es el proceso de elaboración con el fin de que esta información nos permita identificar en qué se debe mejorar para la obtención de un producto de mejor calidad.

Nos apoyamos en los parámetros de elaboración propuestos por Gonzáles (2008) para elaborar un formato de captura, en donde se incluyeron los elementos más importantes en dicho proceso. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cada una de las visitas a estas canteras.

Cantera de Valencia de Jesús

El proceso de elaboración de los ladrillos en esta cantera es completamente artesanal, la materia prima utilizada en dicha elaboración es la arcilla, arena y el cisco (cascarilla de arroz). La materia prima es extraída del subsuelo del terreno donde está ubicada la ladrillera, la cual se selecciona mediante observación de forma

manual, donde el criterio de selección radica en la menor cantidad de arena que contenga la arcilla, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Extracción de arcilla.



Para el acopio, la materia prima se transporta en carretilla, eventualmente se utiliza retroexcavadora, debido a que no se cuentan con los recursos para que el uso de la retroexcavadora sea permanente, una vez transportado el material se acopia en el lote, donde queda expuesto a la intemperie, cuando humedece la materia prima, se hace más modelable.

Figura 2. Acopio.



Figura 3. Cisco.



Los materiales que constituyen la mezcla son arcilla, arena, cisco y agua, donde la proporción de cada uno de estos materiales depende de la ubicación de la arcilla extraída, debido a que en el terreno encontramos un suelo que por inspección visual se determinó que era limoso, de limo arcilloso a limo arenoso, y por otro lado un suelo con arcilla pura, en éste se requiere de más cisco para reemplazar a la arena que no está presente en ésta.

Figura 4. Mezcla.



La proporción de la mezcla utilizada es de 8 baldes (2 litros) de ésta para elaborar 1.000 ladrillos (bocadillos) más 4 baldes de agua.

Se mezclan los tres ingredientes al mismo tiempo en un molde de madera con dimensiones preestablecidas de 30 cm de largo, 15 cm de ancho, 9 cm de alto, el peso del ladrillo compuesto por arcilla y arena es 7.5 kg y compuesto por arcilla y cisco es 6.5 kg.

Se realiza la mezcla en 24 horas, se deja en el molde, se seca de 8 a 10 días en una muralla.

Figura 5. Secado en tendido.



Figura 6. Secado en muralla.



El horneado de los ladrillos se lleva a cabo en hornos móviles, el combustible utilizado para la cocción es la leña, en el horno se deja el ladrillo máximo 32 ho-

ras si es en invierno para un horno con capacidad de 10000 ladrillos, el horno se encamisa, es decir, se recubre, en donde después de 24 horas alcanza una temperatura de 3.700 °C.

Figura 7. Horno tipo pampa.



El proceso de enfriado se lleva a cabo en el mismo horno, en donde después del tercer día de estar sellado se descamisa. El tiempo de cocción es de 32 horas y el de enfriamiento es también de 32 horas.

La producción del ladrillo depende de la cantidad de trabajadores que haya en cada horno, si hay dos se producen 1000 ladrillos en el día.

En esta actividad están vinculadas en un total de 40 hornos alrededor de 360 personas, tanto directa como indirectamente. El ladrillo que se produce es para el consumo de la costa Caribe, principalmente para el departamento del Cesar y para las ciudades de Sincelejo, Cartagena, San Ángel, entre otros.

El precio estipulado para el ladrillo a nivel de cooperativa oscila entre 280 y 300 pesos por unidad.

Determinación de la resistencia última a la compresión uniaxial del ladrillo

Tabla 1. Resultados de los ensayos de los ladrillos de Valencia de Jesús.

Valencia de Jesús			
Ladrillos	Fuerza (N)	Área (mm ²)	Resistencia (Mpa)
1	27500	27000	1,02
2	43000	45000	0,96
3	25600	27000	0,95
4	120000	45000	2,67
5	27000	27000	1
6	41200	27000	1,53
7	18900	27000	0,7
8	20900	27000	0,77
9	12600	45000	0,28
10	18700	45000	0,42
11	118600	45000	2,64
12	34500	45000	0,77
13	151200	45000	3,36
14	12800	45000	0,28
15	12200	45000	0,27

Figura 8. Esquema de los resultados de los ensayos de los ladrillos en Valencia de Jesús

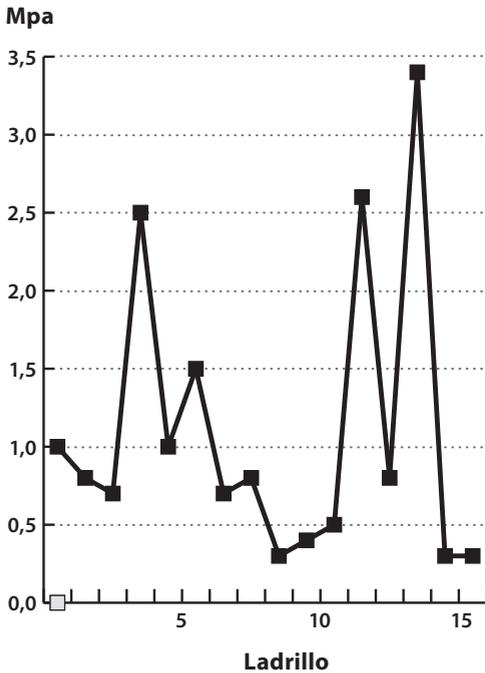


Figura 9. Esquema de los resultados de los ensayos de los ladrillos en Las Casitas.

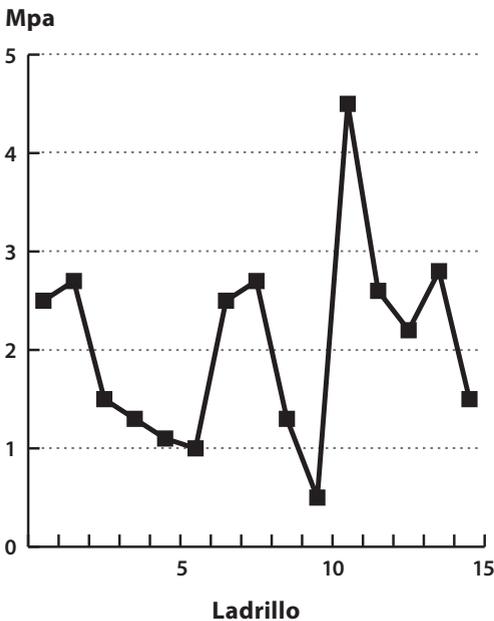
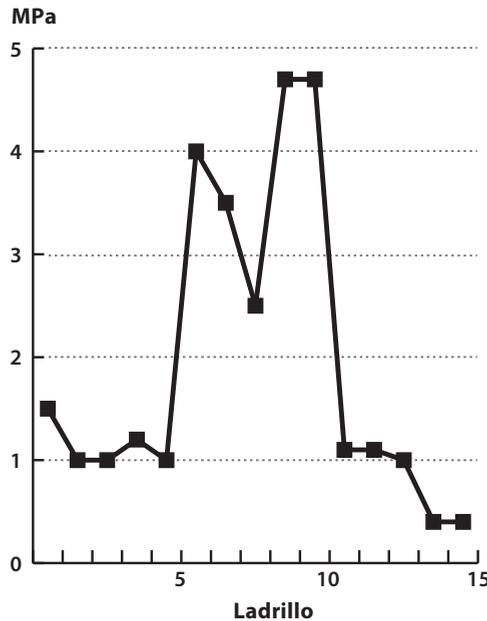


Tabla 2. Resultados de los ensayos de los ladrillos de Las Casitas.

Las Casitas				
Ladrillos	Ubicación	Fuerza (N)	Área (mm ²)	Resistencia (Mpa)
1	Sierra	11000	45000	2,4
2	Daga	123000	45000	2,7
3	Terrón	56470	45000	1,45
4	Sierra	35950	27000	1,33
5	Daga	29000	27000	1,07
6	Terrón	28000	27000	1,04
7	Sierra	111000	45000	2,5
8	Daga	124000	45000	2,8
9	Daga	60000	45000	1,3
10	Sierra	12000	27000	0,4
11	Daga	120000	27000	4,4
12	Terrón	70000	27000	2,6
13	Sierra	100000	45000	2,2
14	Daga	122000	45000	2,7
15	Terrón	70000	45000	1,6

Figura 10. Esquema de los resultados de los ensayos de los ladrillos de El Cielo.



Análisis de la información

La figura 8 nos muestra que la resistencia de los ladrillos ensayados en la cantera Valencia de Jesús no superan los 3.5 MPa, lo cual es muy bajo con respecto a lo planteado por la NSR98, que es de 10 MPa para ladrillos de mampostería no estructural y 15 MPa para ladrillos de mampostería estructural.

Los valores obtenidos de los ladrillos ensayados en la cantera Las Casitas nos muestran que la resistencia de estos ladrillos no supera los 4.5 MPa, sin importar la ubicación en el horno de cada uno de los ladrillos, lo cual tampoco da una garantía de calidad.

En la última figura, perteneciente a la cantera El Cielo, la resistencia de las muestras no supera los 5 MPa, si bien es cierto que es ligeramente mayor que las otras dos canteras antes mencionadas, tampoco posee los requisitos mínimos de calidad que plantea la NSR98

Conclusiones

Con la culminación de este proyecto, se estableció que la resistencia de los ladrillos no corresponde con la que plantea la NSR98, puesto que la resistencia de los ladrillos en cada una de las canteras analizadas no supera los 5MPa, el cual es un valor muy inferior en comparación con el que plantea la norma, que es de

15 MPa para mampostería estructural y de 10 para mampostería estructural. De acuerdo con esto concluimos que la forma artesanal en la que se elaboran estos ladrillos no es la adecuada, por lo cual se hace necesario la implementación de tecnología de punta para fabricar productos competitivos como hornos de llama invertida que garantiza que la cocción del ladrillo sea uniforme, combustible como el carbón, maquinaria para el proceso de extracción, mezcla y moldeado de los componentes del ladrillo, que permita que las edificaciones de la región o de cualquier parte del país a donde estas muestras llegan estén bien soportadas ante cualquier evento de sismo o, al momento de adicionar una carga más a la edificación, se debe implementar un proceso de tecnificación que permita que cada una de las personas beneficiadas con esta actividad tengan una mejor calidad al exportar un producto de mejor calidad, para eso es necesario el apoyo de entidades gubernamentales o empresas que estén dispuestas a colaborar con el desarrollo de esta actividad.

Una de las principales causas de que los ladrillos elaborados en estas canteras no sean de buena calidad radica en el hecho de que no se maneja una proporción exacta de los componentes del ladrillo, además la homogenización no es muy eficiente pues no se cuenta con la tecnología necesaria para que esta fase en la elaboración del ladrillo sea adecuada, lo que provoca la aparición de fisura, debido a que si no se homogeniza la mezcla puede aparecer materia orgánica, que es

el principal causante de la baja resistencia de estos materiales. Por otra parte, no contar con hornos de buena calidad que garanticen que el proceso de cocción sea eficaz le resta resistencia al ladrillo.

Agradecimientos

Los autores desean expresar sus agradecimientos a la Fundación Universitaria del Área Andina, al ingeniero civil Javier Orozco, quien nos brindó el apoyo y los conocimientos necesarios para el desarrollo de este proyecto de investigación en su última etapa, al laboratorio de resistencia de materiales Altahona, al gerente administrativo y financiero Ernesto Altahona y al ingeniero Otoniel Avendaño por permitirnos realizar los ensayos a la compresión simple de los ladrillos en sus instalaciones y por asesorarnos en la parte técnica para el desarrollo de este proyecto, también a la ingeniera mecánica Lina Rodríguez por todo el apoyo brindado desde la coordinación de investigación de la Fundación Universitaria del Área Andina.

Referencias bibliográficas

- San Bartolomé, A.** (1994). *Construcciones de albañilería-comportamiento sísmico y diseño estructural* (1ª. ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Sarozza, B., Rodríguez, M. A., Menendez, J. M. y Barroso, I. J.** (2008). Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes del

Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. *Revista científica Informes de la construcción*, Vol. 60, 511, 41-47.

Norma Técnica Colombiana (NTC 4205).
Primera actualización, 2011.

Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR98.

González, F. (2008). *Proceso de fabricación del ladrillo*. Puebla: Universidad Politécnica de Puebla, Ingeniería electrónica y telecomunicaciones.

Beer, F. y Johnston, E. (1993). *Mecánica de materiales*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

Begliardo, H., Sánchez, M., Panigatti, M., Caseneve, S., y Fornero, G. *Ladrillos de suelo-cemento elaborados con suelos superficiales y barro de excavación para pilotes*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad regional Rafaela.

Gere, J. M. (1986). *Mecánica de materiales* (2ª ed.).

Hernández, R., Fernández, C. y Batista, P. (1997). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.

Rodríguez, M. y Saroza, B. (Junio de 2006). Identificación de la composición óptima del adobe como materia de construcción de una escuela en Cuba. *Materiales de construcción*, vol. 56, 282, 53-62.

Sánchez, T. y Ramírez, T. Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras. Programa de energía, ITDG, Perú.