

**STRUCTURAL ANALYSIS OF A PRESSING MACHINE FOR PRODUCTION
OF SOLID BRICK FOR SMALL CRAFT INDUSTRIES OF CERAMIC
MATERIALS IN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER, AND IN THE REGION**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UNA MÁQUINA PRENSADORA PARA
PRODUCCIÓN DE LADRILLO MACIZO PARA LAS PEQUEÑAS INDUSTRIAS
ARTESANALES DE MATERIALES CERÁMICOS EN OCAÑA NORTE DE
SANTANDER Y EN LA REGIÓN**

Ing. Ricardo Andrés García León, MSc. Eder Flórez Solano
MSc. María Angélica Acosta Pérez.

Universidad Francisco de Paula Santander - Sede Ocaña.
Facultad de Ingenierías, Grupo de Investigación Ingap.
Vía Acolsure, Sede el Algodonal - Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
Tel.: +(57) 5690088 Ext. 212.
E-mail: {ragarcial, enflorez, maacostap} @ufpso.edu.co

Abstract: Currently in the North of Santander, Colombia specifically in Ocaña, a large number of factories engaged in the production of solid bricks using traditional methods at every stage, which consists of seven steps starting with the extraction of the ceramic material until cooking, this is the reason the present work is to improve the process of developing them by implementing a smaller scale pressing machine, this machine that gives form and proper compaction, further optimize the molding system, has as main purpose to improve the physical and mechanical properties of the bricks made by hand. Thereby the design parameters of the pressing machine were analyzed using the fundamentals of Mechanical Design, taking into account the requirements of the bricks with respect to dimensions and structural properties. Therefore, this research is expected improve the lifestyle of workers helping to higher productivity and quality in the manufactured parts, also resulting in lower production cost.

Keywords: Bricks, Artisan, Ceramics, Production, Machine.

Resumen: Actualmente en la región Norte de Santander, específicamente en Ocaña, existe un gran número de fábricas dedicadas a la producción de ladrillos macizos de forma artesanal en todas las etapas, la cual consta de siete pasos iniciando con la extracción del material cerámico hasta la cocción, es por esto que con el presente trabajo se pretende mejorar el proceso de elaboración de los mismos mediante la implementación de una máquina prensadora a menor escala, esta máquina que da forma y la compactación adecuada, que además de optimizar el sistema de moldeo, tiene como finalidad principal mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos elaborados manualmente. De esta manera se analizaron los parámetros de diseño de la máquina prensadora haciendo uso de los fundamentos del Diseño Mecánico, teniendo en cuenta los requerimientos de los ladrillos en lo que concierne a dimensiones y sus propiedades estructurales. Por consiguiente, con esta investigación se espera; mejorar el estilo de vida de los trabajadores ayudando a una mayor productividad y calidad en las piezas fabricadas, asimismo generando un menor costo en la producción.

Palabras clave: Ladrillos, Artesanal, Cerámicos, Producción, Máquina.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las industrias procuran estar a la vanguardia tecnológica, con el objetivo de mejorar sus procesos de fabricación; logrando efectividad, calidad y disminución de costos en la realización de sus productos y mantenerse en el mercado. (Maldonado *et al.*, 2009).

Estas pequeñas fábricas de producción de ladrillos están ubicadas en los alrededores del municipio de Ocaña, las cuales presentan características deficientes y rudimentarias con relación a sus procesos productivos y a la tecnología utilizada. Es de esta manera que surge dar solución con el desarrollo del diseño de una máquina prensadora, la cual este brinde proporcionar la solución a las necesidades de estas microempresas.

Por esto que con la propuesta del diseño de una Máquina prensadora de ladrillos se presenta una alternativa para incrementar y mejorar la generación sostenible de los ladrillos en el sector económico productivo de los cerámicos, con la cual se suministre una nueva herramienta hacia la prosperidad y mejor calidad de vida de las personas que trabajan en las fábricas artesanales de la región.

En cuanto al mejoramiento del proceso y la calidad del producto se garantizara la disminución del número de piezas dañadas en esta parte del proceso, alcanzando así la eficiencia en los procesos productivos, la rentabilidad de la microempresa y cumpliendo con normas de salud y seguridad en el trabajo. (Reed, 1988).

Estos ladrillos generan muchos desperdicios comenzando por que es un proceso muy artesanal el cual no se realiza correctamente, además de que el prensado de la mezcla arcillosa es realizado de la manera más técnica, es por esto que con la implementación de esta máquina para el prensado de ladrillos todas las partículas del material quedaran compactas, debido a que se necesitara menos porcentaje de humedad, asegurando que al momento de la quema en el horno que no se produzcan grietas que aparecen por la no solidificación uniforme de la pieza moldeada.

De esta forma se establecen las necesidades actuales de estas microempresas y las mejoras relacionadas con la parte del proceso de moldeo o prensado, que es la etapa más importante en el proceso productivo de los ladrillos, lo que permitirá lograr el fortalecimiento de la ladrillera y su competitividad en este sector productivo.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

En forma general, las empresas ladrilleras artesanales constan de siete pasos o etapas para la producción de este producto, en las cuales se realizan distintos procesos para la elaboración del ladrillo de forma manual, como son: (Godoy, 2009).

- Extracción
- Preparación de la pasta
- Mezclado y Amasado
- Moldeo
- Prensado
- Secado
- Cocción

Por medio de los anteriores pasos, de las visitas realizadas a las ladrilleras y con ayuda de la literatura, se logró identificar que la etapa más importante en la fabricación de ladrillos es la del prensado, debido a que le da estructura, compactación y homogeneidad al ladrillo antes de pasar a la siguiente etapa del proceso.

Así mismo, se procedió a visitar a 21 microempresas para la toma de datos por medio de encuestas, con el objetivo de determinar las condiciones con las cuales estaban operando y las características con las cuales debía ser construida la Máquina para el prensado de ladrillos, estas microempresas están ubicadas en varios sectores aledaños al municipio de Ocaña, en donde se encontró que estas pequeñas empresas no utilizan ninguna maquinaria, no cuentan con el servicio de electricidad, el modo de transporte de la materia prima se hace por medio de carretillas y el proceso productivo es totalmente manual.

Como resultado de esta visita y de las condiciones actuales en las que estan estas productoras de ladrillo, se determino que para el desarrollo del diseño de la Máquina para el prensado, debia ser operada de forma manual pero que igualmente debe contar con unas condiciones de ergonomía que faciliten la ejecución del proceso de prensado, además de que este ladrillo conste de las características y propiedades necesarias para que continúe con la etapa productiva y sea un ladrillo elaborado en optimas condiciones y de calidad para la distribución a los clientes potenciales. (Muños, 2003).



Fig. 1. Adición de la mezcla al molde.



Fig. 2. Prensado de la mezcla.

En las figuras 1 y 2, se pudo evidenciar que ninguna de estas ladrilleras cuenta con un molde el cual posea unas dimensiones estandar para la producción de estos ladrillos, es por este motivo que se hace necesario tomar una medida promedio del molde, que se pudo realizar por medio de la toma de datos y así estandarizar el molde de los ladrillos.

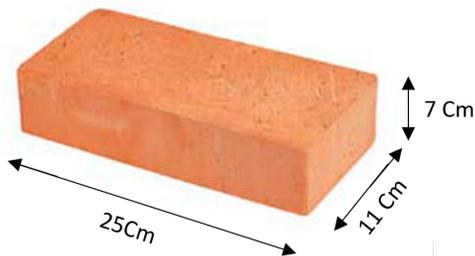


Fig. 3. Dimensiones promedio del ladrillo.

Para el caso del molde (Ver figura 4), este debe tener unas dimensiones mayores a los promedios del ladrillo (25.4Cm x 11.3Cm x 7.9Cm), debido al proceso de compactación al cual es sometido en la prensa reduce los valores hasta tener las dimensiones estándar de (25Cm x 11Cm x 7Cm) (Ver Fig. 3), además de las diferentes contracciones y dilataciones a las cuales están sometidos los ladrillos debido a sus diferentes procesos en la fabricación.



Fig. 4. Fabricación del molde.

Los ladrillos experimentan diferentes etapas de secado (Ver Figura 5), en donde en cada una de ellas eliminan porcentajes de humedad para que llegue lo más liviano y seco posible a la última etapa que es la de cocción, es importante que el ladrillo elimine gran parte de la humedad para que no se fracture al momento que este expuesto a los choques térmicos dentro del horno, este proceso se realiza con el fin de que ladrillo no salga defectuoso. Es importante resaltar que un ladrillo pierde aproximadamente el 47.3% de humedad que se le agrega en la etapa de mezclado. (Morton, 2006).



Fig. 5. Diferentes etapas de secado de los ladrillos.

Conjuntamente se procedió a determinar cuál debía ser la presión ejercida sobre la mezcla en el molde para poder empezar con la ejecución del diseño estructural de la máquina y la determinación de sus componentes, a su vez se fabricó un modelo del molde con las dimensiones promedio para poder determinar la presión con la cual deberían someterse estos ladrillos.

De la figura 6, en el ensayo se encontró que a la mezcla en el molde se le debía aplicar una presión de aproximadamente 1500 Kg-F, para que el ladrillo tenga homogeneidad y manejabilidad luego de pasar por la máquina de prensado; con un porcentaje promedio de humedad de la mezcla del 25%.



Fig. 6. Determinación de la presión ejercida sobre el molde.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los datos obtenidos anteriormente, se calculó y se diseñó el sistema mecánico de la prensa de ladrillos y de cada uno de sus componentes, por medio del Software SolidWorks (ver figura 7 y 8).

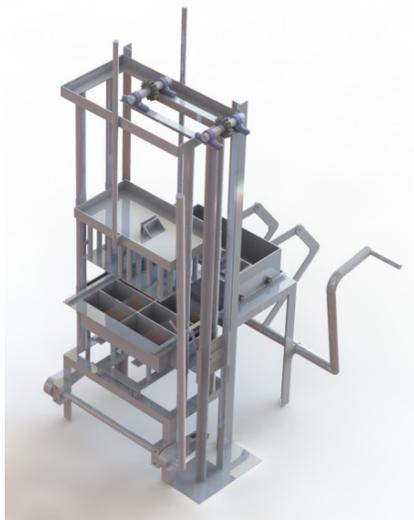


Fig. 7. Diseño de la prensa de ladrillos.

El diseño de la prensa está basado en un sistema mecánico y un peso el cual permite que a través de pequeños esfuerzos se opere la máquina garantizando la rapidez, efectividad y compactación adecuada en la fabricación de los ladrillos sin que el operario esté involucrado directamente como es el caso de los ladrillos que se fabrican de forma artesanal.

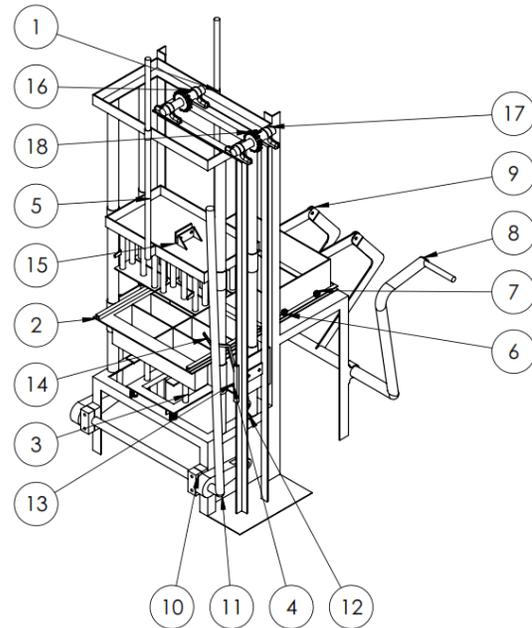


Fig. 8. Diseño Geométrico de la prensa de ladrillos.

En la figura 9, se detalla cada una de las partes de las cuales está compuesta la máquina para el prensado de ladrillos.

Fig. 9. Detalles de los elementos principales de la prensa de ladrillos.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Superior	1
2	Molde	1
3	Base Molde	1
4	Guías Laterales	4
5	Guías Superiores	1
6	Carro	1
7	Rodamientos	8
8	Mango	1
9	Barra	2
10	Mordaza	4
11	Eje Levas	1
12	Eje	2
13	Corredera	1
14	Gancho	1
15	Platina	2
16	Chumaceras	4
17	Eje	2
18	Engranajes	4

El molde de la máquina, está diseñado para producir 6 ladrillos cada 2 minutos aproximadamente, proceso en el cual ya la mezcla esta agregada en el carro (Dispensador de la mezcla al molde), el cual por medio de un movimiento de palanca esparce la mezcla por el molde sin tener que operarla manualmente, el proceso de prensado de un ladrillo artesanal dura aproximadamente de 5 a 6 minutos.

Por medio del software SolidWork, se realizó el análisis estructural estático de las partes de la Máquina prensadora (ver figuras 10, 11, 12, 13, 14 y 15), las cuales son las que están sometidas a máximos esfuerzos. (Moreno, Flórez y Peña, 2012).

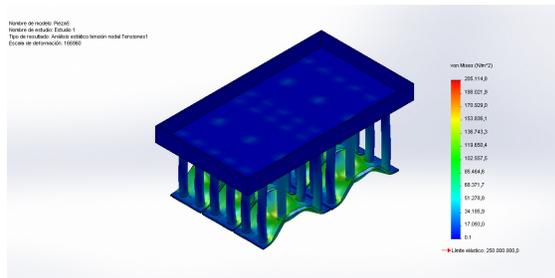


Fig. 10. Análisis Numérico de la tensión de Von Mises para el prensador.

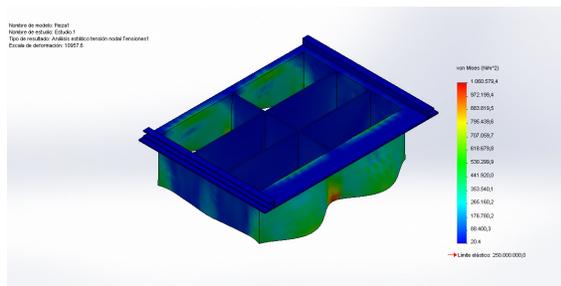


Fig. 11. Análisis Numérico de la tensión de Von Mises para el molde.

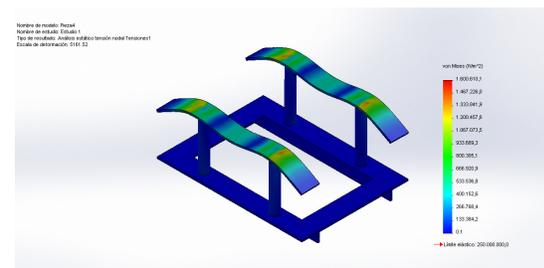


Fig. 12. Análisis Numérico de la tensión de Von Mises para el soporte del molde.

Para este análisis de la tensión de Von Mises que es el indicador de una magnitud física proporcional a la energía de distorsión, también conocida como teoría de la energía de cortadura máxima. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles. El software solidWorks tiene como criterio principal de falla la tensión de von mises. (Gómez, 2010)

Los valores anteriores son el resultado de un estudio estático, la teoría expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la

tensión de von Mises es igual al límite elástico, como se evidencia no va existir falla pues la tensión y el límite elástico no alcanzan a igualarse. Como criterio de diseño óptimo la pieza no debe superar el límite elástico del material de construcción que en este caso Acero AISI 1020 que es 205 Mpa.

Para el análisis de la deformación unitaria es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

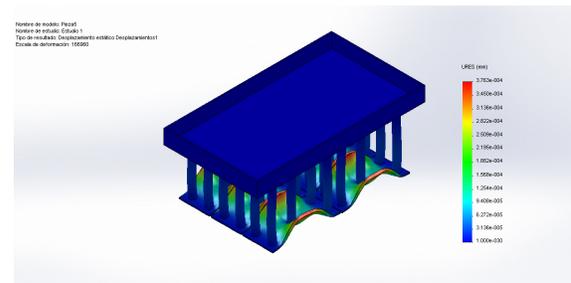


Fig. 13. Análisis Numérico de la Deformación Unitaria Estática para el prensador.

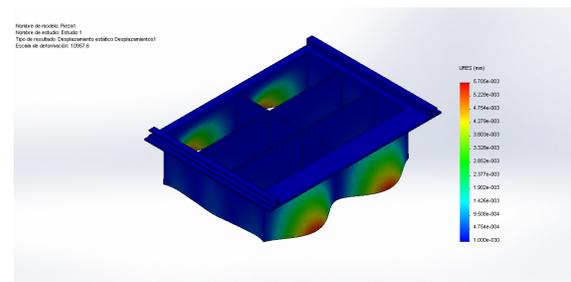


Fig. 14. Análisis Numérico de la Deformación Unitaria Estática para el molde.

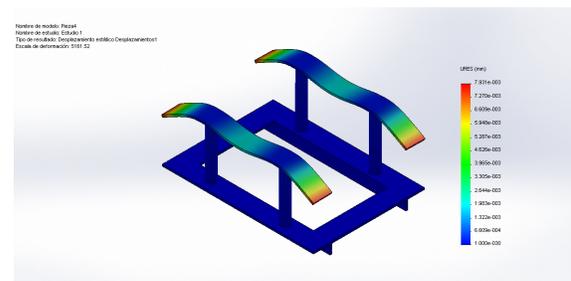


Fig. 15. Análisis Numérico de la Deformación Unitaria Estática para el soporte del molde.

En este caso son deformaciones mínimas (despreciables), como se demostró en la comprobación de esfuerzos teniendo en cuenta la fuerza total las deformaciones que se presentaron en la pieza serían despreciables. (Santos, 2009) (Mott, 2006).

Estos estudios nos indican que el material escogido y al esfuerzo al cual estarán sometidos cuentas con las condiciones necesarias en lo que tiene que ver con la seguridad y operabilidad de la máquina.

4. CONCLUSIONES

Para la problemática establecida en este proyecto se ha planteado brindar una solución acorde a la necesidad de optimizar un proceso y entregar un producto de calidad, de esta manera satisfacer las necesidades de los clientes logrando consigo que las pequeñas empresas que hagan uso de esta máquina y alcancen el punto de oferta – demanda necesarios para que sea sostenible en el tiempo. (Santos, 2009).

Con la implementación de esta máquina compactadora de ladrillos, mediante los ensayos preliminares que se realizaron se pudo determinar que esta máquina reducirá los tiempos de todo el proceso de fabricación del ladrillo desde el mezclado de la materia prima hasta la cocción, conjuntamente se disminuirá el costo de la mano de obra y se minimizarán los riesgos ocupacionales. (Seisdedos, 2009).

Por otra parte esta máquina se desarrolló de tal manera que no sea de gran impacto y de bajo costo, para que sea accesible a estos productores ya que este ladrillo se desarrolla de manera artesanal, por este motivo se propuso un prototipo de una máquina que funciona sin medios eléctricos, debido a que en la totalidad de estas fábricas artesanales no están abastecidas con el servicio eléctrico, conjuntamente es de fácil operación y mantenimiento, se llegó a esta propuesta para que estas personas y el proceso productivo vaya poco a poco mejorando y no pase de un momento a otro de un proceso artesanal a uno totalmente automatizado. (Galindez, 2007).

Finalmente, con esta máquina para el presado a la mezcla arcillosa se le debe agregar menos porcentaje de agua y de esta manera se reducirán los tiempos de secado, garantizando mayor productividad, facilidad y efectividad en el proceso de elaboración de los ladrillos artesanales.

REFERENCIAS

- Maldonado., L. C. Tarantino A. R. Sandra Aranguren., S. Peñaloza S., S. (2009). "Ingeniería De Automatización Para El Proceso De Humectación De La Arcilla En Las Industrias Del Norte De Santander – Colombia". Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, Vol.1, No. 13.
- Reed., J. S. (1988). "Introduction to the Principles of Ceramic Processing", New York, E.U.
- Godoy., P. C. (2009). "Diseño Y Construcción De Una Máquina Automática Para La Fabricación De Prefabricados De Hormigón", Ecuador.
- Muños., A. (2003). "El revestimiento de la cerámica y la incidencia de la puesta en obra en su rendimiento futuro". II convención técnica, España.
- Morton., J. (2006). *Procesos de fabricación con polímeros*. LIMUSA S.A. México.
- Moreno., C. G. Flórez., E. Peña., C. C. (2012). *Aplicación Social De La Asignatura Diseño Mecánico En La Carrera De Ingeniería Mecánica*. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, Vol.2, No. 20.
- Gómez., G. S. (2010). *Solidworks Simulation*. ALFAOMEGA. México.
- Budynas, R. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, 8va edición, McGraw-Hill.
- Mott, R. (2006). *Diseño de Elementos de Maquinas*, Cuarta Edición, Prentice Hall.
- Santos., J. D. (2009). "Estudio De Mejoramiento Del Proceso De Fabricación De Tejas Y Ladrillos Con Las Arcillas De La Vereda Guayabal Del Municipio De Barichara (Santander)". Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Seisdedos, J. (2009). Unidad de producción de bloques de tierra comprimida - BTC. Valladolid, España.
http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digit al/libro2010/2010_9788469345542_p289-294_seisdedos.pdf. (Consultado: 23 de Abril 2013)
- Galindez, F. (2007). *Bloques De Tierra Comprimida (Btc) Sin Adición De Cemento*. Salta, Argentina.
http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1063357. (Consultado: 11 de Mayo 2013)