

MAMPUESTOS BASADOS EN RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE ALGODÓN

FERREYRA, Joao; MUÑOZ, H. Javier; PICCIONI, Julieta

*Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) -
Facultad Regional Santa Fe - Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610
(S3004EWB) Santa Fe, Argentina.*

joao_1690@hotmail.com

Palabras claves: Residuo del desmote de algodón, aglomerados, bloques, mampostería.

RESUMEN

Las últimas cosechas de algodón en Argentina registraron producciones de aproximadamente 1.000.000 t de algodón en bruto, que generan alrededor de 300.000 t (aprox. 1.195.000 m³) de residuos lignocelulósicos ("cascarilla de algodón"), sin destino previsto cuya disposición final es responsabilidad de las desmotadoras.

El desarrollo de bloques para mampostería, a partir de la elaboración de compuestos de cascarilla de algodón y aglomerantes cálcicos, se plantea como una alternativa de disposición final. Se presentan experiencias de aglomeración del residuo para producir bloques, con presiones de conformación y porcentajes de aglomerante variables, analizándose propiedades físicas y mecánicas del material desarrollado. De esta forma se pudo observar la influencia de la presión de conformación sobre las propiedades obtenidas.

Los resultados muestran la posibilidad de obtener bloques livianos, con una importante capacidad de aislamiento térmico y que pueden ser aplicados mediante técnicas tradicionales de construcción de viviendas.

INTRODUCCIÓN

La producción de algodón se destaca entre las actividades productivas del norte y noroeste argentinos. El empleo de procesos de cosecha mecánica en reemplazo de la cosecha manual se ha incrementado significativamente en la última década debido a que incrementa la rentabilidad de los cultivos. No obstante, esta metodología produce un importante incremento en la proporción de residuos presentes en el algodón en bruto que actualmente pueden alcanzar un 30 a 40 % (aproximadamente 300.000 toneladas anuales). Estos residuos no tienen un destino final previsto y ocasionan serios inconvenientes para las desmotadoras. En muchos casos se opta por calcinar esta cascarilla y, dado que muchas desmotadoras se encuentran en el radio urbano, originan serios problemas de polución, malestares y posibilidad de afecciones respiratorias [1,2]. Por otra parte, el empleo de cerramientos exteriores de viviendas (muros y techos) deficientes en cuanto a su aislación térmica, redundan en falta de confort y consumo excesivo de energía, y en épocas invernales puede conducir a condensación superficial e intersticial, generando humedecimiento de la envolvente y propiciando el crecimiento de hongos y el desarrollo de afecciones crónicas (alérgicas y respiratorias). En muchos casos, se emplean muros de mampostería de ladrillos comunes con espesores insuficientes para brindar un adecuado nivel de aislamiento térmico. En este sentido, la posibilidad de desarrollar elementos constructivos mediante la aglomeración con cemento de estos residuos orgánicos, permitiría actuar sobre los problemas medioambientales derivados de las actividades de desmote del algodón, responder con nuevas tecnologías (caracterizadas por su reducido costo, mínimo empleo de energía y rápida implementación) al déficit habitacional de la región y generar oportunidades laborales sin necesidad de calificación específica. Los

aglomerados elaborados a base de materiales lignocelulósicos y cemento se emplean en estructuras y aislamientos térmico de viviendas en Europa y Estados Unidos desde hace más de 100 años [3], y su aplicación ha comenzado a extenderse en países tropicales. Asimismo, han comenzado a desarrollarse numerosas experiencias de reciclado de residuos, especialmente aquellos provenientes de las actividades agropecuarias [4-5]. Para la construcción de mampostería, en Argentina existen normativas que fijan los límites mínimos de resistencia exigible para bloques de hormigón y ladrillos cerámicos [6-7]. Dado que los aglomerados de “cascarilla” son materiales no convencionales, no existen requisitos específicos, motivo por el cual resulta necesario para analizar el comportamiento de los bloques elaborados a partir de este material, emplear la normativa disponible [6-7]. En este trabajo se analizan las propiedades físicas, el comportamiento mecánico y la capacidad de aislamiento térmico de los bloques obtenidos.

METODOLOGÍA

Los materiales utilizados fueron “cascarilla” (CA) y cemento portland normal (C), con categoría resistente CP40 disponible. Adicionalmente, se empleó para el moldeo de los aglomerados, cloruro de calcio de calidad industrial como aditivo acelerante de los procesos de hidratación (CaCl_2). La CA se utilizó en tres condiciones: en su estado natural (no tratada - U), tratada por 72 hs por inmersión en una solución de 6.6 % de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en agua y con una relación solución/CA igual a 40 (tratada T) y tratada por 72 hs por inmersión en una solución de 6.6 % de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en agua y con una relación solución/CA igual a 20 (tratada X).

En trabajos previos [8] se definieron diseños de experimentos en los cuales las variables de análisis eran la razón cemento/ agua (C/W) y la presión de moldeo. En estos estudios se mostró que era posible obtener aglomerados de cascarilla y que la variable de mayor influencia sobre las propiedades físicas y mecánicas era la presión de moldeo. En base a estos resultados y con el objetivo de verificar si resultaba posible alcanzar la resistencia mínima requerida para bloques para mampostería no portante de 2.5 MPa [6], se definieron las dosificaciones y condiciones de estudio indicadas en la Tabla 1. Las propiedades evaluadas fueron la densidad para la estabilización de la masa (IRAM 9705 [9]), la resistencia a compresión y el coeficiente de conductividad térmica determinado mediante el método de Less y Chorlton [10]. Dado que se trata de materiales no convencionales que son más deformables que los bloques de hormigón o ladrillos cerámicos tradicionales, se adoptó para la determinación de la resistencia a compresión el valor de carga correspondiente a una deformación del 10 % de la altura original del bloque. Considerando los resultados obtenidos de conductividad térmica se efectuaron los cálculos de la transmitancia térmica de muros de acuerdo a las especificaciones de la norma IRAM 11601 [11].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el estudio se muestran en la Tabla 1. Se puede observar que la densidad se reduce desde el desmolde hasta que se alcanza la estabilización de la masa aproximadamente 20 % (18 a 22 %) para los bloques producidos con CA no tratada, 17 % (10 a 20 %) para los bloques elaborados con CA tratada T y alrededor de 16 % (13 a 18 %) para los bloques producidos con CA tratada X. La densidad correspondiente a la estabilización de la masa varió entre 726 a 923 kg/m^3 , resultando menor que la correspondiente a ladrillos cerámicos comunes (1400 a 1600 kg/m^3).

Para los niveles de presión alcanzados en el estudio, el incremento en el contenido de cemento provoca un aumento en la densidad y la resistencia a compresión de los bloques. Se puede observar que el incremento en la densidad muestra un comportamiento similar, independientemente del estado de la cascarilla a diferencia de

la resistencia a compresión que se incrementa cuando la cascarilla se encuentra tratada (T o X). En las figuras 1 y 2 se puede observar que a medida que se incrementa la presión de moldeo, tanto la densidad como la resistencia a compresión crecen. La densidad no muestra diferencias significativas entre aglomerados elaborados con cascarilla tratada (T o X) o en su estado natural. Independientemente de la presión de moldeo, la Resistencia a compresión resulta superior cuando se emplea cascarilla tratada (T o X) y se incrementa a medida que la presión de moldeo resulta mayor. Para presiones de moldeo de 0.40 MPa, es posible alcanzar la resistencia requerida en bloques para mampostería no portante de 2.5 MPa [6].

Además, para un mismo contenido de cemento, la variación en la resistencia a compresión debida a la mineralización de la cascarilla puede atribuirse a un mejor comportamiento de la interfase pasta-residuo causada por una minimización del efecto inhibitorio de la hidratación que producen algunos compuestos presentes en los materiales lignocelulósicos [12].

Los ensayos de conductividad térmica mostraron valores variables entre 0.108 y 0.138 W/m²K, lo que se considera un bajo nivel de conductividad e indica la posibilidad de aplicar este material como aislante térmico. Basados en estos resultados se realizaron cálculos de la transmitancia térmica de muros construidos con bloques de cascarilla y con ladrillos cerámicos comunes con revoques cementicios de 0.02 m en ambas caras (Tabla 2) [11]. Los valores calculados se compararon con los requisitos establecidos para diferentes zonas bioambientales del país y niveles de confort (A – Recomendado, B – Medio, C – Mínimo) [13].

Tabla 1. Dosificaciones, condiciones de estudio.

Dosificación	Tipo de CA	Razón W/CA (g/g)	Razón C/W (g/g)	Razón CaCl ₂ /C (g/g)	Presión de moldeo (MPa)	Contenido de cemento (kg/m ³)	Densidad en desmolde (kg/m ³)	Densidad estabilizada (kg/m ³)	Resistencia a compresión (MPa)	Conductividad Térmica (W/m ² K)
I	U	1.3	1.30	0.01	0.15	363	902	726	1.03	0.133
	T	1.3	1.30	0.01	0.15	412	935	734	1.41	0.123
	X	1.3	1.30	0.01	0.15	379	909	749	1.17	0.137
L	U	1.3	1.30	0.01	0.24	400	924	801	1.01	----
	T	1.3	1.30	0.01	0.24	432	1011	826	2.02	----
	X	1.3	1.30	0.01	0.24	422	975	818	1.94	----
M	U	1.3	1.30	0.01	0.32	444	1034	827	1.31	----
	T	1.3	1.30	0.01	0.32	475	1099	886	2.44	----
	X	1.3	1.30	0.01	0.32	431	1055	890	2.20	----
N	U	1.3	1.30	0.01	0.40	468	1036	852	1.55	0.132
	T	1.3	1.30	0.01	0.40	491	996	897	2.65	0.138
	X	1.3	1.30	0.01	0.40	466	1060	923	2.56	0.108

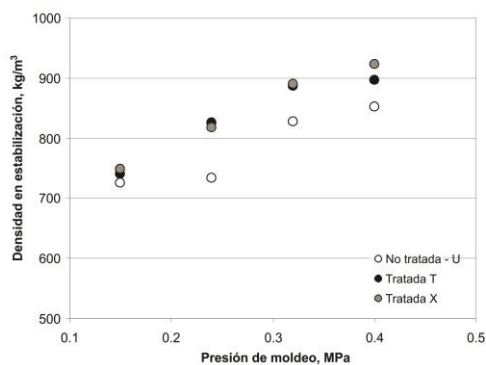


Figura 1. Densidad en función de la presión de moldeo.

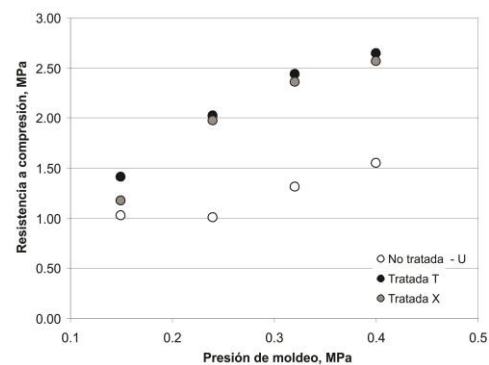


Figura 2. Resistencia a compresión en función de la presión de moldeo.

Tabla 2. Transmitancia térmica calculada ($W/m^2 K$).

Estructura	Transmit. calculada ($W/m^2 K$)	Cumple nivel C?		Cumple nivel B?	
		Invierno	Verano	Verano	Invierno
Ladrillo cerámico (esp. 0.13 m)	2.71	NO (*)	NO (**)	NO (+)	NO (++)
Ladrillo cerámico (esp. 0.26 m)	1.85	SI (*)	NO (**)	NO (+)	NO (++)
Bloque de cascarilla (esp. 0.13 m)	0.88	SI (*)	SI (**)	SI (+)	SI (++)
Bloque de cascarilla (esp. 0.26 m)	0.48	SI (*)	SI (**)	SI (+)	SI (++)

(*) Límite 1.85 ($W/m^2 K$) (**) Límite 1.80 ($W/m^2 K$) (+) Límite 1.00 ($W/m^2 K$) (++) Límite 1.10 ($W/m^2 K$)

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que:

- Es posible producir bloques para mampostería a partir de la aglomeración de residuos de desmote del algodón con cemento portland, utilizando tecnologías sencillas, con propiedades físicas y tecnológicas adecuadas. Estos bloques alcanzan los niveles de resistencia a compresión requeridos para mampostería no portante.
- La mampostería construida con bloques de cascarilla aglomerada con cemento portland, mejora la capacidad de aislamiento térmico de los cerramientos verticales sin necesidad de espesores excesivos o aplicación de materiales costosos. Las soluciones propuestas son de baja complejidad, reducido costo y por lo tanto elegibles para viviendas económicas. La aplicación de estos bloques permite reducir la transmitancia térmica entre un 67 y 74 % respecto de la mampostería de ladrillos cerámicos comunes de igual espesor.

REFERENCIAS

- [1]. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA (2005). Emisiones de dioxinas y furanos por quema incontrolada de biomasa. Consultado Abril 2011, de <http://www.chem.unep.ch/POPs/pdf/cpf/Informe%20Biomasa.pdf>
- [2]. Sin humo en la planta algodонера. Diario El Liberal. Publicado 25 de junio de 2009.
- [3]. VAN ELTEN, G. J. (2006). Production of wood wool cement board and wood strand cement board (Eltoboard) on one plant and applications of the products. *10th Int. Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference* (págs. 1-11). San Pablo – Brasil: Universidad de San Pablo.
- [4]. MENDEZ, L.I.; SOTELO, R.M. (2006). Reciclo del Marlo de Maíz. Tableros de Partículas. *Encuentro Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP) PROCQMA* (en CD). Mendoza: UTN – FRLP.
- [5]. DESIRELLO, C.; CERINI, S.; CHARADÍA, R.; SCALFI, R.; LIBERMAN, C.; STEFANI, P. M. (2004). Efecto de las condiciones de procesamiento sobre las propiedades mecánicas de aglomerados de cáscara de arroz. *Congreso SAM/CONAMET* (en CD). La Serena – Chile: SAM.
- [6]. IRAM 11561-2: 1997 Concrete non-bearing blocks. Requirements.
- [7]. IRAM 12566-1: 2005 Ceramic clay bricks and blocks for walls and partitions construction. Part 1: Solid.
- [8]. PICCIONI, J.; MUÑOZ, H.; SANCHEZ, A.; GORDO, J.; GONZÁLEZ, A.; CARRASCO, M. (2013). Composites based on cotton gin waste and cement for housing construction. *Non Conventional Construction Materials And Technologies (14° IC-NOCMAT 2013)*. Joao Pessoa – Brasil: Associação Brasileira de Ciências de Materiais e Tecnologias Não Convencionais (ABMTENC).
- [9]. IRAM 9705: 2001 Wood based panels. Determination of density.
- [10]. MIRETTI, R.; CITRONI, J.; DE PAULA, H. (1985). *Diseño y puesta a punto de un equipo para determinar la conductibilidad térmica de un material por el método de Lees y Chorlton*. Santa Fe: CIT.
- [11]. IRAM 11601: 2002 Thermal insulation of building - Calculation method. Thermal properties of construction components and elements in steady-state.
- [12]. PESCHARD, A.; GOVIN, A.; GROSSEAU, P.; GUILHOT, B.; GUYONNET, R. (2004). Effect of polysaccharides on the hydration of cement paste at early ages, *Cement Concrete Comp.* 34, 2153-2158.
- [13]. IRAM 11605: 1996 Thermal insulation of buildings. Comfort conditions in buildings. Maximum values of thermal transmittance for opaque enclosures.