

Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik)

Domínguez Lepe, J. A.¹, Guemez Pacheco, D.²

Fecha de recepción: 5 de octubre de 2010 – Fecha de aprobación: 11 de enero de 2011

RESUMEN

Este trabajo, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Chetumal, en Quintana Roo, México, contribuye a los esfuerzos por mejorar la gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos, y qué hacer con ellos. Tomando como base los antecedentes de otras ciudades y países donde se implementan estrategias para el reciclaje de envases multicapa, de los cuales el más conocido es el denominado “tetra brik” de la empresa Tetra Pak, se logró replicar la tecnología necesaria para la fabricación de un panel con características que lo hacen aplicable a la construcción como una alternativa al panel de yeso con el que se construyen muros y plafones falsos. Otra potencial aplicación es en la industria mueblera pues presenta características físicas y de mecanizado muy similares a otros materiales conglomerados existentes. Aquí se muestran los procesos de colecta de la materia prima, de fabricación del panel y los resultados de las pruebas de laboratorio que se le han realizado. Las experiencias y resultados obtenidos denotan sus potenciales impactos positivos en los ámbitos económico, social y ecológico.

Palabras Clave: envases multicapa, paneles, reciclaje, residuos sólidos urbanos.

Manufacture and evaluation of panels from multilayer container's recycling (tetra brik) for construction industry applications

ABSTRACT

This work, developed at the Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, Mexico, contributes to the efforts to improve the integrated management of solid domestic waste and what to do with them. Based on the background of another cities and countries that implement strategies for the recycling of multilayer containers known as “tetra brik” by the Tetra Pak company, it achieved to replicate the technology for the manufacture of a panel with features that make it applicable in the construction industry as an alternative to the drywall being used for false walls and ceilings. Another potential application is in the furniture industry as it presents physical and machining characteristics similar to other existing similar materials. Here are the processes of raw materials collection, panel manufacturing, and the laboratory test results that have been made. The experiences and results denote potential positive impacts on economic, social and ecological ambits.

Key words: multilayer containers, panels, recycling, solid domestic waste.

¹ Profesor Titular “C” del Instituto Tecnológico de Chetumal, jadlepe@hotmail.com

² Egresada de la Carrera de Arquitectura del I.T. de Chetumal.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Chetumal, Quintana Roo, como la gran mayoría de las ciudades latinoamericanas, no escapa a la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), sus impactos negativos se producen en los aspectos económicos, ecológicos, de imagen urbana e incluso de salud pública (Tchobanoglous *et al.* 1996). En otras partes del mundo, con la finalidad de reducir la problemática de los RSU, los gobiernos locales y empresarios han fomentando el uso de envases post consumo de la empresa Tetra Pak en forma de paneles. Por ejemplo, en Alemania este tipo de panel es conocido como TECTAN, un aglomerado que emplea tetra brik como materia prima, y en China se desarrolló un material muy similar con el nombre de CHIPTEC. Estos materiales son usados para la fabricación de muebles y en la construcción de casas. Incluso el CHIPTEC es reconocido por la Agencia China de Protección Ambiental desde 1997 como “una de las tecnologías recomendables, a escala nacional, para la protección del medio ambiente” (Chung 2003). Sin embargo, en México aún no se aprovechan de manera efectiva estos residuos. Los envases de Tetra Pak están constituidos en un 75% por cartón, 20% de polietileno de baja densidad y 5% de aluminio, y existe suficiente volumen de materia prima y por lo tanto potencial de producción, sobre todo en las ciudades medianas y grandes de nuestro país. En el 2000 se produjeron en el mundo más de 89,000 millones de cartones para bebidas de la empresa Tetra Pak. Según esta misma empresa, cada día se distribuyen en el mundo 140 millones de litros de bebidas envasadas de esta manera (UAM 2009). En el 2005, se distribuyeron en el mundo un total de 64,361 millones de litros de productos en envases de Tetra Pak. Desde el 2003, se estima que en México, todos los años se distribuyen 150 millones de raciones de leche envasadas en tetra brik aseptico a los niños y que consumimos casi 3 millones de envases de Tetra Pak al día (Leander 2003). Ante este panorama, el trabajo tuvo como finalidad conocer y adaptar las tecnologías existentes en materia de reciclado de envases multicapa, hasta lograr una delineación de la tecnología propia y procesos necesarios para desarrollar estos materiales reciclados en nuestra región.

Aunque los resultados de esta investigación son aun parciales, se espera que en el futuro después de hacer una evaluación económica y financiera; y un *Análisis de Ciclo de Vida* en el que se puedan cuantificar mejor sus bondades, los resultados sean de utilidad para las autoridades municipales y a empresarios o nuevos emprendedores en busca de oportunidades. Los resultados positivos obtenidos hasta la fecha, indican que se debe continuar con los trabajos

encaminados a conocer las características de este material. Aunque este informe no tiene el alcance de la industrialización del panel propuesto, otras experiencias similares, como las señaladas en esta introducción, muestran que la aplicación integral del proyecto tendrá beneficios económicos y sociales al generar empleos directos e indirectos y alargar la vida útil de los rellenos sanitarios con impactos ecológicos positivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Por razones de conservar el valor tecnológico del trabajo desarrollado, solamente se da una síntesis de la metodología adoptada. Al panel resultante le denominamos aquí “Pentapanel”, para facilidad en el manejo del nombre.

Colecta de materia prima

En esta fase se procedió a coleccionar la materia prima ya definida; la colecta se hizo a través de puntos de acopio predeterminados. Se coleccionaron un total de 1,500 envases aunque de diferentes formas y tamaños, fabricados con los mismos materiales, para hacer un total de 35 kg. De los seis tipos de envases que fabrica Tetra Pak, cuatro son los que se recolectaron. En orden descendente en cuanto a cantidad recolectada en peso fueron clasificados de la siguiente manera: tetra brik 85%, tetra wedge 12%, tetra recart 2% y tetra classic 1 %.

Lavado y almacenaje de materia prima

A través del lavado a mano con agua corriente, y posterior secado al sol durante 24 horas, se logró dejar los envases limpios, secos y compactos, preparados para su reciclaje. El almacenaje fue sin condiciones especiales.

Triturado

Con la materia prima limpia y seca, se procedió a su triturado, a través de un molino eléctrico, hasta alcanzar un tamaño de partícula de 1 a 3 mm. Para lograr una eficiente trituración, fue necesario agregar agua al molino. Una vez seca la materia prima, para homogeneizar los tamaños de las partículas, se hizo pasar por la malla No. 8 (Clasificación ASTM para suelos y agregados).

Pesaje de materia prima

Con una balanza con una precisión de +- 1 g se realizó el pesaje de la materia prima necesaria para la elaboración de cada panel (100 paneles prototipo de 20 x 20 x 1 cm con una densidad de 0.75 g/cm³).

Enmoldar y calentar

Se colocó la materia prima triturada en un molde

metálico diseñado por los autores y se calentó en un horno eléctrico hasta alcanzar una temperatura de 160 grados centígrados.

Comprimir

La compresión fue aplicada al molde a través de una máquina de compresión axial inmediatamente después de sacarlo del horno, hasta alcanzar un esfuerzo de compresión de 25 kg/cm^2

Enfriar y desmoldar

Posteriormente a la aplicación de la carga se procedió al enfriamiento, el cual se llevó a cabo a temperatura ambiente durante 5 minutos. A continuación se procedió al desmolde del elemento cuidando no dañar las aristas, para obtener el panel modular.

Pruebas de laboratorio.

El panel fue sometido a pruebas físico mecánicas básicas de acuerdo a la norma *NMX-C-013-1978 "Paneles de Yeso para muros divisorios, plafones y protección contra incendio"*: absorción, hinchazón, resistencia a la flexión, mecanizado (facilidad de corte, clavado, perforación), siempre tomando como referencia un panel de yeso, para comparación y referencia. Como complemento a las pruebas y observaciones cualitativas, se construyeron muros y plafones a escala 1:3, en las que se probaron el corte, clavado y perforado. Para un mejor punto de referencia, se utilizaron los mismos perfiles metálicos que se utilizan en los muros y plafones de yeso.

Aplicación del acabado. Se probó la aplicación de un acabado final a base de pintura o pasta para obtener el producto final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fabricación del panel

Después de múltiples ensayos en base a prueba y error, tomando como referencia materiales

aglomerados utilizados en la fabricación de muebles y los paneles tradicionales de yeso utilizados en la industria de la construcción, y teniendo como limitante el equipo disponible diseñado por los autores, se lograron fabricar los prototipos. Éstos fueron de $20 \times 20 \times 1 \text{ cm}$ empleando 300 g de materia prima triturada, para una densidad de 0.75 g/cm^3 .

Aplicaciones

Finalmente se pudo observar que los materiales para acabados como el tirol, pintura y otros acabados comerciales se adhieren sin dificultad al pentapanel. Diversos acabados, se pueden observar en la figura 1. En la figura 2, se muestra su aplicación en un falso plafón y en un muro con acabado en una escala 1:3.

Resultados de las pruebas de laboratorio

En la tabla 1 se resumen los resultados de las pruebas físico-mecánicas aplicadas al panel.

Varios de los resultados, de acuerdo a la norma, son de percepción cualitativa como la estabilidad dimensional y el mecanizado que resultaron "buenos". En particular la perforación del panel de yeso produce polvo mientras que el pentapanel no y el clavado es más firme en el pentapanel. En cuanto a la hinchazón por absorción de agua, en ambos casos resultó 1%, pero la absorción de agua fue mayor en el panel de yeso ($<4\%$) que en el pentapanel ($<1\%$) además de que al secarse el papel de recubrimiento del pentapanel continúa adherido al panel, la porosidad del material comprimido y la uniformidad del color de éste es constante. En síntesis, el material no se vio afectado, siguió comprimido, rígido y sin desgaste. En comparación, el panel de yeso se reblandeció y en la manipulación perdió estabilidad y soltó grumos pequeños de yeso; adicionalmente, el cartón de recubrimiento del yeso fue la pieza de mayor absorción de agua y al secarse, quedaron marcas de humedad en el cartón.

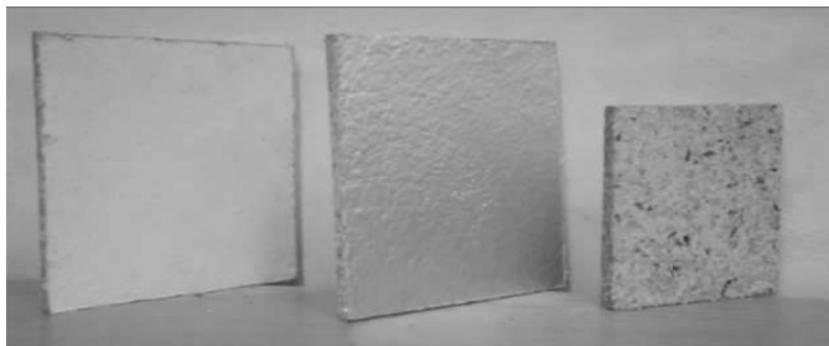


Figura 1. Pentapanel con diversos acabados



Figura 2. Aplicación del pentapanel en muro y plafón escala 1:3

Tabla1. Resultado de las pruebas físico mecánicas.

CARACTERISTICA COMPARATIVA	RESULTADO EN PANEL	
	PENTAPANEL	DE YESO
Falla a flexión	Dúctil	Fragil
Absorción de agua	< 1.0%	< 4.0% Húmedo presenta desgaste al manipularlo
Hinchazon por absorción de agua	1 %	1 %
Estabilidad dimensional frente a cambios de humedad (longitud)	Buena	Buena
Resistencia química (detergente, lija, HCL)	Buena	Buena
Resistencia al impacto	Buena	X
Mecanizado: cortar, clavar	Buena	Se desmorona si no se tiene precaución
Resiliencia. (Percepción cualitativa)	Buena	X

Además, durante las pruebas de flexión se pudo observar que el panel de yeso tradicional tiene falla frágil y tiene menor resistencia al impacto, mientras que el pentapanel era capaz de deformarse hasta en un ángulo de 20 grados y regresar a su forma original sin mayor deterioro, lo que le brinda una falla dúctil y mayor flexibilidad.

Las aportaciones de esta propuesta son:

- a. Desarrollo y adecuación de la Tecnología para nuestro país, pues no se especifica ésta en la bibliografía consultada.
- b. Se plantean paneles recuperables, lo que los hace reusables y en todo caso reciclables.

- c. Usos diferentes a los planteados en otros países.

Ventajas:

- a. Potencial reducción de impactos ecológicos, económicos y de imagen urbana.
- b. Creación de materiales alternativos para la construcción.
- c. Creación de fuentes de empleo
- d. Mayor vida útil de rellenos sanitarios.

CONCLUSIÓN

Se obtuvo un material alternativo potencialmente aplicable a la construcción, a partir de envases de Tetra Pak, un Residuo Sólido Urbano abundante. El

panel logrado a la fecha es de 20 x 20 x 1 cm debido a las limitaciones del equipo disponible, sin embargo se pudieron realizar aplicaciones a escala 1:3 en sustitución de paneles de yeso. Durante la fabricación de las aplicaciones se observaron las características cualitativas y cuantitativas del material como son resistencia al impacto, mecanizado y flexión. Esta última cualidad llamó especialmente la atención, pues el material presenta una falla dúctil, contraria a lo que sucede con el panel de yeso que tiene una falla frágil. Estas cualidades facilitarán la aceptación de este material por la comunidad constructora y las autoridades. Sin embargo, debido a que el proyecto se halla en fase de implementación, se recomienda ampliamente completar este estudio con su análisis económico-financiero y plan de negocios, que dependen del contexto en el que se quiera hacer

realidad el proyecto. También se recomienda desarrollar otros ensayos complementarios a los ya desarrollados como son resistencia al fuego y de toxicidad. Por otro lado, se recomienda la fabricación de paneles de 1.22 x 2.44 m y 13 mm de espesor, para estandarizar sus dimensiones con las de otros materiales existentes.

En caso de lograr la industrialización de estos envases post consumo será necesario apoyarse en los sistemas de recolección municipales. En el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, donde se llevó a cabo el estudio, como en otras ciudades del país; el sistema de recolección ya obliga a la población a realizar una primera separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos, lo que facilita una separación más detallada y los procesos de reciclaje.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece y reconoce el apoyo financiero de para el desarrollo de este proyecto a los fondos Sectoriales CONACYT-CONAFOVI y al Instituto Tecnológico de Chetumal, por todo su apoyo Institucional.

REFERENCIAS

Chung P. (2003). *Industrial Data*. Notas Científicas, 6 (2), 83-85.

Leander L. (2003). *A Vision Becomes Reality*. Tetra Pak Company Magazine, 118 (2), 27-32.

Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. (1996). *Gestión integral de residuos sólidos*, 3ª edición. Mc Graw-Hill, Madrid, España.

UAM (2009). *Campaña de Conciencia Ambiental*. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco. www.concienciaambiental.com.mx. Consultado el 15 de mayo del 2009.

Este documento debe citarse como:

Domínguez Lepe, J. A., Guemez Pacheco, D. (2010). **Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik)**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 14-3, pp 191-196, ISSN: 1665-529-X.

