

## ● DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO A PARTIR DE ENVASES RECICLADOS

\* Jorge Inche M.  
\* Alfonso Chung P.  
\* Javier Del Carpio G.  
\* Julio Yenque D.  
\* Luis Ráez G.  
\* Daniel Mavila H.

### RESUMEN

El estudio trata sobre los desechos de envases llamados Tetra Pak y el desarrollo de un prototipo comercial en forma de tablas. Se muestra un análisis comparativo de especificaciones técnicas en relación con las tablas de madera, de dimensiones 30x30x1 cm.

**Palabras Claves:** Envases reciclados. Reciclaje. Desechos sólidos.

### ABSTRACT

This work deals with Tetra-Pak cartons waste, and with the development of a board-shaped commercial prototype. A comparative analysis of technical specifications related to such 30x30x1 cm. size wooden-board is shown.

**Key Words:** Recycled cartons. Recycling. Solid waste.

### INTRODUCCIÓN

Los desechos de Tetra Pak, relacionados a los envases de cartón para alimentos líquidos y pastas (leche, néctar, yogurt, etc) es una alternativa para sustituir la madera en la forma de tablas llamadas "TECTAN" en la fabricación de muebles, mesas, sillas etc..

El uso del TECTAN está difundido en Europa, en especial en Alemania esto gracias al impulso dado por la propia empresa TETRA PAK, asimismo, en China en donde se le conoce como CHIPTEC, cuenta con 3 fábricas y La Agencia China de Protección Ambiental desde 1997 reconoce al CHIPTEC como "una de las tecnologías recomendables, a escala nacional, para la protección del medio ambiente", otro caso es el de Chile donde hubo un programa denominado "Un Techo para Chile" el cual impulsó la construcción de aldeas con este material esto gracias al CONAMA de Chile y al Hogar de Cristo.

En el Perú aún no se dispone de aplicaciones del tectan, y los principales centros de acopio de residuos sólidos no la comercializan como sucede con los residuos de papel y plásticos.

### CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El uso de la marca Tetra Pak está íntimamente relacionada con el producto "estrella" de esta empresa, en realidad Tetra Pak es el nombre de la empresa no tanto de los envases ya que cada uno tiene un nombre característico según su forma. Sin embargo todo el mundo identifica estos envases con el nombre de la empresa.

La planta para Sudamérica se encuentran ubicadas en Colombia y Perú y sólo venden el producto Tetra Pak (del tipo Tetra Brick) . Este envase tiene una lámina gruesa de aluminio, cartón y polietileno.

Según datos de proyecciones de la Supervisión Municipal de Servicios de Limpieza (SUMSEL), en el año 2000, Lima Metropolitana genera 1 390 242 toneladas, de estas cantidades sólo el 51,58% se dispone en los rellenos sanitarios, y del resto no se conoce el destino final. Tal como se muestra en el Cuadro 1.

En cuanto a la composición de los residuos sólidos, se tiene información para el año 2000 de la Dirección General de Salud (DIGESA), donde no figura el componente tetrapak (Ver Figura 1.)

\* Instituto de Investigación  
Facultad de Ingeniería Industrial, UNMSM  
E-mail: iifi@unmsm.edu.pe

>>> **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO**

**Cuadro 1.** Generación estimada de residuos en Lima metropolitana (2000)

Distrito	Generación per cápita (Kg/habitante/año)	Generación (Tm/año)
Surco	0,840	75 137
43 distritos de Lima Metropolitana	0,567	1 390 242

Fuente: Proyecciones de la Dupervisión Municipal de Servicios de Limpieza (SUMSEL). Instituto Cuanto, 2001.

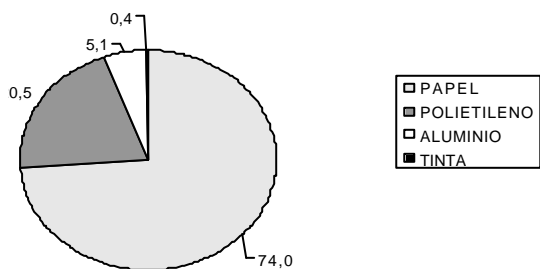
Con la intención de cuantificar el contenido de envases tetra pak dentro de la basura urbana, se hizo un muestreo preliminar en 5 puntos del Distrito de Santiago de Surco, obteniéndose 6,88% de tetra pak. Asimismo, los envases de tetra pak en su composición contiene mayor cantidad de polietileno y papel (Figura 2).

**PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO**

El proceso de fabricación del prototipo Tectán se describe a continuación:

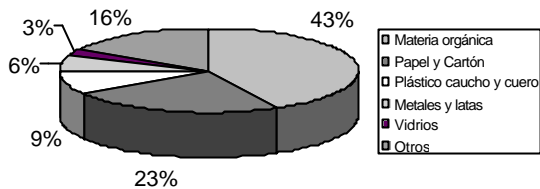
**Recolección y Separación**

La recolección debería llevarse a cabo a través de un sistema similar al empleado para la recuperación de desechos de papel o de vidrio, es decir, a través de recuperadores callejeros o de las plantas de segregación de residuos tal como la presenta la Municipalidad de Surco de Lima.



**Figura 2.** Composición del tetrapak en porcentaje

Fuente: Empresa Tetra Pak, 2002



**Figura 1.** Composición de residuos en Lima Metropolitana

Fuente: Ministerio de Salud - DIGESA, 2000

**Separación Final y Limpieza**

Se realiza en forma manual, escogiendo envases flexibles de tetra pak vacíos, su objetivo es, por una parte, clasificar el material en forma definitiva y, por otra, eliminar las impurezas gruesas del material, tal como residuos de alimentos.

**Molienda**

La molienda se lleva a cabo por trabajo mecánico, aplicando fuerzas de tensión, compresión y corte. Esta operación permite reducir a pequeños fragmentos cercanos a 3 mm.

**Lavado y Secado**

El lavado permite desprender las sustancias orgánicas adheridas al envase y el proceso de secado tiene por objeto reducir el contenido de agua. Se puede realizar en una máquina secadora.

**Prensado**

El material triturado se extiende en una capa de espesor deseado (1cm.). Después se somete a compresión mediante una prensa y a 170°C. El calor funde el contenido de polietileno (PE) que une la fibra densamente comprimida y los fragmentos de aluminio en una matriz elástica.

En el proceso de prensado se necesita una prensa de doble pistón (uno neumático y el otro hidráulico). La prensa debe tener un control de temperatura. Y una presión entre 180 a 200 toneladas.

**Enfriado**

La matriz resultante se enfría después rápidamente, formando un duro aglomerado con una superficie brillante e impermeable. El

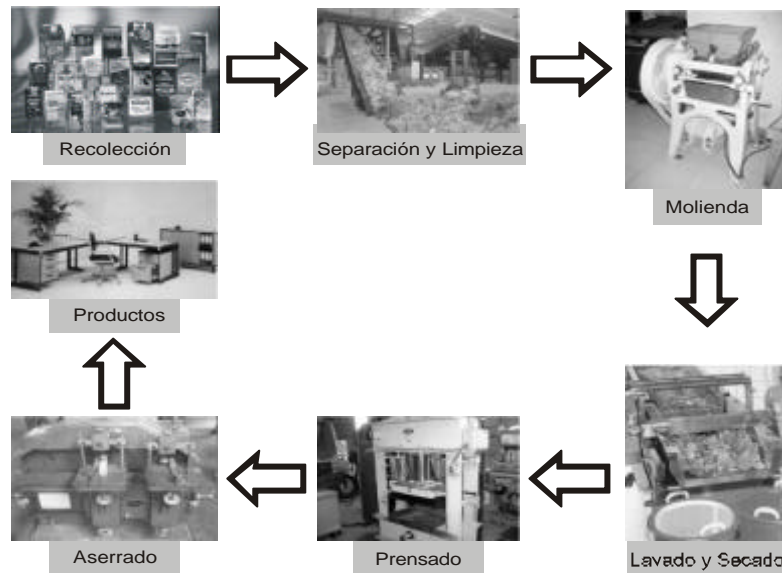


Figura 3. Proceso de fabricación del Tectán

polietileno es un agente de unión muy eficaz, de manera que no es necesario añadir cola o productos químicos como el formaldehído de urea que se usa para mantener unidos los aglomerados y tablas convencionales de madera.

El proceso completo de fabricación del Tectán se ilustra en la Figura 3.



Figura 4. Planchas de Tectán

## ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

El producto final consiste de planchas de dimensiones 30x30x1cm., mostradas en la Figura 4.

Los artículos que se pueden fabricar con estas planchas son variados y van desde separadores de ambientes, muebles, carpetas, etc.

Los atributos del producto, incluyen:

- Permite una construcción sólida y duradera.
- Larga vida del producto.
- Reciclable 100 %.
- No incorpora productos tóxicos ni peligrosos.
- Puede ser aserrado, mecanizado, clavado y encolado.
- No se astilla ni se agrieta.
- No conduce la electricidad; aislamiento térmico y acústico.
- Insensible a la putrefacción, insectos y hongos.

Las características técnicas del producto se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características técnicas del Tectán

Densidad	800-900 Kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Rotura (N/mm <sup>2</sup> )	14,95
Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )	1 050
Absorción de agua a 24 horas	< 1.0 %
Hinchazón de agua a 24 horas	< 0,8 %
Comportamiento frente a ambiente marino	Sin deterioro
Estabilidad dimensional frente a cambios de humedad (longitud)	< 0,5 %
Resistencia química (detergente, lejía, HCL)	Muy buena
Estabilidad longitudinal frente a cambios de temperatura, 24 horas a 70 °C	0,05 %
Comportamiento frente al ataque biológico	Sin deterioro
Resistencia al arranque de tornillos	< 1,625 N
Resistencia al impacto	Muy buena
Mecanizado: cortar, clavar, ...	Muy bueno

Fuente: Ensayos Físicos realizados en la Facultad de Ingeniería Industrial. UNMSM  
Pruebas técnicas realizadas según NTC 2261

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRODUCTOS

Para el análisis de costos se ha considerado como referencia una placa de 30x30x1cm. y un periodo de elaboración de 2 min. Esto se aprecia en el Cuadro 3.

Cómo se puede apreciar, el costo es de 1,66 soles.; si se tomara una utilidad del 100%, el precio sería 3,30 soles, comparando con las tablas Caoba y Cedro ( caoba 7 soles y cedro 4 soles), indudablemente. que, el Tectán es más barato que ambos tipos de maderas seleccionadas.

**Cuadro 3.** Costos de una plancha de Tectán

NOMBRE	COSTO/HORA	TOTAL (S/.)
Materia prima		0,08
Costo de energía	26,40	0,88
Depreciación	5,98	0,20
Alquiler		0,02
Personal	10	0,33
Subtotal		1,51
Gastos Administrativo 10%		0,15
Total		1,66

## CONCLUSIONES

El valor agregado de los residuos urbanos, en especial de los envases, es una oportunidad de negocios para generar beneficios económicos, a pesar de que el mercado en general desconoce las propiedades y ventajas de este material.

El producto "Planchas de Tectan", constituye un primer paso para desarrollar una amplia gama de productos que en la actualidad se fabrican en madera y que se pueden hacer en este material generando un impacto ambiental positivo, en una forma económica y socialmente rentable.

La principal ventaja que tiene el tectan respecto a la madera es su costo. Su acabado superficial podría ser mejorado mediante revestimientos con polímeros resistentes a la abrasión, que permitiría utilizarlos en pisos.

El tectan como producto en la fabricación de muebles debe considerar sus propiedades mecánicas, tales como resistencia al arranque de tornillos, facilidad de corte y pulido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Comana. (2002).** Reciclaje Másivo - Acción Comunitaria. En: <http://www.conama.cl/rm/568/article-2272.html>
2. **Comana. (2002).** Reciclaje Másivo - Recolección. En: <http://www.conama.cl/rm/568/article-1342.html>
3. **Ciudad Viva. (2002).** Campaña. En: <http://www.ciudadviva.cl/basura/tpak.html>
4. **Henry, J.G. y Heinke, G. W. (1999).** Ingeniería Ambiental. Prentice Hall Hispanoamérica S.A. 2a. Ed. México.
5. **Hunt, D. y Johnson, C. (1996).** Sistemas de Gestión Medio ambiental. McGraw-Hill/Interamericana de España. S.A.U. Madrid, España.
6. **Instituto Cuánto. (2001).** El Medio Ambiente en el Perú. Edit. DESA S.A., Lima-Perú.
7. **Koel, J. (2002).** Foundations for Sustainability. En: [http://www.rco.on.ca/intro/upcoming/23\\_2002/J\\_Koel.doc](http://www.rco.on.ca/intro/upcoming/23_2002/J_Koel.doc)
8. **Umweltbundesamt. (2003).** Facts and figures. En: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten-e/index.htm>
9. **Sustentable. (2003).** No Bote la Casa, Recicle la Caja. En: <http://www.sustentable.cl>
10. **Tetra Pak. (2003).** Información de la empresa Tetra Pak. En: <http://www.tetrapak.com.pe>