

Recibido de la Escuela de Diseño (Prof. Carmen Peñailillo U.) a las 08 MAY 2000

¡ ojo! Incluye Anexo Catálogo de Muestras
(33 Sobres)

DISEÑO/T
A 7796
1999.
C

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

" CREACIÓN DE LÁMINAS TEXTILES A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN
DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO, PROVENIENTES DE EMBALAJES DE
ARTÍCULOS ELECTRÓNICOS "

MFN 4486

18 ABR 2001
MARC 3644

KAREM ARROYO G. RAFAEL MOLINA S.

PROFESOR GUÍA: CARMEN PEÑAILILLO VELEZ



04627

VALPARAÍSO, 13 DE DICIEMBRE DE 1999

nota 3°

INDICE

I. PRÓLOGO.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
III. ABSTRACT.....	3
IV. ANTECEDENTES GENERALES	
1. Plástico (definiciones).....	4
2. Desarrollo histórico de los materiales plásticos	
2.1 Plásticos naturales.....	5
2.2 Desarrollo de los termoplásticos sintéticos.....	6
2.3 Desarrollo a partir de 1939.....	7
2.4 Materias primas y consumo de plásticos.....	9
3. Naturaleza Química de los Materiales plásticos.....	10
4. Plásticos a base de estireno	
4.1 Introducción.....	11
4.2 Propiedades y estructura del poliestireno.....	14
4.3 Poliestireno expandido	
4.3.1 Antecedentes generales.....	16

4.3.2 Aplicaciones.....	18
4.3.3 Realidad actual del poliestireno expandido en Chile	19
4.3.4 Resto del mundo.....	20

V. RECICLAJE, RECICLADO Y REUTILIZACIÓN

1. Conceptos generales.....	22
2. Reciclaje de plástico	
2.1 Aspectos Técnicos.....	23
2.2 Reciclaje de plásticos. Situación actual.....	25
3. Técnicas y métodos de aprovechamiento.....	26

VI. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN.....

VII. EVALUACIÓN.....

VIII. CONCLUSIONES.....

IX. BIBLIOGRAFÍA.....

X. APÉNDICE.....

PROLOGO

El principal objetivo del Seminario fue,configurar una nueva lámina textil a partir de la reutilización del poliestireno expandido ,proveniente de desechos de embalaje de televisores.

Durante el período lectivo, se llevaron a cabo tres fases de investigación :

- El primero ;de propuesta teórica entre Marzo y Agosto .
- El segundo ; de recopilación de material y experimentación propiamente tal , entre Septiembre y Octubre .

- El tercero y final ; de evaluación de la experimentación y de formalización del informe,entre Noviembre y comienzos de Diciembre .

Como base central se utilizó la ciudad de Valparaíso y, específicamente la Escuela de Diseño de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Valparaíso.

INTRODUCCIÓN

En Chile , no existen tecnologías, capaces de reciclar el poliestireno expandido para transformarlo en un nuevo material.

Ingresar o circunscribir un material tan específico a una realidad como la chilena, necesita de un factor determinante - la simplicidad -. Por lo tanto ,el campo de acción se reduce drásticamente. La opción más clara , es recurrir a procesos físicos (que no requieren aditamentos específicos, que encarecen costos) para conformar láminas textiles, lo cual por el material dentro de un contexto definido (industria textil, diseño costos, reciclaje , etc.).

El poliestireno expandido, por ser una espuma, no posee una considerable densidad, y dada su atractiva y

particular presentación, hace necesario, de un medio específico al cual recurrir como medio de configuración elemental: - el corte - , la definición de ésta también ha quedado limitada por lo práctico de la investigación. La sencillez de ésta obligó también al proceso de evaluación, a ceñirse a procedimientos con respuesta a calidad.

Sencillez de producción, factor común de la experimentación.

ABSTRACT

Investigación basada en la reutilización del poliestireno expandido, configurado como lámina textil.

Procedimientos de conformado, respondiendo a la realidad nacional, y a la del diseño.

ANTECEDENTES GENERALES

1 Plástico :

a. El plástico es un material de uso comercial basado en polímeros. El nombre de plástico está referido a su facilidad para ser procesado y moldeado.

b. Pertenece o relativo a la plástica.// Dúctil, blando, fácil de moldear.// Fig. Dícese del estilo o descripción que por su consición, exactitud y fuerza expresiva da mucho realce a las ideas.

Mat. Plást. *Materias plásticas*, materiales sintéticos, basados en las aplicaciones de las macromoléculas, y que pueden ser transformados, generalmente en caliente y a presión, por procedimientos de moldeo y colada en moldes, prensado, inyección, extrusión, etc.: *Casi todas las materias plásticas son a base de resinas artificiales.*

Usualmente los plásticos se dividen en dos grupos :

Procesos físicos – materiales sólidos por simple enfriamiento de un polímero derretido

Termofraguados o termoendurecidos –que se endurecen a través de una reacción de enlace químico entre las moléculas del polímero, cuando se calientan no se ablandan sino que se descomponen químicamente.

Los plásticos rara vez contaminan en las fases de fabricación y manufactura. Tampoco durante su uso. Si fuese necesario alguna vez dejar de usar algún tipo de plástico, otro lo reemplazaría. La característica del plástico de no lixiviarse ni degradarse, puede ser un problema en la reducción de volumen en el tratamiento de desechos sólidos, pero un beneficio en cuanto a que no emite ningún otro elemento contaminante.

2 Desarrollo histórico de los materiales plásticos

2.1 Plásticos naturales

Durante el transcurso de la historia ,el hombre utilizó diversos materiales para construir su mundo objetual. Así, las primeras etapas de la historia reciben los nombres de Edad de Piedra, Edad de Hierro y Edad de Bronce . Para los períodos posteriores no se pueden emplear sistemas tan simples de clasificación ya que el hombre ha aprendido a usar muchos y nuevos materiales.

Durante la última mitad del siglo pasado ,y el actual,dos nuevos tipos de materiales estrechamente relacionados se introdujeron en la vida del hombre .Estos nuevos materiales hicieron posible,no sólo reemplazar a los antiguos en sus determinados usos, sino que además ,hicieron posible el logro de nuevos productos, los cuales ayudaron, a extender considerablemente el espectro de

actividades del quehacer humano. Sin éstos dos grupos de materiales, cauchos y plásticos,es difícil concebir el desarrollo de la infinidad de utensilios y aparatos ,tales como el automóvil, el teléfono, la televisión ,etc., de uso corriente en la vida actual.

Mientras el uso establecido del caucho natural data de comienzos de éste siglo , el período de mayor crecimiento de la industria de plásticos ocurre a partir de 1930. Esto no quiere decir que algunos materiales clasificados actualmente como plásticos no fueran conocidos antes de 1930 ,ya que el uso de los plásticos naturales se remonta a la misma antigüedad ,

2.2 Desarrollo de los Termoplásticos Sintéticos

La década del 30 vio el desarrollo industrial de los termoplásticos de mayor venta en la actualidad : poliestireno, policloruro de vinilo, las poliolefinas y el polimetacrilato de metilo.

Hacia 1930 , I.G.Farben (Alemania) producía ya poliestireno ; al mismo tiempo la Dow Chemical Company realizaba con éxito el último desarrollo de éste material.

El interés comercial del policloruro de vinilo comenzó también por ése tiempo. El ruso I. Ostromesmilensky había patentado la polimerización del cloruro de vinilo y sustancias afines en 1912.Hoy el policloruro de vinilo, junto con el polietileno son los materiales plásticos de mayor producción.

En 1931, en los laboratorios de la Alkali Division de Imperial Chemical Industries, y bajo el efecto de un nuevo aparato capaz de crear hasta 3.000 atmósferas de presión, se descubrió entre muchos experimentos en el que se usaba etileno, se conseguía un polímero de etileno.

Durante éste período los laboratorios ICI investigaban sobre lo que más tarde sería un gran aporte a la familia de los plásticos, un producto bajo el nombre de perspex (polimetacrílico de metilo) que fué de gran utilidad en la fabricación de carlingas de aviones y en menor grado en la fabricación de dentaduras.

2.3 Desarrollo a partir de 1939

La segunda guerra mundial trajo consigo una mayor demanda de plásticos, en gran parte para sustituir a otros materiales, tales como el caucho natural y la gutapercha que no se producían en grandes cantidades. Estados Unidos invierte grandes recursos en conseguir lo que sería llamado luego caucho sintético.

Aparece el Nylon, propiedad de la compañía Du Pont, que en un inicio fue tratado a nivel de fibras. En 1941 también se empezó a usar como material de moldeo. Luego, en 1943 lanzarían lo que hoy conocemos como Teflón.

La primera década después de la guerra abrió nuevas aplicaciones a éstos materiales. Polímeros, tales como el polietileno y el poliestireno, que originalmente, debido a su

relativo alto precio, se empleaban en aplicaciones especiales, se produjeron a gran escala y a precios bajos, comenzando a competir y a sustituir a materiales convencionales de usos establecidos tales como: madera, metales, vidrio, y cuero.

El uso desmedido y descontrolado de los plásticos por parte de la industria, se vio perjudicado, dándole fama de materiales de segunda categoría, título que duró años. Con el tiempo se vio que era injusto culpar a los materiales plásticos del mal uso de los mismos. Lentamente se comprendieron las ventajas y limitaciones de cada plástico de la misma forma que a lo largo de los años se apreciaron las facetas buenas y malas de los materiales tradicionales.

En el período de 1945 al 1955 se mejoró la calidad de los materiales existentes, incrementándose el número de tipos

y grados de cada uno de los polímeros comerciales, no apareciendo al mercado apenas nuevos materiales.

En la segunda mitad de la década del 59 tienen lugar nuevas e importantes aportaciones a la familia de los plásticos, se comercializan los polietilenos de alta densidad, siguiéndoles al poco tiempo, el descubrimiento y rápida explotación del polipropileno. Otros materiales aparecidos en ese período fueron las resinas acetálicas y los policarbonatos. Desarrollos posteriores, en poliestirenos de alto impacto condujeron a los polímeros ABS.

En la actualidad el espectro de materiales plásticos está formado por algo menos de una decena de polímeros de gran producción y consumo, cada uno de ellos en una amplia variedad de grados o tipos, por un gran número de materiales adicionales con propiedades específicas,

y cada uno de ellos con campos de aplicación bien establecidos.

2.4 Materias primas y consumo de plásticos

Como resultado del enorme crecimiento de la producción y consumo de los materiales plásticos durante los últimos años, la industria de plásticos se ha convertido en una de las mayores consumidoras de materias primas del rubro de la industria. Si bien hace unas décadas atrás la fuente principal de intermedios de la industria de plásticos eran los vegetales, productos animales, y alquitran de hulla. La industria de los plásticos en la actualidad se basa fundamentalmente en la petroquímica.

El desarrollo de la industria petroquímica es, sin duda, el factor que más ha contribuido a la expansión de la industria de plásticos, existiendo hoy, por tanto, una alta interdependencia entre estas dos expansivas industrias. Desde el primer instante, el crecimiento potencial de los

plásticos estimuló la investigación sobre la producción de monómeros y productos intermedios a partir del petróleo.

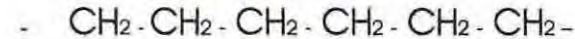
Como resultado de este esfuerzo, se obtuvieron productos intermedios, económicos a gran escala de producción, los cuales a su vez, estimularon el mayor crecimiento de la industria de plásticos, cosa que no hubiera sido posible a partir solo del carbón.



3 Naturaleza Química de los materiales plásticos

Cuando se considera la estructura química de los plásticos, se observa que todos ellos están formados por grandes moléculas. Con excepción de algunos materiales de origen natural que poseen una composición compleja y heterogénea, el resto de los materiales plásticos, llevan como sustancia base uno de los compuestos de la gran familia de los "altos polímeros".

Desde un punto de vista práctico general, el polímero se define como una molécula muy larga, formada por repetición de unidades químicas simples de pequeño tamaño. En la mayoría de los termoplásticos existentes hay una sola especie o unidad de repetición. La molécula de polietileno, como por ejemplo consiste esencialmente en una larga cadena de grupos metileno $-(CH_2)-$



Las longitudes estas cadenas pueden variar, si bien en los polietilenos comerciales suelen encontrarse de 1.000 a 10.000 unidades o grupos metileno por molécula. Estos materiales son de alto peso molecular y de ahí que hablemos de altos polímeros o macromoléculas.

Además de los materiales plásticos, muchas fibras, materiales de recubrimiento, cauchos y otros, son básicamente altos polímeros encontrándose, por otra parte, en la naturaleza, abundantes ejemplos de estos materiales, entre otros, las proteínas, la celulosa, el almidón etc. Las estructuras detalladas de estas sustancias son casi siempre complejas; los polímeros sintéticos producidos por el hombre son en cambio, más

simples, pero también más toscos en cuanto a su arquitectura molecular.

4 Plásticos a base de estireno

4.1 Introducción

Se puede decir que la historia del poliestireno está más ligada a la historia del siglo veinte que cualquiera de la de otros polímeros.

Como consecuencia de investigaciones semi- industriales sobre el estireno, llevados a cabo simultáneamente en 1934 por la Dow Chemical y por la I.G. Farben, se verificaron muchas posibilidades de éxito comercial.

Como consecuencia de estos trabajos aparecieron poco antes del inicio de la segunda guerra mundial los poliestirenos comerciales, que presentando inferior calidad a los que se producen hoy en día, presentaban gran interés debido a sus propiedades electroaislantes.

Durante la segunda guerra la distribución mundial de caucho se vió afectada. Esto obligó a los Estados Unidos a fabricar caucho sintético a partir del butadieno y del estireno. Este era de inferior calidad que el caucho natural, y como consecuencia de la reapertura del mercado mundial de caucho natural, su fabricación descendió considerablemente a finales de la guerra.

Después de la guerra había sobreabundancia de plantas de fabricación de estireno y poliestireno, al mismo tiempo que muchos conocimientos y experiencias acumulados durante los años de guerra. Por esta razón se empezó a pensar en la posibilidad de fabricar el poliestireno no como material caro para su utilización como aislante eléctrico, sino como un material termoplástico de uso general.

Debido a sus grandes propiedades de bajo precio, facilidad de moldeo, excelente admisión de colores, transparencia, rigidez y baja absorción de humedad, el poliestireno es hoy el tercer material termoplástico en importancia.

4.2 Propiedades y estructura del poliestireno

El poliestireno es un termoplástico rígido duro y transparente, que produce un sonido metálico característico al caer. No tiene color ni sabor, arde con llama muy oscura y tiene un peso específico bajo (1,059).

Su ductibilidad hace que éste sea un material muy utilizado en el moldeo por inyección y en el conformado al vacío.

La escasa conductividad térmica es aprovechada para fabricar aislantes térmicos a base de espuma de poliestireno. Esta característica se debe a su naturaleza de hidrocarburo, también se deben a esta causa tanto las buenas características del material la baja absorción de agua. Las características aislantes se mantienen bien en condiciones húmedas.

Entre las propiedades ópticas más importantes del poliestireno cabe señalar dos: alto grado de transmisión de todas las longitudes de onda de luz visible y un elevado poder de refracción (1,592), que comunica al polímero un gran brillo.

Las limitaciones del polímero son su fragilidad, su poca resistencia al agua hirviendo y su mediocre resistencia a los aceites. El poliestireno se disuelve : en determinados hidrocarburos como el benceno, el tolueno y etil benceno; en hidrocarburo clorados, como el tetracloruro de carbono, cloroformo y o-diclorobenceno; en diversas cetonas (excepto la acetona); en ésteres y en algunos aceites.

Sufre amarillamiento y opacidad circunstancial (rayado de la superficie), que pueden frustrar las excelentes características ópticas del polímero.

4.3 Poliestireno Expandido

4.3.1 Antecedentes Generales

El Poliestireno expandido es una espuma, derivado de petroquímicos derivados de aceites refinados del petróleo, obtenida a partir de la expansión del poliestireno, por medio de un gas o por efectos físicos.

Posee una excelente aislación térmica, es liviano, estable dimensionalmente, durable, resiliente, posee una densidad muy baja, no es corrosivo y es reciclable. Existen cuatro formas para conseguir expandir el poliestireno:

a) Polimerización en bloque del estireno con azo-di-isobutironitrilo como iniciador. Al descomponerse el iniciador desprende nitrógeno, con lo que se expande y polimeriza simultáneamente el material.

- b) El procedimiento Dow-Log, consistente en la extrusión de una mezcla de poliestireno y un hidrocarburo clorado de bajo punto de ebullición. La mezcla sale por una boquilla a un molde determinado, el disolvente se volatiliza y la masa se expande.
- c) El procedimiento B.A.S.F. se mezcla el hidrocarburo de bajo punto de ebullición y a continuación se polimeriza, el producto es desmenuzado, y en ese estado se transforma en poliestireno expandido.
- d) Polimerización del estireno en perla (suspensión). El agente de expansión generalmente es un 6% de una fracción baja del éter de petróleo, puede añadirse bien antes de la polimerización, o bien en una operación posterior consistente en impregnar las

perlas con el agente bajo el doble efecto de calor y de la presión.

4.3.2 Aplicaciones

Las aplicaciones del poliestireno, de los polímeros con él relacionados y de sus mezclas son muy abundantes, debido a la rigidez y al bajo precio del polímero.

La principal salida del poliestireno son sus aplicaciones como material de embalaje. Como ejemplos concretos de aplicación, citemos: los tapones de botellas y pequeños recipientes y vasijas, todos ellos obtenidos por inyección; otros recipientes de mayor volumen que se consiguen por soplado; aislamientos para cajas de transporte, que se obtienen por conformado al vacío, y, las bolsas para alimentos que se fabrican con filme orientado de poliestireno. La segunda salida en importancia son los equipos de refrigeración, en que la baja conductividad térmica y

el alto impacto del poliestireno a bajas temperaturas constituyen una garantía.

Las piezas moldeadas con poliestireno normal o de alto impacto son muy utilizadas en usos domésticos, como, por ejemplo, recipientes, juguetes, equipos de deportes y de juegos diversos, equipos de radio y eléctricos, utensilios de baño y servicios y tacos de zapatos. Los monofilamentos de poliestireno se utilizan para fabricar cepillos.

4.3.3 Realidad actual del poliestireno expandido en Chile

En Chile, el principal productor de poliestireno expandido es Shell. Bajo la marca Isopack comercializa productos de aislación térmica (como planchas), para constituir hormigón liviano (perlas), y medios caños (para revestimiento de conductos de calefacción y refrigeración en tuberías de fierro y cobre donde la temperatura sea inferior a 80° C).

Otra de las maneras en que el poliestireno aparece en Chile es por las cajas de importación de aparatos electrónicos (ver tabla n°2).

Una de las maneras de aproximarse a las especificaciones técnicas del material, que proviene en las cajas importadas, es pesar el material extranjero, aproximar este

peso a un metro cúbico, y compararlo con los espesores que ofrece Shell por medio de su producto Isopack (10, 15, 20, y 25 Kg/m³)

Según cálculos:

-a partir de una muestra de 186,732 cm³ y pesando 3,12 gr. Tenemos:

$$x = \frac{3,12 \text{ gr.} \times 1.000.000 \text{ cm}^3}{181,732 \text{ gr.}}$$

$$x = 16.708,438 \text{ gr.}$$

Por lo tanto el material se asemejaría a las planchas de 15 Kg/m³, y sus especificaciones (ver tabla n°1) (pag. 11)



4.3.4 Resto del mundo

En el extranjero existe la asociación llamada EPS Molders (Modeladores de Poliestireno expandido) . Establecida en 1995, en Estados Unidos.

La cual fué creada para unificar criterios de marketing y reunir las diversas necesidades de la industria. La asociación busca promocionar e incrementar el uso del poliestireno expandido en construcción y en productos, a través de una laboriosa solidaridad y visión unificada de las empresas asociadas.

Como fines tiene:

- Favorecer la posición de la industria de poliestireno
- Buscar necesidades de productos y catalogarlas
- Educar e informar a los profesionales de la construcción
- Monitorear el mercado de materiales competitivos.

Dependiente de la EPS Molders, la AFPR (Alianza de Recicladores de Empaquetamiento Espuma) se preocupa del reciclaje de la espuma de poliestireno.

Esta alianza que representa a las empresas productoras de espuma, tiene como objetivos fundamentales Investigar, gestionar y educar , entorno al reciclaje del poliestireno expandido en los Estados Unidos.

Algunas de sus iniciativas son: mantener una lista de lugares de reciclaje dentro de su país, fomentar el uso más diverso de la espuma , informar sobre las ventajas del uso y posterior descartamiento de este material, y promover la estandarización a nivel mundial regulaciones sobre presentación y descartamiento.

Por otro lado la comunidad Europea no se ha quedado atrás y dentro de las regulaciones para desechos a nivel continental propone como primera medida reducir la cantidad de empaque producido. En sí misma la regulación no funciona como tal, sino que es una directiva

para armonizar la gestión de desechos de empaque a nivel de cada nación integrante del acuerdo.

Dentro de las iniciativas regulatorias no podemos contar con los países asiáticos, no a nivel de especificaciones de presentación, sino que por cultura o por avance tecnológico no acusan iniciativas en torno a la gestión de sus desechos plásticos.

RECICLAJE, RECICLADO Y REUTILIZACIÓN

1 Conceptos generales

Tomaremos como reciclaje el disminuir la cantidad de desechos por medio de recirculación de materias primas, además de mejorar la utilización del material. El reciclaje es un proceso originalmente establecido para desechos de metal, vidrio, papel.

Reciclado es un método de tratamiento de residuos sólidos que permite obtener fracciones compuestas por agrupaciones de sus componentes (discriminar dentro de un grupo de desechos, por un material determinado), sin estar éstos sometidos a alteraciones químicas. Estas fracciones debidamente acondicionadas o transformadas, serán productos viables de ser reutilizados.

Reutilización será, por lo tanto dar un nuevo uso a un material, sin alterar drásticamente su presentación.

2 Reciclaje de plástico

2.1 Aspectos Técnicos

Las numerosas aplicaciones de plásticos han dado cuenta de la necesidad de un sistema razonable de gestión de los recursos tanto como materias primas, ya que muchos provienen de polímeros de petróleo (recurso sabidamente no renovable), y tanto como la disposición de materiales de desecho. Las iniciativas como antes se mencionó van por el lado de minimizar el tiempo como desecho de estos materiales, y para promover sistemas más adecuados para recopilación, distribución, y reutilización.

El reciclaje de plástico es fabricar un objeto plástico de otro que ha sido usado. Por lo general esto es logrado a partir de una mezcla con un mínimo de 50% de materia prima virgen, de esta manera el producto final no pierde ninguna de sus propiedades mecánicas. Productos con

menores exigencias de presentación puede fabricarse incluso con un 100% del material reciclado.

Reciclaje mecánico

Las piezas de plástico se recogen, clasifican y trituran, obteniéndose un material granulado. Posteriormente se modifica por medio de aditivos para proporcionarle las características deseadas, luego se procede a su transformación por acción de calor y/o a la presión, dando origen a nuevos productos de plástico reciclado. Dentro de este sistema, el cual es el más usado, podemos distinguir *reciclaje primario* (desechos simples) y *reciclaje secundario* (desechos mezclados).

Reciclaje Secundario

El procesamiento de desechos mezclados, manchados, o de compuestos plásticos, es más difícil que el reciclaje de desechos sin mezclar.

En teoría, el reprocesamiento de estos desechos plásticos mezclados, podría ser, derritiéndose todo junto en el caso de los termoplásticos. Sin embargo, este proceso es llevado a cabo sólo en contadas ocasiones debido a que mezclados, los diversos tipos de plásticos son incompatibles. Debido a que los polímeros mezclados poseen baja resistencia, principalmente son usados para revestimientos de murallas y lozas.

Reciclaje Químico

Consiste en la recuperación de productos químicos a su nivel de materia prima, o sea los productos provenientes de hidrocarburos, tornarlos lo más posible a un hidrocarburo (derivados del petróleo).

Puede que este proceso en muchos casos sea posible de llevar acbo por que los materiales a reciclar estén contaminados, alterados molecularmente o bien estén demasiado mezclados entre sí.

El reciclaje de estos materiales, sólo puede ser efectivo si son rotas las macromoléculas de los polímeros en pequeños fragmentos mediante métodos químicos específicos.

Reciclaje Químico

Sencillamente es quemar los plásticos desechados y transformar la energía derivada de este proceso en energía eléctrica, o en casos como el japonés en material de relleno para generar islas artificiales.

2.2 Reciclaje de plásticos - situación actual

En Chile el reciclaje de plásticos, está muy por debajo del reciclaje de países desarrollados, porque el consumo de plásticos es inferior en países sub-desarrollados.

Sin embargo el proceso de reciclaje no es ajeno a las industrias Chilenas, aunque es un proceso reciente se logra reciclar el 50% del plástico que se desecha

De acuerdo a estimaciones de ASIPLA, se ha estado reciclando en Chile en forma de objetos de uso, sólo un porcentaje de 2,76% (en lo que se incluye cañerías y bolsas de basura).

En Europa se espera recuperar un mínimo de 50 a 60% sólo del material de empaque – espuma para el año 2001, con un mínimo de 25% reciclado con no más de un 15 % calificado de no reciclado.

3 Técnicas y métodos de aprovechamiento

Las operaciones fundamentales para la gestión del tratamiento de residuos sólidos, son la recogida y transporte, para la eliminación global o vertido directo, o bien a través de las operaciones de aprovechamiento, eliminando únicamente los inevitables residuos que aparecen en tales operaciones.

El primer sistema *Recogida y transporte* es el más costoso y el menos usado. Porque significa mantener vehículos y centros de acopio, aparte de un centro de procesamiento.

La *Eliminación*, por su bajo costo es el sistema más usado en todo el mundo. Literalmente se entierran los desechos, sin embargo cada vez existirá mas material que eliminar.

El conjunto de de operaciones de *Aprovechamiento* son:

a) Recogida, almacenamiento y transporte

- b) Reducción y volumen, sea éste por compactación o por incineración. El objeto inicial de éstos métodos fué el de aliviar los problemas de eliminación.
- c) Reducción de tamaños
- d) Separación y concentración selectiva de materiales incluídos en los residuos.
- e) Transformación de determinados productos de los residuos en otros útiles.
- f) Recuperación: rescate, en su forma original, de materiales incluídos en los residuos para volverlos a utilizar nuevamente.
- g) Eliminación: vertido y vaciado.

Ver cuadro nº3 (par)

PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN

La experimentación desde un inicio se planteó dentro de una condicionante clara: la simplicidad.

Por disponibilidad de tecnología se evaluó que la mejor manera de tratar el poliestireno expandido era por medio de cortes realizados con un omicrón.

Se comenzó hablando de filamentos y láminas para luego descartar los filamentos por su dificultad de constitución (se rompían). Finalmente se optó por las láminas debido a las diversas posibilidades y facilidades que éstas otorgaban al trabajarlas. Éstas a su vez se cortarían de formas cuadradas, triangulares y circulares, posteriormente, se acotó la forma a sólo cuadradas con dimensiones 5 x 5 cm. En cuanto a los espesores, se comenzó por 0,5 mm. La cual se descartó por la imposibilidad de conformarla mediante costuras (no cabía en la máquina de coser) para luego decidirse por 3,1 y menos de 1 mm. En cuanto a los métodos de

conformación, se inclinó por costuras, adición de telas, vínculos diseñados y ligantes.

Se entiende por costuras, a unir las placas mediante costuras y costuras de placas con telas diversas, también se adhirieron placas con telas por medio de ligante (cola fría) y placas sólo con ligante (en un principio se recurriría a cola fría y resina de poliéster la cual fue eliminada pues disolvía el material por completo). También se utilizaron vínculos tales como: ojettos y cierre velcro los cuales dieron resultados bastante considerables. Finalmente cada muestra quedó determinada a 9 placas unidas por los métodos anteriormente mencionados.

,es decir, una muestra de 15 x 15 cm. Con espesores 3,1 y -1 mm. Unidas mediante costuras, telas, ligantes y vínculos.

Ver cuadros finales.

PROCESO DE EVALUACIÓN

El proceso de evaluación se determinó claramente y no sufrió ningún cambio .

Las láminas serían evaluadas según :

- Presentación y capacidad de conformarse como tal
- Resistencia a la tracción
- Resistencia al arrugamiento leve
- Durabilidad de presentación (el tiempo de medición será 1 mes)

Si no cumpliesen con los criterios especificados serán rechazadas y especificadas las fallas que éstas presenten;

Si : cumplen

X : no se conforma

1 : se quiebra

2 : se rasga

A continuación se detalla un cuadro con la evaluación final de las 33 muestras finales.

Ver cuadros finales.

CONCLUSIONES

1. Concluída la experimentación ,es posible confirmar la hipótesis planteada en principio ,es decir, se puede conformar una lámina a partir del poliestireno expandido obtenido de desecho de embalaje para artículos electrónicos .

2. El método más óptimo de conformación de adición de láminas lo otorgan las mezclas ya sea de un ligante con tela, de tela adherida mediante costuras , etc.

3. El factor de quiebre de la lámina por arrugamiento es directamente proporcional al espesor de la lámina.

4. A menor espesor se obtienen mejores resultados en las láminas.

5. El plástico en sí no contamina, el problema que éste presenta en cuanto al factor ecológico es que no es biodegradable , por lo tanto produce grandes volúmenes de basura.

6. El ligante unido directamente con las placas, otorga muy buena presentación y durabilidad, resultados que se optimizarían si la lámina fuera moldeada durante el proceso de secado.

6. El ítem de costura con hilo negro fue eliminado sólo por otorgar resultados estéticos y no técnicos (el hilo blanco se comporta técnicamente igual)

7. La resina de poliéster también fue eliminada por deshacer el material (corroe el poliestireno).

8. El tejido de punto dificulta la costura por ser un tejido elástico que necesita de una máquina especial para ser cosido ,

9. La costura recta se comporta mejor en telas con mala elongación (crea, visillo , raquelado) pues la aguja se desliza mejor entre la tela y la placa.

10. La aguja tiende a romper las placas , sobre todo si la puntada es corta y la aguja es gruesa .

11. Las placas con mayor espesor tienen muy buen comportamiento con los ojettillos ,tanto plásticos como metálicos.



BIBLIOGRAFÍA

-FERRIGNO, T.H. "Rigid plastics Foams"
ED. Reinhold, New York 1963.

- SOLAR PINTO, Mirko. Memoria de Título
"Reciclaje de envases plásticos PET"
Universidad Técnica Federico Santa María,
Valparaíso 1995.

"Eliminación de residuos urbanos"
Ed. Técnicos asociados , Barcelona 1980

Diccionario Larousse , Ed. Sopena 1977.

Eps_recycling.org sitio web perteneciente a la
AFPR.

Shell Chile , volante "Isopack aislante en la
Construcción" Santiago.

APÉNDICE

Desglose de Tablas.

Tabla nº 1 homologación de datos técnicos.

		de ensayo	
Coeficiente de conductividad térmica a T° media 10°		0.032-0.036 watt m°k	DIN 52612
T° de servicio (1)		-180° → +80° C	_____
Estabilidad dimensional térmica	Breve plazo	95° C	DIN 53424
	Largo plazo bajo carga 5000 kg/m²	85° C	Basándose en DIN 18164
	Largo plazo bajo carga 2000 kg/m²	75° - 80° C	Basándose en DIN 18164
Resistencia a la compresión	10% de recalcado	0,7 – 1,1 kg/cm²	DIN 53421
	Carga permanente recalcado <2%	1224 – 2550 kg/cm²	DIN 53421
Resistencia al corte (2)		0,9 – 1,2 kg/cm²	DIN 53427

Resistencia a la flexión (2)	1,6 – 2,1 kg/cm²	DIN 53423
Resistencia a la tracción (2)	1,5 – 2,3 kg/cm²	DIN 18164
Absorción de agua –para 7 días-	3% del volumen	DIN 53428
Totalmente sumergido –para 1 año-	5% del volumen	DIN 53428
Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua	20 -50	DIN 4108

(1) sin cargas mecánicas significativas

(2) medidas a 23°

20?

SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS/CHILE
DIRECCION NACIONAL

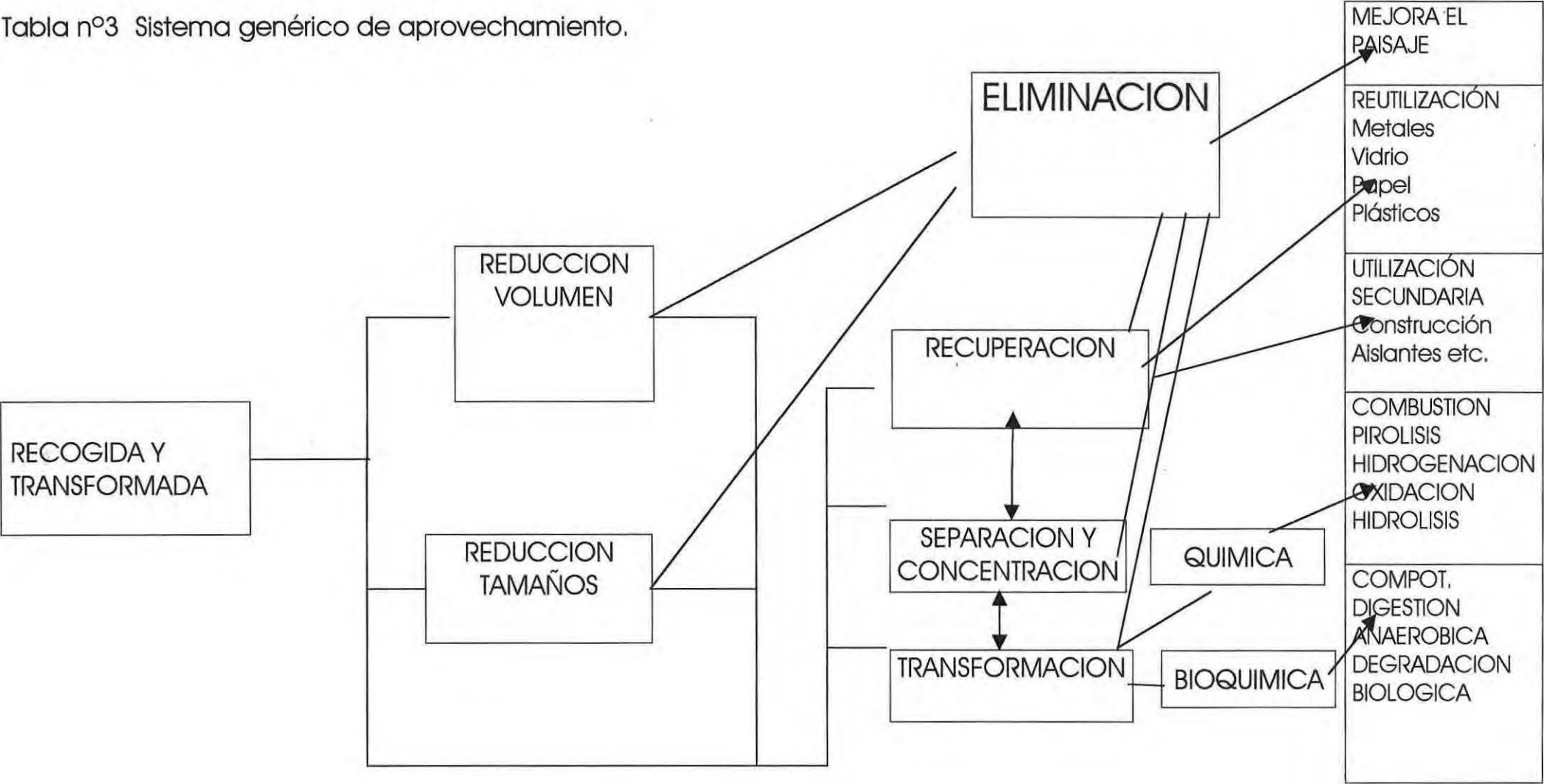
Plaza Sotomayor 60
Valparaíso, Chile

Teléfono (56 32) 200 500
Fax (56 32) 212 841



Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
17.590	19.680	40	26.650	4.200	940	32.710	13.440	8.420	96.970	9.880	8.100
97.250	27.310	610	34.550	17.170	18.030	21.600	30	63.360	10	29.560	3.740
1.030	63.980	92.350	15.210	151.420	30.110	800	42.100	3.920	2.050	3.650	310
2.430	13.180	110	70.080	88.590	7.410	2.360	6.770	2.030	6.690	14.530	3.080
63.410	66.550	8.670	1.120	14.380	191.220	10.810	30	2.110	2.740	11.110	830
110	52.090	15.680	17.500	12.780	50.610	3.270	230	26.650	3.690	10.250	8.010
44.280	10.150	3.120	65.250	20.130	11.840	59.290	2.110	31.800	22.250	18.230	9.400
18.250	11.630	96.430	66.730	159.490	57.780	24.510	9.190	3.810	4.160	70.910	12.940
15.690	1.170	3.820	51.860	23.260	12.930	5.200	48.570	30	69.040	27.270	9.480
18.940	10.660	10	59.120	42.620	16.060	73.270	5.000	49.370	250	8.750	7.150
3.910	3.050	5.470	22.290	15.420	14.930	410	90	10.710	6.600	35.550	28.870
6.690	12.950	43.470	99.580	95.840	480	12.870	730	6.330	8.230	160.270	300
45.370	2.950	50.570	8.090	15.210	22.060	24.410	24.840	8.730	11.750	1.000	11.790
17.520	140.840	188.420	920	4.840	557.610	88.360	27.260	18.080	48.270	21.460	24.100
114.590	12.170	47.780	50.640	14.280	4.560	2.950	15.920	39.080	9.860	18.120	4.030
16.410	9.300	2.150	7.870	7.560	57.230	13.760	9.950	16.480	3.100	5.040	4.550
58.790	17.630	4.550	44.860	139.940	30.330	6.520	10.470	1.200	38.910	29.450	10
4.090	35.450	31.650	20.420	159.070		2.270	8.780	11.230	13.810	25.150	
5.500	52.010	4.510	7.790	10.010		38.690	45.640	20.640	12.180	11.520	
13.170	1.300	40.050	87.970			12.810	210	100	8.260	4.270	
16.770			171.030			400			12.280	22.530	
									41.680		
581.790	564.050	639.460	929.530	996.210	1.084.130	437.270	271.360	324.080	422.780	538.500	136.690

Tabla nº3 Sistema genérico de aprovechamiento.



DISEÑO DE LA EXPERIMENTACION

1.-DEFINICION Y CATALOGO DE LOS PROCESOS FISICOS A REALIZAR

1.1 CORTE

a) filamentos (6x6 mm. largo indefinido)

(3x3 mm. largo indefinido)

b) plaquitas (3,6,9 mm.espesor)

cuadradas

triangulares

redondas

2.-DEFINICION Y CATALOGO DE LOS VINCULOS A UTILIZAR

2.1 UNIONES

a) costuras

b) adicion de telas

c) vinculos diseñados

d) ligantes

3.-RECOLECCION DEL DESECHO

4.-POSIBILIDADES DE COLORACION

DISEÑO DE LA EXPERIMENTACION

1.-DEFINICION Y CATALOGO DE LOS PROCESOS FISICOS A APLICAR

1.1 CORTE

1.1.1 FILAMENTOS

- 6X6 mm.largo indefinido
- 3x3 mm. largo indefinido

1.1.2 PLAQUITAS (cuadradas,triangulares y redondas)

- 3 mm. espesor
- 6 mm. "
- 9 mm. "

2.- DEFINICION Y CATALOGO DE LOS VINCULOS A UTILIZAR

2.1 UNIONES

2.1.1 COSTURAS

- recta

2.1.2 ADICION DE LAMINAS

- tul
- crea
- raquelado
- tejido de punto

2.1.3 VINCULOS DISEÑADOS

- ojettillos
- cierres
- broches
- argollas

2.1.4 LIGANTES

- cola fria
- resina poliester

4.- POSIBILIDADES DE COLORACION

DISEÑO DE LA EXPERIMENTACIÓN

CORTE		VÍNCULOS		AD. DE LÁMINAS a.costura recta				AD. DE LÁMINAS b.Cola Fría				LIGANTES		Vínculos Dis.
	Espesor	Hilo coser	Hilo pitilla	Tul	Crea	Raque.	T.pto. Alg.	Tul	Crea	Raque.	T.pto. Alg.	Cola Fr.	Resina Pol.	oj/vel/cie/br/ar
FILAMENTOS	3x3 mm.	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
	6x6 mm.	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no
PLAQUITAS	3 mm. Triang.	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	no
	circul	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	no
	cuadrada	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	no
	6 mm. Triang.	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	no
	circular	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	no
	cuadrada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	no
	9 mm. Triang.	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si
	circular	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si
	cuadrada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	no	si

- Vínculos diseñados: ojettillos ,velcro ,broches ,argollas

	Costura recta (blanco)			
Filamento 3x3 mm	NO	NO	NO	costura recta (negro)
	SI	SI	SI	c.r con visillo
	SI	SI	SI	c.r con crea
	SI	SI	SI	c.r con raquelado
	SI	SI	SI	c.r con tejido pto alg
	SI	SI	SI	cola con visillo
	SI	SI	SI	cola con crea
	SI	SI	SI	cola con raquelado
	SI	SI	SI	cola con tej.pto.alg
	SI	SI	SI	resina con visillo
	SI	SI	SI	resina con crea
	SI	SI	SI	resina con raquelado
	SI	SI	SI	resina con tej.pto.alg
	NO	NO	NO	ojetillos
	NO	NO	NO	cierre (velcro)
	NO	NO	NO	cierre (eclair)
	NO	NO	NO	broches metálicos
Filamento 6x6 mm	NO	NO	SI	
placa cuadrada de 6cm 2 3mm esp	SI	SI	SI	
placa cuadrada de 6cm2 9mm esp	SI	SI	SI	

	Costura recta (blanco)	placa cuadrada de 5 cm2 3mm esp.	Si	placa cuadrada de 5 cm2 1mm esp.	Si	placa cuadrada 5cm2 menos de 1 mm esp	Si	lámina cuadrada de 20x20 cms - 1mm	Si
	costura recta (negro)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	c.r con visillo	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	c.r con crea	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	c.r con raquelado	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	c.r con tejido pto alg	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	cola con visillo	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	cola con crea	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	cola con raquelado	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	cola con tej.pto.alg	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	resina con visillo	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	resina con crea	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	resina con raquelado	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	resina con tej.pto.alg	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	ojetillos	Si	No	No	No	No	No	No	No
	cierre (velcro)	Si	No	No	No	No	No	No	No
	cierre (eclair)	Si	No	No	No	No	No	No	No
	broches metálicos	Si	No	No	No	No	No	No	No
	cola	No	No	No	No	No	No	No	No
	resina	No	No	No	No	No	No	No	No
	plancha con visillo	No	No	No	No	No	No	No	No

A1	B1	C1	A3.1	B3.1	C3.1	A3.2	B3.2	C3.2	A3.3	B3.3	C3.3	A3.4	B3.4	C3.4	A4.1	B4.1	A4.2	B4.2	C4.2	A4.3	B4.3	C4.3	A4.4	B4.4	C4.4	A6.1	A6.2	A7	A8	B8	C8	
1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	1	SI	SI	1	SI	SI	1	SI	SI	1	1	1	1	1	1	SI
2	X	X	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	X	X	X	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
2	2	2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	2	2	2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	2	2	2	2	SI	SI	SI	
SI	2	2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	2	2	2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	

X; NO SE CONFORMA

1; SE QUIEBRA

2; SE RASGA

Chile



00002601