

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"SEPARACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS DE LA
BASURA Y REPROCESAMIENTO DEL POLICLORURO
DE VINILO".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

José Enrique Martín González Martínez

Asesor: I.Q. Tito Enrique Herrera L.

GUADALAJARA, JAL. 1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA(S):
INTRODUCCION.	1 a 3
OBJETIVOS.	4 y 5
CAPITULO I.- LOS MATERIALES PLASTICOS EN LA BASURA.	
- La importancia de la extracción de los materiales plásticos de la basura.	6 y 7
CAPITULO II.- TEORIA.	
a) Historia de las sustancias plásticas.	8 y 9
b) Las sustancias plásticas.	9 a 14
c) Información teórica de algunas sustancias plásticas.	14 a 17
Tabla II-1.- Propiedades de algunos plásticos.	18
- Propiedades físicas.	19
- Propiedades químicas.	19
- Propiedades mecánicas.	20 y 21
- Propiedades térmicas.	21
CAPITULO III.- MATERIAS PRIMAS Y DESCRIPCION DEL PROCESO.	22 a 24
- Separación de las sustancias plásticas y reprocesamiento.	24 y 25
- Método de separación.	25 y 26

- Figura III-1.- Separación de sustancias plásticas.	27
- Tabla III-1.- Determinación de la clase de plástico.	28
- Proceso de laminación.	29
- Figura III-2.- Fabricación de láminas.	30
- Método de Solvente	31

CAPITULO IV.- RESULTADOS.

- Tabla IV-1.- Clasificación general en porcentaje en peso de los materiales plásticos.	32
- Tabla IV-2.- Clasificación específica de los diferentes tipos de materiales plásticos, en la planta industrializadora de basura.	33
- Tabla IV-3.- Comparación en porcentaje en peso de PVC -- con respecto a polietileno y otros.	34
- Tabla IV-4.- Efecto de la -- concentración de PVC nuevo -- en la fabricación de láminas.	35

- Tabla IV-5: Variación de la canti <u>dad</u> dad de fibra en láminas y su com- portamiento.	37
CAPITULO V.- CALCULOS.	
- Análisis Estadístico.	38
- Tabla V-1: La media aritmética y- la desviación estandar de las dife <u>ren</u> rentes propiedades de láminas.	39
- Estimación de costos.	40
- Precios de otros tipos de láminas.	41
DISCUSION.	42 a 45
PROPUESTA INDUSTRIAL.	46
CONCLUSIONES.	47 y 48
APENDICES.	
- Propiedades físicas (Apéndice 1)	49
- Propiedades químicas (Apéndice 2 y 3).	49 y 50
- Propiedades mecánicas (Apéndice 4, 5 y 6).	50 y 51
- Propiedades térmicas (Apéndice 7)	52
BIBLIOGRAFIA.	53 y 54

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Los polímeros sintéticos y todos los plásticos no sólo están entre los materiales más útiles que ha conocido la humanidad, sino que, además son compatibles -- con el ser humano y con la naturaleza por estar contruidos, como el hombre, esencialmente de carbón, hidrógeno y nitrógeno.

El país, en los últimos años, ha tenido un gran desarrollo en la producción de materiales plásticos, pero a pesar de que su uso en volumen sobrepasa ya al de los metales, son, paradójicamente, los materiales menos conocidos en sus cualidades y ventajas y son vistos -- con antipatía y desprecio por el público en general y aún por los profesionistas más obligados a conocerlos, puesto que los inventamos, desarrollamos, producimos y procesamos, es decir, para los Químicos y los Ingenieros Químicos.

Los polímeros sintéticos y los plásticos deben -- ser una responsabilidad de nuestra profesión, pues son de los más recientes productos de ella y de los que -- podemos y debemos sentirnos más orgullosos.

Uno de los aspectos que actualmente reclaman una mayor atención, es el reciclado de los productos de plástico que se desechan produciendo un gran desperdicio.

En Jalisco, en la planta de tratamiento de basura, no se extraen la mayoría de los materiales plásticos y se están incluyendo en el fertilizante que producen actualmente.

La extracción de los materiales plásticos está enfocada a una menor contaminación de los suelos y su reutilización en nuevos productos.

Se propone un método de separación de los materiales plásticos y su reprocesamiento en la fabricación de láminas. En el aprovechamiento de materia prima, normalmente desperdiciada, no existe dificultad para abastecerse de ella, pues se trata de un termoplástico, el PVC, del cual se desecha gran cantidad anualmente en la planta de tratamiento de basura.

La carga usada en laminación es la fibra de henequén, para mejorar algunas propiedades.

Las propiedades físicas, químicas, mecánicas y --
térmicas de cada lámina, nos servirán como base para -
comparar con otro tipo de láminas.

Un pequeño análisis de costo que se llevó a cabo-
para la materia prima de desperdicio, nos muestra que-
se obtuvo un bajo costo comparado con materias primas-
nuevas.

OBJETIVOS

O B J E T I V O S

El reprocesamiento de los materiales plásticos - es un campo nuevo, por lo que se pueden hacer varios-trabajos de investigación. Con la extracción del PVC - blando, se ayudaría en parte a evitar la contamina---ción de los suelos, ya que constantemente se están incluyendo los materiales plásticos en fertilizantes.

Los principales objetivos que se tratan de cum--plir con el desarrollo de este trabajo, son los si---guientes:

- a) Extracción de los diferentes tipos de materiales - plásticos, que se tienen en la planta de tratamiento de basura y clasificarlos por el método de separación.
- b) La utilización del PVC blando obtenido de la separación, para la fabricación de láminas.
- c) Determinación de las propiedades ffsicas, químicas mecánicas y térmicas, de láminas con fibra o sin - ella, para observar ventajas y desventajas con respecto a otros tipos.

- d) Desarrollar un breve estudio económico en la fabricación de láminas.

C A P I T U L O I

LOS MATERIALES PLASTICOS EN LA BASURA

C A P I T U L O I

LOS MATERIALES PLASTICOS EN LA BASURA

La importancia de la extracción de materiales plásticos de la basura.

En años recientes, ha preocupado la eliminación y acumulación de los desperdicios. La mayor parte de ellos son:

- a) La celulosa, en forma de periódicos, materiales de empaque, cartón.
- b) Los materiales plásticos en forma de recipientes, bolsas, envases y otros similares.

Los polímeros sintéticos de alto peso molecular y todos los plásticos, se presentan en forma de películas, plásticos moldeados y hule. Los materiales plásticos se acumulan constantemente en tiraderos de basura y plantas de tratamiento de basura.

El desecharlos libremente, es debido principalmente a que no son nocivos para la salud, ya que siendo los plásticos inertes por un lado y compatibles con --

los seres vivos por los elementos químicos de que están constituidos, no alteran químicamente el ambiente y no son capaces de producir óxidos que mancha, ni de producir heridas o cortadas como el vidrio, cerámica o los metales, pero sí producen una contaminación óptica o estética y pueden modificar las propiedades del suelo, como medio de difusión de fluidos, en forma desfavorable.

Sin embargo, lo importante en este aspecto es que se reconozca que los plásticos son los únicos materiales conocidos por el hombre, creados por el hombre y en el momento en que sean capaces de hacerse biodegradables en forma diseñada, programables y que los termoplásticos puedan volver a moldearse, pueden constituir el más significativo elemento en la solución del problema mundial de la acumulación de basura.

En México, uno de los primeros Estados que llevó a cabo el proceso de tratamiento de basura fue el de Jalisco y hoy en la actualidad, a través de él, se ha suscitado su industrialización, esto es, que el mismo desperdicio se ha utilizado para elaborar nuevos productos.

C A P I T U L O I I

TEORIA

C A P I T U L O I I

TEORIA.

a) HISTORIA DE LAS SUSTANCIAS PLASTICAS.

Una de las primeras sustancias plásticas fué la baquelita, producida por Backeland (1907 - 1909) de la condensación entre fenol y aldehidofórmico.

Las primeras tentativas se remontan a 1838, cuando Henri-Víctor Regnault hizo polimerizar de forma espontánea el cloruro de vinilo, dejándolo expuesto al sol y así obtuvo un producto sólido y plástico.

En 1868, John Wesley Hyatt consiguió el celuloide y más tarde (1897) partiendo de la caseína, se preparó en Alemania la galatita y en 1910, W. Smith consiguió las primeras resinas alquídicas por acción de la glicerina sobre el anhídrido ftálico. En la producción del nylon, que fue la primera conseguida completamente por síntesis y en la producción de polímeros isotácticos por obra de Natta. Este último descubrimiento tiene gran importancia práctica, ya que permite no sólo conseguir características mecánicas superiores, en mucho, a las de los productos análogos conseguidos sin el empleo de los catalizadores de Ziegler-

y Natta, sino que abre el camino también a la producción de sustancias plásticas con características predeterminadas y que corresponde con exactitud a las distintas exigencias de uso.

Las crecientes exigencias industriales estimulan constantemente la búsqueda de nuevos tipos de sustancias plásticas de mejores características técnicas.

b) LAS SUSTANCIAS PLASTICAS.

Las sustancias plásticas son compuestos orgánicos de gran peso molecular, insolubles en agua, sólidas a temperatura ordinaria y con las cuales se puede trabajar en múltiples usos.

Las sustancias plásticas se pueden obtener tanto de tratamientos oportunos de compuestos orgánicos naturales de gran peso molecular, como por reacciones de condensación o de polimerización de compuestos orgánicos de bajo peso molecular.

Los polímeros, de acuerdo al arreglo espacial de los grupos sustituyentes, se clasifican en:

1. Cuando están ordenados:

a) Los polímeros isotácticos, en que los grupos sustituyentes se encuentran todos del mismo lado de la molécula.

b) Los polímeros sindiotácticos, cuando los grupos-sustituyentes se hayan situados alternadamente a una y a otra parte de su eje.

2. Los polímeros desordenados se denominan atácticos, por tener irregularidad en la orientación de sus --sustituyentes.

La clasificación de las sustancias plásticas puede hacerse según diversos criterios. Si se escoge como base el uso que mejor prestan, se dividen en fibras, - aptas para ser hiladas, elastómeros, que se caracterizan por las propiedades elásticas y resinas.

La clasificación según su comportamiento ante el calor, se dividen en termoplásticos y termofijos.

Las propiedades de las sustancias plásticas dependen de su naturaleza química, del peso molecular y de la disposición espacial de las moléculas que las forman.

La constitución química entre macromoléculas formadas del mismo tipo (polímeros) y de diferente (copolímeros), las propiedades físicas y su utilización, varían según el peso molecular. Es muy importante controlarlo mediante sistemas de producción adecuados.

Las características mecánicas dependen de la disposición espacial de las moléculas que constituyen el polímero. Las principales son: lineales, laminares o bidimensionales y las tridimensionales.

Los polímeros lineales y laminares, forman sustancias termoplásticas además con peso molecular elevado. Son solubles en disolventes idóneos, lo que permite usarlos como películas, fibras textiles y barnices.

Los termoplásticos poseen gran resistencia al ataque de los ácidos, bases y agentes atmosféricos, buenas propiedades mecánicas, como resistencia a la rotura y al desgaste.

El proceso de fusión y moldeo es reversible, el material no se descompone y puede usarse para una nueva fabricación.

Los polímeros tridimensionales se endurecen en general con el calor, por lo que su elaboración para el moldeado en caliente debe realizarse antes de que el proceso de polimerización se haya ultimado. Una vez terminado, ya no se puede ablandar ni trabajar de nuevo por recalentamiento.

En las formulaciones de plásticos termofijos para su transformación comercial se añaden: plastificantes para que den fluidez al material; estabilizadores, para evitar efectos destructivos de la luz; cargas, para modificar las propiedades del moldeado, y colorantes.

Los procesos tecnológicos que se utilizan en la industria de los plásticos son: el moldeo, los tratamientos térmicos, la extrusión, la laminación, la soldadura y la transformación.

El moldeo es un método de formación de objetos en que el material se coloca en una cavidad cerrada. Existen diversas variantes de este proceso:

Por composición, aplicando presión y calor; por contacto, la presión ligeramente superior a la necesaria para mantener los materiales juntos; por inyección,

conformación a partir de gránulos fundidos en una cámara con calor y presión y forzando después a parte de la masa, a pasar a una cámara fría, donde se solidifica; por soplado, formación de objetos huecos a partir de masas plásticas, hinchándolas con gas comprimido, etc.

Los tratamientos térmicos tienen la función de conformar, endurecer y normalizar los plásticos, mediante las operaciones de recocido, templado, etc.

La extrusión es un método en el cual un material plástico, calentado o sin calentar, es forzado a pasar a través de un orificio que le da forma y lo transforma en una presa larga de sección transversal constante.

La laminación consiste en la unión de dos o más capas de uno o varios materiales, puede ser cruzada o paralela. En la primera, algunas de las capas están orientadas en ángulo recto con respecto a las restantes. En la paralela, las capas del material están aproximadamente paralelas con respecto al grumo o a la dirección más resistente a la tracción.

La soldadura es la unión de dos o más piezas por fusión del material de la pieza situado en las proximidades de la misma, con la aportación de más material plástico (procedente de una varilla). La soldadura se efectúa moderadamente con sopletes eléctricos de alta-frecuencia.

La transformación es la manufactura de los productos de plástico a partir de semiproductos moldeados previamente, tales como varillas, tubos, planchas; perfiles extrudidos de otras formas, mediante operaciones para ser apropiadas, tales como: taladrado, cortado, --rascado, pulido, etc. La transformación comprende la unión de partes de plástico entre sí o con otros materiales, ya sea por medios mecánicos, adhesivos u otros procedimientos.

c) INFORMACION TEORICA DE ALGUNAS SUSTANCIAS PLASTICAS.

Polietileno.

Es un polímero blanquecino, translúcido, de resistencia moderada y elevada tenacidad. Las formas comerciales son parcialmente cristalinas. Las propiedades físicas varían con el grado de cristalinidad. Las den

sidades del producto crecen al aumentar el grado de -
cristalinidad y es corriente clasificar los grados co-
merciales como: baja densidad ($d < 0.93 \text{ g/cm}^3$), densi-
dad media (0.93 g/cm^3 a 0.94 g/cm^3) ó alta densidad-
($d > 0.94 \text{ g/cm}^3$). Al aumentar la cristalinidad ó den-
sidad, el producto se vuelve más rígido y fuerte, al-
canzando temperaturas de reblandecimiento superiores-
y mayor penetración por líquidos y gases; al mismo --
tiempo, pierde parte de su resistencia al desgarre, -
impacto y agrietamiento por tensión; para su moldeo -
se precisan temperaturas y presiones más elevadas.

El polietileno es fabricado en grandes cantida--
des, los usos principales son: como película para en-
vasado, depósitos, artículos moldeados, aislamiento -
eléctrico, recubrimiento de cables y tuberías.

Polipropileno.

De peso molecular alto, isotáctico y altamente -
cristalino, presenta propiedades similares a las del-
polietileno de alta densidad. En comparación con és-
te, el polipropileno es más duro y fuerte, se reblan-
dece hacia los 160°C .

Poliestireno.

Se caracteriza por sus excelentes propiedades -- aislantes de la electricidad, resistencia relativamente elevada al agua, índice de refracción elevado y -- temperatura de reblandecimiento baja.

Policloruro de Vinilo.

El policloruro de vinilo (PVC), es un material - termoplástico duro y fuerte, que presenta una excelente combinación de propiedades físicas y eléctricas, - sus productos se designan usualmente como tipos plastificados o rígidos. Los tipos plastificados, tanto los copolímeros blandos como los homopolímeros plastificados, son materiales elásticos que nos son familiares en forma de cortinas para ducha, pavimentos, impermeables, platos, muñecas, cierres de botellas, formas postéticas y películas para envolver, entre otras muchas.

Los productos rígidos de PVC, que pueden estar - formados por homopolímeros, copolímeros ó mezclas de polímeros, se usan comúnmente en discos de fonógrafo, tuberías, recubrimientos para reactores resistentes a los productos químicos y en recubrimientos de cables eléctricos.

Como los artículos de PVC tienen tendencia a -- perder ácido clorhídrico a temperaturas elevadas, se incluye a la composición final un estabilizador.

El policloruro de vinilideno es un termoplástico duro y de propiedades generalmente semejantes al P.V.C.

La Tabla II-1 nos habla sobre las propiedades - de algunos plásticos.

TABLA II - I
PROPIEDADES DE ALGUNOS PLÁSTICOS

PROPIEDAD	POLICLORURO DE VINILO			POLIETILENO		POLIPROPILENO	POLIESTIRENO
Estructura	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{CH}}}_1 - \right)_n$			$\left(\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \right)_n$		$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \right)_n$	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\underset{ }{\text{CH}}} - \right)_n$
Punto de fusión (°C)	---			137		176	240
	Normal impacto	Gran impacto	Flexible	Baja densidad	Alta densidad		
Calor específico (Cal/g)	0.24-0.25	0.25	---	0.55	0.59	0.45	0.32 - 0.35
Peso específico (g/cm ³)	1.35-1.46	1.34-1.4	1.25-1.5	0.915-0.93	0.94-0.96	0.90 - 0.91	1.05 - 1.11
Resistencia a la tensión a 23°C (kg/cm ²)	457-598	387-478	246	112-141	190-295	323 - 387	---

FUENTE: BIBLIOGRAFÍAS 3, 7 y 8.

- (3) Rebeul, P.; Mitchell, Bruce R.G.- *Plastics in the Building Industry*.- 1a. edición, William Clowes & Sons,- London, 1968.
- (7) Walter E. Diver.- *Química y Tecnología de los plásticos*.- 1a. edición, Litton Educational Publishing, Inc.- 1979.
- (8) Weast Robert C., Ph. D.- *Handbook of Chemistry and Physics*.- 56a. edición, CRC Press, Inc.; 1975 - 1976.

PROPIEDADES FISICAS.

Espesor.- Se mide con un aparato que consta de una carátula registradora y en la parte inferior tiene un perno móvil que se desliza de acuerdo con el espesor, las unidades con que se obtiene la medición son en milímetros y se mide el espesor en varias zonas de la lámina. Para resultados, ver apéndice 1.

Color.- Es muy variable, depende del color de la materia prima.

PROPIEDADES QUIMICAS.

Absorción de agua.- Una lámina se tara en la balanza analítica y se coloca en agua a temperatura ambiente y en agua hirviendo se deja durante 30 minutos y se extrae, se tara en la balanza analítica y se observa el cambio de peso, lo cual nos indica el agua absorbida. Para resultados, ver apéndice 2.

Encender con llama.- El encendido puede ser: apenas inflamable, arde dentro de la llama, fuera de ella se apaga, continúa ardiendo después de encendido y arde intensamente. Para resultados ver apéndice 3.

PROPIEDADES MECANICAS.

Desgaste.- En esta prueba se utiliza un abrasómetro modelo 503, construído de acuerdo a las normas de ASTM y consiste en dos brazos que soportan un peso determinado, a cada lado se tiene una rueda abrasiva que está sobre la muestra a analizar.

Se toma una muestra de aproximadamente 10 cm de diámetro, la cual es pesada en una balanza analítica, antes de ser sometida a prueba y se enciende el aparato. Cada 100 ciclos se toma la pérdida de peso de la muestra y se observa el desgaste. Para resultados, ver --- apéndice 4.

Resistencia a la tensión.- Es el estiramiento que soporta un material al serle aplicada una fuerza cada vez mayor, hasta alcanzar un máximo en el que, al final, llega a la ruptura.

Se elabora una probeta de una forma recomendada -- por la ASTM y se coloca en el aparato, se hace la lectura en el momento que ocurre la ruptura, esta lectura la da directa el equipo y la ruptura se calcula relacionando los kg. soportados con el área transversal de la ---

muestra. Para resultados, ver apéndice 5.

Dureza.- Esta prueba se mide mediante un durómetro; que consta de una carátula registradora y, en la parte inferior, una aguja despuntada de área predeterminada que penetra dentro del plástico de acuerdo con su dureza.

Las unidades que se usan para medir la dureza son Shore A.- La muestra está a temperatura ambiente (22°C) y se mide varias veces en diferentes zonas. Para resultados, ver apéndice 6.

PROPIEDADES TERMICAS.

Degradación o estabilidad a la temperatura.- Se coloca una muestra de peso conocido previamente en una balanza analítica y se observa el comportamiento de la muestra conforme aumenta la temperatura y la pérdida de peso. - Para resultados, ver apéndice 7.

C A P I T U L O I I I

MATERIAS PRIMAS Y DESCRIPCION DEL PROCESO

C A P I T U L O I I I
MATERIAS PRIMAS Y DESCRIPCION DEL PROCESO

En este capítulo, primeramente se describe a las materias primas y sus características y a continuación, el método propuesto de separación de sustancias plásticas (figura III-I), al final se propone el método de solvente para la fabricación de láminas (figura III-2).

Materias primas.

Las materias primas para la fabricación de láminas de PVC son:

- a) Sustancias plásticas
- b) Solvente
- c) Carga.

a)
Sustancias plásticas.- Las sustancias plásticas se pretende extraerlas manualmente de diferentes tipos de desperdicios, provenientes de tiraderos de basura municipal de una planta industrializadora de basura municipal y, más específicamente, con los posibles acuerdos de compañías privadas.

así resulta una reducción del peso de PVC en la elaboración.

La principal razón de usar cargas no es para reducir costos, sino para mejorar la resistencia aislante, -- propiedades de flexión, resistencia al desgarre, deformación en caliente, dureza y otras, dependiendo de las necesidades.

En cualquier caso, las desventajas con todas las cargas se hacen rápidamente más marcadas, conforme se incrementa el contenido de carga.

La carga usada en este trabajo fue una fibra de henequén y el porcentaje máximo de incorporación fue del 10%.

SEPARACION DE LAS SUSTANCIAS PLASTICAS Y REPROCESAMIENTO.

De los diferentes tipos de materiales plásticos que normalmente se encuentran en la basura, se tomó una pequeña muestra representativa de los mismos.

Con los diferentes tipos de materiales plásticos

en pequeños trozos, se diseñó un método de separación, utilizando su diferente densidad y estos separados --- fueron pasados a otra serie de pruebas para confirmar el tipo de plástico.

Al PVC blando obtenido de la separación, se procede a procesarlo por el método propuesto de solvente -- (el solvente que se utiliza es el DMF), para la fabricación de láminas. La elaboración de láminas se llevó a cabo a nivel laboratorio, por medio de prensado, que es la forma de laminación más antigua, a base de presión y temperatura.

METODO DE SEPARACION.

El método de separación por medio de soluciones, se llevó a cabo a nivel laboratorio, las sustancias -- plásticas en trozos se colocan en diferentes soluciones y se observa la separación.

En el agua es la primera separación de sustancias plásticas, de acuerdo con su densidad que es de aproximadamente 1 g/cm^3 , en la parte inferior se precipitan los de mayor densidad y flotan los de menor densidad - respecto al agua, que son el polietileno y polipropileno.

Las de mayor densidad pasan a una solución de -- cloruro sódico con una densidad de 1.139 g/cm^3 , donde, en la parte superior, se extrae el poliestireno y en la parte inferior, el PVC. A continuación, pasan a -- secado.

En la figura III-1 se puede observar el método -- de separación de sustancias plásticas que se propone.

Se efectuaron algunas pruebas físicas con las -- sustancias plásticas separadas, para verificar y con-- firmar la clase de plástico.

La Tabla III-1 muestra el tipo de pruebas neces-- rias para la determinación de la clase de plástico.

FIGURA III-1
SEPARACION DE SUSTANCIAS PLASTICAS

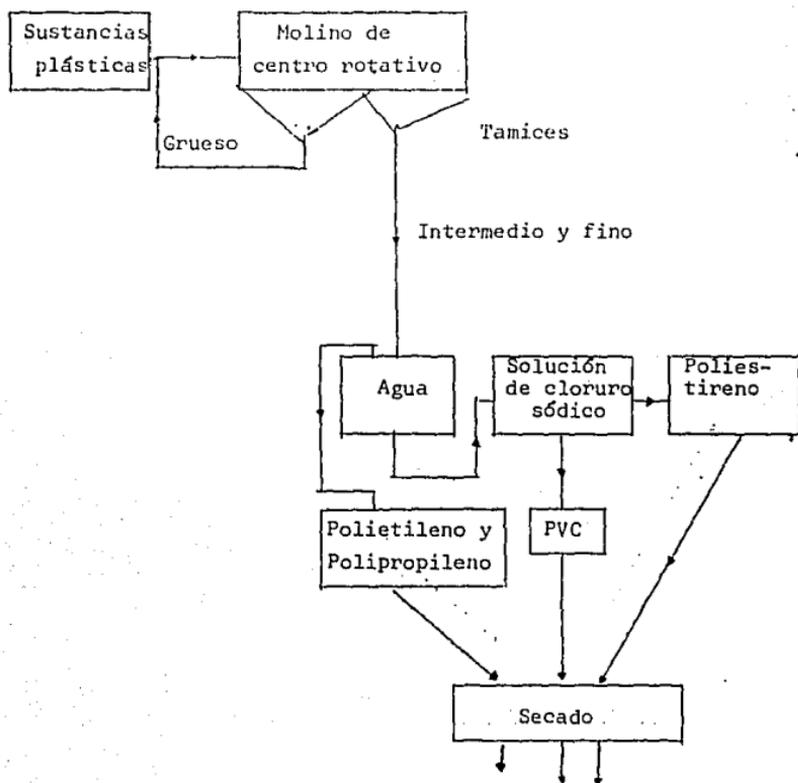


TABLA III-1
DETERMINACION DE LA CLASE DE PLASTICO

DENOMINACION DEL MATERIAL	CALENTAMIENTO LENTO EN UN TUBO DE ENSAYO		ENCENDER CON LLAMA PEQUEÑA	ENCENDER CON LLAMA PEQUEÑA	OLOR DE LOS VAPORES AL CALENTAR - EL PRODUCTO O DESPUES DEL ENCENDIDO Y AL APAGARSE:
	Comportamiento	Rx de los vapores	Encendido	Clase y color de la llama	
1. Cloruro de polivinilo (PVC)	Se descompone, pardo y oscuro.	Muy ácida	Arde dentro de la llama fuera de ella se apaga.	Bordeado en verde, chispeante.	Acido clorhídrico con olor secundario típico.
2. Cloruro de polivinilo blando	Similar a PVC	Muy ácida	Arde dentro de la llama, fuera de ella se apaga o continúa ardiendo después de encendido.	Posiblemente reluciente a causa del plastificante.	Como PVC, olor del plastificante
3. Acetato de polivinilo.	Funde, color pardo	Acida	Continúa ardiendo después de encendido.	Reluciente, dando humo.	Acido acético y olor secundario.
4. Polietileno y Polipropileno.	Funde, el color ligeramente incoloro.	---	Continúa ardiendo después de encendido.	Reluciente, con núcleo azul, gotea.	Débil, como parafina.

PROCESO DE LAMINACION.

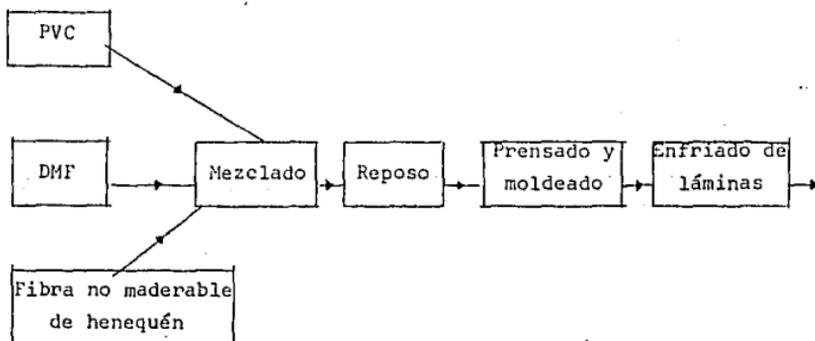
En el proceso de laminación de los materiales plásticos que llevan materiales de refuerzo, tales como: -- fibras, telas, papeles o chapas de madera, el contenido de fibra es variable. En la mayoría es inferior al 10% en peso, pero los enchapados de madera contienen del 8- al 20% de agente plástico aglutinante.

Los laminados más corrientes están formados por -- varias capas de tela o papel impregnado de plástico, -- que se pegan entre sí con calor y a presión, con objeto de que se fluidifique el aglutinante hasta formar una -- masa continua que cubra las fibras. Se pueden utilizar tejidos bastos en vez de tela o papel.

Los laminados presentan mucha mayor resistencia a la tracción que los productos plásticos que no contienen agentes de refuerzo. Se utilizan en los materiales para la construcción de edificios, en la fabricación de muebles, embarcaciones y demás productos que requieran de gran tenacidad.

El proceso que se propone para la fabricación de -- láminas por el método del solvente, se puede observar -- en el diagrama de flujo, en la figura III-2.

FIGURA III-2
FABRICACION DE LAMINAS



METODO DE SOLVENTE.

El reprocesamiento del PVC blando para la fabricación de láminas, por el método propuesto, es: colocar un peso determinado de PVC blando en un recipiente, con fibra vegetal de henequén o sin ella, según sea el caso, enseguida se agrega la cantidad necesaria de solvente (DMF), se deja reposar un tiempo suficiente de absorción, de preferencia se tapa el recipiente para evitar la pérdida por evaporación.

El material plástico impregnado se prensa a base de temperatura y presión, aquí es donde se lleva a cabo el laminado y este proceso llega a su fin cuando se ha enfriado y secado.

CAPITULO IV

RESULTADOS

CAPITULO IV
RESULTADOS

En base a la pequeña muestra de los diferentes tipos de materiales plásticos que normalmente se encuentran en la planta industrializadora de basura, se clasificaron en el laboratorio en la siguiente forma: recipientes, bolsas y tapaderas; posteriormente, si son opacas o transparentes.

Una vez separadas, se tararon y se calculó el porcentaje en peso de cada tipo de recipiente, en forma general, como se observa en la Tabla IV-1 y en forma más específica en la Tabla IV-2.

TABLA IV-1
CLASIFICACION GENERAL EN PORCENTAJE EN
PESO DE LOS MATERIALES PLASTICOS.

MATERIAL	%
Envases	79.56
Bolsas	19.08
Tapaderas	1.36

TABLA IV-2
 CLASIFICACION ESPECIFICA DE LOS DIFERENTES
 TIPOS DE MATERIALES PLASTICOS, EN LA PLANTA
 INDUSTRIALIZADORA DE BASURA.

M A T E R I A L :	%
Envases opacos	70.70
Envases transparentes	8.86
Bolsas totalmente opacas	5.60
Bolsas parcialmente transpa rentes	4.43
Bolsas totalmente transparentes	9.04
Tapaderas opacas	<u>1.35</u>
	<u>100.00%</u>

En la Tabla IV-3 se observa que el porcentaje de polietileno y otros son más abundantes que el PVC. El polietileno es el más abundante, siguiéndole el PVC, poliestireno y polipropileno.

TABLA IV-3

COMPARACION EN PORCENTAJE EN PESO DE PVC
CON RESPECTO A POLIETILENO Y OTROS.

M A T E R I A L	%
PVC	11.36
Polietileno y otros	88.64

La planta municipal industrializadora de basura se dedica a la fabricación de un fertilizante al que denominan Compost.

Se ha denominado Compost, al producto obtenido de la degradación aeróbica y termofílica de los materiales putrescibles de la basura, por acción de las bacterias.

Se hizo un pequeño análisis al compost, se extrajeron los plásticos y se encontró que hay una cantidad pequeña pero constante de 2.5% en peso, ya que los plásticos comparados con otros componentes de la basura, son de peso inferior y los materiales plásticos son más voluminosos que otros de mayor peso.

En la elaboración de láminas, se realizaron --- pruebas con diferentes concentraciones de PVC nuevo- (se refiere a que no ha sufrido ningún tratamiento)- disueldo en DMF, se colocó un volumen conocido en cada prueba, como se observa en la Columna 2 de la Tabla IV-4, y un peso determinado de PVC blando (desperdicio), se dejó en reposo durante un tiempo determinado, se midió el volumen final en cada prueba y el comportamiento de la diferente concentración, como se observa en la columna 6 de la Tabla IV-4, en qué proporción es asimilable y conveniente.

TABLA IV-4
 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE PVC NUEVO EN
 LA FABRICACION DE LAMINAS

	g de PVC blando de desperdicio	V ml	g. de fibra	C* g/ml	Peso final	V final ml
1.	9.95	40	--	0	11.7985	13
2.	9.9675	40	--	0.01	11.9555	13
3.	9.912	40	--	0.025	12.7070	15
4.	9.9425	40	--	0.05	14.0115	14.5
5.	9.8645	60	1	0	11.8015	24
6.	10.0154	60	1	0.01	12.8155	23.5
7.	10.0045	60	1	0.025	13.8940	16.5
8.	9.9935	60	1	0.05	15.6740	17

(*) Variación de PVC nuevo en solvente
 DMF.

En la Tabla IV-5 observamos la variación en el porcentaje de fibra vegetal, en qué proporción es asimilable y conveniente.

TABLA IV-5
VARIACION DE LA CANTIDAD DE FIBRA EN LAMINAS
Y SU COMPORTAMIENTO

g DE PVC BLANDO DE DESPERDICIO	V ml	g de fibra	Peso final g	Caracterís- ticas
1. 9.95	40	--	11.7985	Sin fibra
2. 10.0663	60	1	12,4220	Buena in- corpora- ción de la fibra.
3. 9.964	60	2	13.2140	Exceso de fibra, la rechaza.

Las propiedades moleculares de las macromoléculas están determinadas por el tipo de formulación, incluyendo plastificantes y materiales de relleno y las condiciones de operación que pueden inducir una orientación molecular prefijada o una cristalización. Las propiedades dependen del tiempo transcurrido para su medición.

CAPITULO V

CALCULOS

CAPITULO V

CALCULOS

Análisis Estadístico

El tratamiento estadístico que se realizó con -- los datos obtenidos en el laboratorio, de las propiedades de las láminas, fue: se determinó la desvia-- ción estandar por medio de la fórmula siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum x_i)^2 - (\sum x_i)^2}{(n)(n-1)}}$$

Después se encontró la media aritmética por me-- dio de la fórmula siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

Ver los resultados obtenidos en la Tabla V-1.

TABLA V-1
 LA MEDIA ARITMETICA Y LA DESVIACION
 ESTANDAR DE LAS DIFERENTES PROPIEDADES DE LAMINAS

PROPIEDAD	\bar{X}	S	n
Desgaste	0.04564	0.0091	6*
Resistencia a la tensión:			
- sin fibra	266.47	66.80	6-
- con fibra	411.34	197.15	6-
Dureza:			
- sin fibra	87.5	4.169	20*
- con fibra	95.2	3.224	20*
Espesor:			
- sin fibra	2.383	0.633	6*
- con fibra	2.216	0.711	6*

* En la misma lámina.

- En láminas diferentes.

Estimación de costos.

El país, en los últimos años, ha tenido una fuerte inflación y los precios cambian de un día a otro, los precios enseguida mencionados son de Febrero de 1986.

En la elaboración del estudio económico se tomó como base la medida de una lámina comercial, de 1.83 m de largo y 0.90 m de ancho, el área de esta lámina es de 1.65 m^2 y su espesor de 0.0015 m.

Los costos de materia prima son:

- Litro de solvente (DMF).....\$ 450.00
- Kilo de fibra vegetal (henequén).. " 250.00
- Kilo de desperdicio molido (PVC -
blando)....." 125.00
- Kilo de PVC nuevo....." 500.00

El costo de la materia prima para una lámina sin fibra y área 1.65 m^2 , incluye únicamente 650 g de PVC blando y 1.3 l de solvente (DMF) es de \$ 666.25.

El costo de la materia prima para una lámina con fibra y área 1.65 m^2 incluye 617.5 g de PVC blando, - 32.5 g de fibra vegetal y 1.95 l de solvente (DMF) - es de \$ 962.81.

PRECIOS DE OTROS TIPOS DE LAMINAS

LAMINA TIPO:	MEDIDA	PRECIO
Galvanizada, calibre 30	2.44 x 0.80	\$ 4,038.80
Acrylit, blanca	1.83 x 1.00	" 10,746.75
Poliester, blanca	1.90 x 1.20	" 4,942.70
Asbesto-cemento	1.83 x 1.00	" 3,223.45

DISCUSSION

D I S C U S I O N

La falta de conocimientos sobre los plásticos - ha propiciado problemas de contaminación ambiental.

Su disposición o reprocesamiento pueden ser la mejor y más pronta solución al problema de la acumulación de desperdicios sólidos (basura).

En el Estado de Jalisco, el desperdicio (basura) sigue el tratamiento de fermentación para la elaboración de abonos que contienen una cierta cantidad de materiales plásticos que no fermentan. Con su extracción se obtendría un abono con más ventajas y menor contaminación para los suelos.

Los materiales plásticos separados de los otros desperdicios en la planta de tratamiento de basura, se clasifican por el método de separación propuesto, de acuerdo a su diferente densidad, en diferentes soluciones y a los plásticos separados se les realiza un análisis sencillo para confirmarlos.

La materia prima que se trata de aprovechar es normalmente desperdicio (basura), el PVC blando sirve para elaborar una lámina utilizable en construcción o ir recubierta de otros materiales. La carga usada es fibra de henequén.

En la fabricación de láminas por el método propuesto, se comprobó que la variación de concentración de PVC nuevo en DMI, no influye en las propiedades; con los datos obtenidos de la Tabla IV-4, se obtuvieron las cantidades de PVC blando y solvente en cada lámina. La lámina sin fibra contiene, por cada g de PVC blando, dos mililitros de solvente y si contiene fibra en un 5%, se incrementa el solvente en 50% por la absorción de la fibra vegetal.

Las láminas obtenidas por el proceso propuesto, a nivel laboratorio por el método de solvente, todas realizadas con las mismas condiciones, se observan ventajas y desventajas de sus propiedades. El espesor es variable en diferentes zonas (Apéndice 1), se debe principalmente a la forma de elaboración a nivel laboratorio, con otro procedimiento se obtendría un espesor menos variable. El color es -

variable de acuerdo a la materia prima que se va a utilizar. La absorción de agua en éstas láminas es relativamente baja comparada con otros tipos de láminas de cemento-asbesto, en el Apéndice 2 se puede observar las condiciones a que fueron sometidas, tienen además una elevada resistencia al fuego (Apéndice 3) pero al incendiarse las láminas desprenden gases venenosos. Si los gases de HCL se combinan con las cenizas alcalinas de la combustión de la fibra, se neutralizaría, probablemente, parte del HCL.

Las propiedades térmicas aparecen en el Apéndice 7.

Las láminas que se elaboran con mezcla de éstos materiales son flexibles y en la resistencia a la tensión en laminados con fibra, se observa un alto valor de desviación estandar (Tabla IV-1), debido a la distribución al azar de la fibra vegetal, por lo que es muy importante dónde se mida esta propiedad y qué cantidad de fibra se localiza en la zona de la medición; el Apéndice 5 contiene datos de resistencia a la tensión de láminas sin y con fibra. El des

gaste es mínimo (Apéndice 4). La descomposición es una de las desventajas, son materiales que pueden descomponerse en un tiempo determinado de exposición a los rayos ultravioletas de la luz del sol.

En la Tabla V-1 se puede observar el rango de las propiedades de láminas, por el método propuesto de laminación.

Las aplicaciones del PVC blando o algún otro material plástico de desperdicio (basura), pueden ser otras. En este caso se proponen láminas, pero lo importante es que se elaboran nuevos productos.

Los costos de materia prima obtenidos para la fabricación de láminas, son inferiores comparados con los correspondientes a materia prima nueva.

PROPUESTA INDUSTRIAL

PROPUESTA INDUSTRIAL

El método de separación de las sustancias plásticas a nivel industrial que se propone, es usar un molino de centro rotativo con cuchillas que giren a gran velocidad y en la parte inferior, tiene un tamíz donde los plásticos salen uniformes y los que no alcanzan a pasar se retornan al molino nuevamente o se tiran. —

El método de separación por medio de soluciones a nivel industrial, con las sustancias plásticas en pequeños trozos, se colocan en cestas con orificios pequeños, donde no alcanzan a pasar, únicamente el polvo y la tierra. Estas cestas avanzan con una banda transportadora y la cesta se introduce en una alberca de agua. En el agua es la primera separación de materiales plásticos y la segunda, en una solución de cloruro sódico, en forma semejante a nivel laboratorio. Ver la figura III-1, diagrama de flujo de la separación de sustancias plásticas.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. El fertilizante Compost, contiene 2.5% de materiales plásticos aproximadamente, con su extracción se puede tener un mejor fertilizante.
2. La clasificación por diferente densidad es confiable. Para mayor seguridad se hacen las pruebas físicas en cada separación.
3. El PVC blando que actualmente es desperdiciado como basura, puede ser utilizado como materia prima, para la elaboración de láminas por el proceso propuesto a base de temperatura y presión.
4. En láminas sin fibra, obtenidas por el método de solvente propuesto, por cada kg de PVC blando usar dos litros de solvente DMF. En los laminados con 5% de fibra vegetal, por cada kg de PVC blando usar tres litros de solvente DMF. El porcentaje de fibra vegetal de henequén que se recomienda usar es menor del 10%.
5. Las láminas que se obtuvieron con las mismas condiciones, tienen ventajas y desventajas en -

sus propiedades, con respecto a otras láminas. - El espesor es variable en diferentes zonas, el color es de acuerdo a la materia prima, la absorción de agua es relativamente baja, tienen una elevada resistencia al fuego, son flexibles, buena resistencia a la tensión, con buena dureza, - el desgaste es mínimo y una de las desventajas, es la descomposición por un tiempo determinado de exposición a los rayos ultravioletas de la luz del sol y en caso de incendio, el desprendimiento de gases venenosos.

6. Los costos de materia prima (desperdicio) son inferiores comparados con los de materiales nuevos.

A P E N D I C E S

49.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

A P E N D I C E S

Apéndice 1.- El espesor en varias zonas de una lámina sin y con fibra.

SIN FIBRA	CON FIBRA
2.1	1.5
1.8	2.7
1.9	3.4
2.7	2.1
3.5	1.9
2.3	1.7

Apéndice 2.- La absorción de agua en diferentes condiciones en láminas.

CONDICIONES (solvente, temperatura y tiempo)	AGUA 293.16 K y 1800 s		AGUA 365.16 K y 1800 s	
	Sin fibra	Con fibra	Sin fibra	Con fibra
PESO DE AGUA ABSORBIDA	0.1475 g	1.8075 g	0.3525 g	2.1335g

Apéndice 3.- Características de láminas al encender con llama.

SIN FIBRA	CON FIBRA
- Arde dentro de la llama fuera se apaga.	- Arde dentro de la llama, fuera se apaga.
- Reluciente y bordeado en verde chispeante.	- Reluciente y bordeado en verde chispeante.
- Forma humo debido al plastificante.	- Forma humo debido a la fibra y al plastificante.

Apéndice 4.- La pérdida de peso debido al desgaste en una lámina sin fibra.

TIEMPO DE DURACION	LAMINA SIN FIBRA	PERDIDA DE PESO
000 ciclos	10.8295 g	0.0588 g
100 ciclos	10.7707 g	0.0496 g
200 ciclos	10.7211 g	0.0496 g
300 ciclos	10.6791 g	0.0420 g
400 ciclos	10.6447 g	0.0344 g
500 ciclos	10.6013 g	0.0434 g

Apéndice 5.- La resistencia a la tensión en láminas sin y con fibra.

(') unidades de resistencia a la tensión kg/cm^2 .

SIN FIBRA	CON FIBRA
289.11'	285.71'
317.46'	317.46'
300.75'	273.10'
238.09'	340.13'
142.86'	789.47'
310.56'	462.18'

Apéndice 6.- La dureza en distintas zonas de una lámina de cada tipo.

SIN FIBRA			CON FIBRA		
85	75	91	95	91	91
90	74	84	98	93	98
91	86	90	91	91	100
93	85	95	100	97	93
93	87	83	100	95	94
80	90	87	97	95	99
90	84		85	95	

Apéndice 7.- La degradación y estabilidad térmica para los dos tipos de láminas.

(-) valores no tomados.

TEMPERATURA K	TIPO DE LAMINA (PESO)		CARACTERIS- TICAS
	SIN FIBRA	CON FIBRA	
293.16	6.4935 g	8.2135 g	Lámina con -- las propieda- des mostradas en tablas.
373.16	6.0410 g	7.6240 g	Se ablanda y- no se descom- pone.
398.16	-	-	El color es - ligeramente café.
423.16	5.7220 g	7.1430 g	Se descompon pardo y oscu- ro.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Farbenfabriken Bayer Aktiengesellschaft.
Plásticos Bayer.
Leverkusen, 1955.
2. Krause; Lange.
Introducción al análisis químico de los plásticos.
Primera edición
Carl Hanser Verlag, München, 1965.
3. Reboul, P.; Mitchell, Bruce R.G.
Plastics in the Building Industry.
Primera edición.
William Clowes and Sons.
London, 1968.
4. Rodríguez Ferdinand.
Principios de sistemas de polímeros.
Segunda edición.
Profr. de Ing. Química.
Cornell University; 1962.

5. Roff William John; Scott J. R.
Handbook of Common Polymers.
Primera edición.
Butterwork Co.
The Chemical Rubber Co., U.S.A., 1971.

6. Saechtling; Zebrowski.
Manual de plásticos.
Carl Hanser Verlag, München, 1963.

7. Walter E. Diver.
Química y Tecnología de los plásticos.
Primera edición.
Litton Educational Publishing, Inc., 1979.

8. Weast Robert C., Ph. D.
Handbook of Chemistry and Physics.
56a. edición.
CRC Press, Inc., 1975 - 1976.