



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

**ITM**

**“DEPENDENCIA ORIENTAL DE LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE UN MATERIAL COMPUUESTO  
REFORZADO CON TEXTIL TIPO PETATILLO”**

**OPCIÓN I  
(TESIS)**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:  
YEYMY BONATY GAMBOA KU**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO  
2005**

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
CAPITULO 1. ANTECEDENTE .....	4
1.1 Materiales Compuestos .....	4
1.1.1 Introducción .....	4
1.1.2 Tipos y Clasificaciones .....	6
1.2 Matrices .....	7
1.3 Matrices Poliméricas .....	10
1.3.1 Termoplásticos .....	10
1.3.2 Termofijos .....	10
1.4 Refuerzos .....	13
1.4.1 Introducción .....	13
1.4.2 Clasificación de Refuerzos .....	13
1.5 Fibras .....	14
1.5.1 Fibra de Vidrio .....	15
1.6 Textiles .....	18
1.6.1 Clasificación .....	18
1.6.2 Arquitectura y Geometría de los Textiles de Refuerzo .....	20
1.6.3 Textiles Tipo Colchoneta .....	22
1.6.4 Textiles Con Entretejido $\pm 45^\circ$ (Braided) .....	22
1.6.5 Textiles Tipo Petatillo .....	23
1.7 Propiedades Mecánicas .....	25
CAPITULO 2. METODOLOGIA .....	27
2.1 Materiales y Equipos .....	27
2.2 Elaboración de los Laminados .....	28

2.2.1 Cálculo de las Cantidades Estequiométricas .....	28
2.2.2 Elaboración de Laminados Fibroreforzados .....	31
2.3 Análisis de las Propiedades Mecánicas .....	35
2.3.1 Resistencia a la Tensión .....	36
2.3.2 Resistencia a la Flexión .....	37
2.3.3 Resistencia al Impacto (Izod) .....	37
2.4 Elaboración de Probetas Para Pruebas Mecánicas .....	38
2.5 Fracción Volumétrica .....	42
 CAPITULO 3. RESULTADOS .....	44
3.1 Características de la Resina Epólica .....	44
3.1.1 Pruebas de Tensión .....	44
3.1.2 Pruebas de Flexión .....	46
3.1.3 Pruebas de Impacto .....	47
3.1.4 Pruebas de Tensión para el Sistema de Resina Epólica y DDS.....	49
3.1.5 Pruebas de Impacto para Sistema de Resina Epólica y DDS .....	51
3.2 Caracterización del Material Compuesto .....	52
3.2.1 Pruebas de Tensión .....	53
3.2.2 Pruebas de Flexión .....	56
3.3 Caracterización Angular del Material compuesto .....	60
3.3.1 Pruebas de Tensión .....	60
3.3.2 Pruebas de Flexión .....	63
3.4 Fractografía del Material Compuesto .....	66
3.4.1 Dirección 0° (warp) .....	66
3.4.2 Dirección 30° .....	66

3.4.3 Dirección 45°	67
3.4.4 Dirección 60°	68
3.4.5 Dirección 90° (weft)	68
CAPITULO 4. CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS	72

## INTRODUCCION

La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes (macromoléculas) llamadas polímeros. Estos polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas, los cuales son unidades básicas con la que se forma la estructura y de su nombre químico se basa la designación del polímero. La materia prima más importante para la fabricación de polímeros es el petróleo, debido a que de él se derivan los productos que originan diferentes tipos de plásticos. Otras materias primas que se utilizan para el mismo fin son el carbón y el gas natural.

Los polímeros dependen de diferentes factores para su clasificación por: origen, comportamiento térmico, conformación física, polaridad y consumo. Esto permite dividirlos en dos grandes grupos por su obtención son: naturales y sintéticos. Existen polímeros naturales de gran significación comercial como el algodón, formado por fibras de celulosas. La celulosa se encuentra en la madera y en los tallos de muchas plantas, y se emplean para manufacturar telas y papel. La seda es otro polímero natural muy apreciado y es una poliamida semejante al nylon. La lana, proteína del pelo de las ovejas, es otro ejemplo. El hule de los árboles de hevea y de los arbustos de Guayule, son también polímeros naturales importantes.

Sin embargo, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas. Tales polímeros sintéticos están relacionados con la conversión química del petróleo, gas natural, el carbón y otras fuentes de hidrocarburos.

Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las

fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases. Actualmente, desde el impulso comercial ejercido por los polímeros en los años 50's estos han sido empleados en lo que la Ciencia de Materiales ha considerado el campo científico del futuro en materiales avanzados: los materiales compuestos.

Los materiales compuestos o composites, están formados de dos fases una continua llamada matriz y de una discontinua denominado refuerzo. Los polímeros de ingeniería han demostrado ser matrices tenaces que al ser reforzados presentan propiedades mecánicas semejantes a metales y los han desplazado de aplicaciones estructurales debido a la menor densidad y por ende, menor peso.

Una investigación considerable se ha llevado al cabo para entender el comportamiento de materiales compuestos que emplean textiles del cual la mayor ventaja se encuentra en el creciente desarrollo de la tecnología textil para entretejer materiales con diferente arquitectura y geometría de las fibras que conforman el tramo del textil. De la misma manera se pueden emplear diferentes tipos de fibras poliméricas o cerámicas.

Entre las técnicas textiles mas empleadas como refuerzo se encuentran los tejidos denominados petatillo (woven) y las colchonetas (mat). En muchas técnicas de procesos y aplicaciones, los refuerzos de fibra continua son preferidos a los de fibra corta dado que los primeros ofrecen la posibilidad de predisponer las fibras en una orientación determinada. Entre estos, especialmente el tipo petatillo, están siendo desarrollados para sustituir los laminados multidireccionales convencionales, principalmente debido a sus excelentes propiedades en las direcciones ortogonales, excelentes propiedades de balance y mejor resistencia al impacto. Una ventaja adicional es que sufren tan solo un pequeño porcentaje de distorsión y desalineamiento entre sus fibras que las fibras no entretejidas durante los procesos de apilado en húmedo (wet lay up) y etapas de procesamiento.

En este trabajo de investigación se han propuesto diversas metas, entre ellas las de analizar el efecto de las propiedades mecánicas cuando el esfuerzo sobre el material incide en diferentes direcciones angulares, el efecto de curado de la matriz (resina epóxica) sobre las propiedades mecánicas del material compuesto y el estudio del proceso de fractura en el material compuesto.