

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica

Profesor Patrocinante
Dr. Ing. Mario Razeto Migliaro

RESISTENCIA A LA FATIGA EN COMPUESTOS PLÁSTICO - MADERA

RENZO NIBALDO SALDIVIA GACITÚA

Informe de Memoria de Título
Para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico

MARZO 2006

SUMARIO

El objetivo de este trabajo es determinar la resistencia a la fatiga que tienen los compuestos mixtos de plástico y madera. Para lo cual se realizarán ensayos de fatiga en probetas de este material y se graficará de acuerdo a los resultados obtenidos, para obtener la curva Esfuerzo v/s Número de Ciclos [S-N], es decir, obtener las curvas de Wöhler.

Se verá la influencia en las propiedades mecánicas de la mezcla, con la adición de aditivos como compatibilizantes (anhídrido maleico) y lubricantes (ceras parafínicas) en comparación con la mezcla sin aditivo alguno y en comparación con el Polipropileno puro.

El presente trabajo consta de dos partes significativas las cuales son la teoría de la fatiga en general aplicada a metales junto con materiales compuestos y la otra parte serán los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Sólidos con la máquina Instron Fast Track 8801. Los ensayos a realizar serán tanto estáticos, para determinar el esfuerzo de ruptura y el módulo de elasticidad de cada material, como ensayos dinámicos para determinar las curvas de fatiga del material en cuestion.

ÍNDICE

SUMARIO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
NOMENCLATURA.....	vi
CAPITULO 1: INTRODUCCION.....	1
1.1 Descripción del Proceso de Elaboración del Compuesto.....	2
1.2 Objetivos Generales.....	6
1.3 Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO 2: MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN.....	7
2.1 Polímeros.....	7
2.1.1 Clasificación de los Polímeros.....	7
2.2 Maderas (Pino Radiata).....	13
2.2.1 Componentes Químicos de la Madera.....	14
CAPÍTULO 3: PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES.....	15
3.1 Propiedades Mecánicas de los Polímeros.....	15
3.1.1 Introducción.....	15
3.1.2 Deformación Elástica.....	17
3.1.3 Deformación Plástica y Punto de Fluencia.....	19
3.1.4 Factores que Influyen en las Propiedades Mecánicas.....	23
3.1.4.1 Temperatura y Velocidad de Deformación.....	23
3.1.4.2 Peso Molecular.....	23
3.1.4.3 Cristalinidad.....	24
3.1.4.4 Copolímeros y Plastificantes.....	25
3.1.5 Propiedades Mecánicas del Polipropileno (PP).....	25
3.2 Propiedades Mecánicas de la Madera.....	27
3.2.1 Introducción.....	27
3.2.2 Esfuerzos.....	27
3.2.1.1 Esfuerzo de Compresión.....	28
3.2.2.2 Esfuerzo a la Tracción.....	28
3.2.2.3 Esfuerzo al Cizalle.....	29
3.2.2.4 Esfuerzo de Flexión.....	30
3.2.2.5 Clivaje.....	31
3.2.2.6 Tenacidad.....	32
3.2.2.7 Dureza	32

3.2.2.8 Extracción de Clavo.....	32
3.2.3 Normas para los ensayos en Madera.....	33
3.2.4 Factores que Influyen en las Propiedades Mecánicas de la Madera.....	33
3.2.4.1 Defectos.....	34
3.2.4.2 Densidad.....	34
3.2.4.3 Contenido de Humedad.....	34
3.2.4.4 Temperatura.....	35
3.2.4.5 Albura y Duramen.....	35
3.2.4.6 Tratamientos de Preservación.....	35
3.3 Propiedades Mecánicas de Compuestos Plástico – Madera.....	35
CAPÍTULO 4: TEORÍA DE FATIGA.....	37
4.1 Introducción.....	37
4.2 Formación de la Grieta.....	38
4.3 Esfuerzos Fluctuantes.....	41
4.4 Curvas S-N o Curvas de Wöhler.....	42
4.5 Relación entre Resistencia a la Fatiga y a la Ruptura.....	45
4.6 Parámetros que Influyen en la Rotura por Fatiga.....	47
4.6.1 Tipo de Carga.....	47
4.6.1.1 Carga de flexión rotativa o carga de flexión invertida.....	47
4.6.1.2 Carga Axial.....	47
4.6.1.3 Carga de Torsión.....	47
4.6.2 Condiciones de aplicación de las cargas.....	48
4.6.2.1 Frecuencia.....	48
4.6.2.2 Forma de aplicación del Esfuerzo.....	48
4.6.2.3 Esfuerzos residuales.....	48
4.6.3 Dimensiones y acabado Superficial.....	48
4.6.3.1 Dimensiones.....	48
4.6.3.2 Concentradores de Esfuerzo.....	48
4.6.3.3 Terminación Superficial.....	48
4.6.4 Condiciones Ambientales.....	49
4.6.4.1 Temperatura.....	49
4.6.4.2 Humedad.....	49
4.6.4.3 Rayos Ultravioleta (UV).....	49
4.6.4.4 Corrosión.....	50

CAPITULO 5 : FATIGA EN MATERIALES COMPUESTOS.....	51
5.1 Introducción de materiales Compuestos.....	51
5.2 Fatiga en Materiales Compuestos.....	51
5.3 Consideraciones Generales de la degradación a Fatiga de un Laminado.....	52
5.4 Fenómeno de la Fatiga. Curvas S-N.....	52
5.5 Factores del Material que afectan en la vida a la Fatiga de los Laminados.....	53
5.5.1 Influencia de la Fase de Refuerzo.....	53
5.5.2 Influencia de la orientación de las Fibras.....	54
5.5.3 Influencia de la Matriz y la Adherencia Fibra-Matriz.....	55
5.5.4 Influencia del Refuerzo en forma de Tejido Ondulado.....	55
5.5.5 Laminados Híbridos	55
5.6 Efecto de las Características de las Tensiones en la Fatiga de los Laminados.....	56
CAPÍTULO 6: NORMAS DE ENSAYOS MECÁNICOS.....	58
6.1 Normas de Ensayos Estáticos.....	58
6.2 Normas de Ensayos Dinámicos.....	59
CAPITULO 7 : PROGRAMACIÓN DE ENSAYOS.....	60
7.1 Ensayos Estáticos.....	60
7.2 Ensayos Dinámicos.....	60
CAPÍTULO 8: REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	62
8.1 Ensayos Estáticos.....	62
8.2 Ensayos Dinámicos.....	63
CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES.....	68
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS.....	72
ANEXO A : EXTRUSIÓN DE PLÁSTICOS.....	73
ANEXO B : ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS.....	80
ANEXO C : CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA.....	87
ANEXO D : INFLUENCIA DEL ESFUERZO MEDIO (σ_m) Y ALTERNO (σ_a).....	93
ANEXO E : RESULTADOS ENSAYOS ESTÁTICOS.....	97
ANEXO F : RESULTADOS ENSAYOS DINÁMICOS.....	122
ANEXO G : DIEMSIONES DE PROBETAS UTILIZADAS.....	123