

Índice general

Agradecimientos	i
1 Introducción	1
1.1 Materiales compuestos	1
1.1.1 Introducción	1
1.1.2 Definición de material compuesto	3
1.1.3 Fase matriz	5
1.1.3.1 Matriz polimérica: resina sintética	6
1.1.4 Fibras de refuerzo: fase dispersa	7
1.1.4.1 Fibras. Generalidades	7
1.1.4.2 Fibras naturales: Definición	10
1.1.4.3 Clasificación de las fibras naturales	13
Fibras de origen animal	14
Fibras de origen vegetal	14
Fibras de origen inorgánico	15
1.2 Métodos de fabricación	15
1.2.1 Procesos en molde abierto	15
Método de contacto manual (Hand lay-up)	16
Moldeo por infusión de resina	19
Método de proyección	22
Bobinado o filament winding	23
Proyección	24
Centrifugación	25
1.2.1.1 Procesos en molde cerrado	26
Pultrusión	26
Moldeo por prensado	26

RTM (Resin Transfer Moulding) moldeo por transferencia de resina.	30
1.3 Medios de movilidad personal	31
1.3.1 La tendencia evolutiva de los vehículos.	31
1.3.2 Evolución en el diseño de los automóviles	34
1.3.3 Criterios de fallo estático	36
1.3.3.1 Tensión máxima	38
1.3.3.2 Deformación máxima	39
1.3.3.3 Tsai-Hill	41
1.3.3.4 Tsai-Wu	42
1.3.4 Determinación del criterio de fallo estático	43
1.3.5 Software de Elementos Finitos	46
1.4 Estado del arte	51
1.4.1 Introducción	51
1.4.2 Fuentes de información	51
1.4.3 Fuentes de búsqueda	53
1.4.4 Revisión bibliográfica	59
2 Objetivos	63
2.1 Objetivos	63
2.2 Metodología empleada	65
2.3 Planificación de la investigación	68
2.4 Desviaciones en la planificación	69
2.5 Punto de partida de la investigación	72
3 Materiales y métodos	75
3.1 Ensayo de permeabilidad	75
3.1.1 Metodología	77
3.1.2 Ensayo de permeabilidad	79
3.1.3 Cálculo de la permeabilidad	80
3.1.4 Modelo CFD.	83
3.2 Obtención de las probetas	85
3.2.1 Método de fabricación	85
3.2.2 Materiales de estudio	88
3.2.3 Lino (Flax)	88

3.2.4 Yute	90
3.2.5 Basalto	92
3.2.6 Ramie.	93
3.2.7 Bambú	93
3.2.7.1 Matriz de estudio.	94
3.2.8 Equipos y herramientas auxiliares.	95
3.2.9 Materiales fungibles	95
3.2.10 Proceso de fabricación	102
3.2.11 Datos geométricos de los materiales a estudiar.	108
Datos iniciales obtenidos de los distintos tejidos:	110
Datos obtenidos de las distintas placas de material compuesto:	110
Probetas de tracción de los distintos materiales:	110
Datos obtenidos de las distintas placas de material compuesto:	111
Probetas de Flexión de los distintos materiales:	111
Probetas de compresión:	114
Probetas de Cortadura Iosipescu:	114
Probetas para tracción en el eje Z:	114
3.3 Obtención del colín	119
3.3.1 Obtención de la geometría en CAD del colín	119
3.3.2 Fabricación del colín	121
3.4 Obtención del estribo	123
3.5 Ensayos de caracterización mecánica.	127
3.5.1 Ensayo de tracción	127
3.5.2 Coeficiente de Poisson	131
3.5.3 Ensayo de flexión	132
3.5.4 Ensayo de dureza	135
3.5.5 Ensayo de compresión	136
3.5.6 Ensayo de cortadura Iosipescu	138
3.5.7 Ensayo de tracción sobre el eje Z	141
3.5.8 Fatiga.	142
3.5.8.1 Fatiga en materiales compuestos	144
3.5.9 Diseño y fabricación de un banco de ensayos para fatiga	146
3.5.10 Ensayos de fatiga	150
3.5.11 Estudio de Fatiga Multiaxial	153
3.5.11.1 Montaje sobre banco de ensayos	153

3.6	Modelo teórico de Elementos Finitos uniaxial	155
3.6.1	Modelado CAE	155
3.6.2	Desarrollo del Modelo de Elementos Finitos para los ensayos de fatiga axial .	161
3.7	Desarrollo de un Modelo de Elementos Finitos multiaxial	161
3.7.1	Desarrollo del Modelo de Elementos Finitos multiaxial estático. Colín	162
3.7.1.1	Análisis por elementos finitos.	163
3.7.2	Desarrollo del Modelo de Elementos Finitos multiaxial estático. Estribo . . .	166
3.7.3	Desarrollo del Modelo de Elementos Finitos Multiaxial a Fatiga	167
3.7.3.1	Desarrollo del modelo de elementos finitos.	168
4	Resultados y discusión	175
4.1	Permeabilidad	175
4.1.1	Discusión	181
4.2	Ensayo de tracción	181
4.3	Ensayo Poisson	188
4.4	Ensayo de flexión	189
4.4.1	Ensayos de dureza	191
4.5	Ensayo de compresión	194
4.6	Ensayo de cortadura Iosipescu	198
4.7	Ensayo de tracción sobre laminado en eje Z	200
4.8	Ensayos de fatiga	201
4.8.0.1	Ensayos previos: validación del equipo y selección del material	201
4.8.0.2	Estudio sobre fibra de bambú	203
4.8.1	Estudio de fatiga multiaxial	206
4.9	Modelo uniaxial por elementos finitos	208
4.9.0.1	Carbono sarga	209
4.9.1	Carbono UD	210
4.9.2	Lino	211
4.9.3	Yute	212
4.9.4	Basalto	213
4.9.5	Bambu	214
4.9.6	Discusión	214
4.10	Modelo estático por elementos finitos multiaxial	216
4.10.1	Simulación del colín	216

4.10.2	Discusión	217
4.10.3	Simulación del estribo frente a cargas estáticas.	218
4.10.4	Simulación del estribo para estudio de fatiga.	219
5	Conclusiones	223
6	Líneas de investigación futuras	227
	Bibliografía	229
	Índice de figuras	235
	Índice de tablas	245