

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
1.1. Antecedentes.....	21
1.1.1. El neumático y su constitución.....	22
1.1.2. La problemática medioambiental.....	30
1.1.2.1. Políticas gubernamentales.....	30
1.1.2.2. Responsabilidad del productor.....	31
1.1.2.3. Tasas gubernamentales.....	31
1.1.2.4. Libre mercado.....	31
1.1.2.5. Planificación en materia de residuos.....	32
1.1.2.6. Costes reciclaje.....	34
1.1.2.7. Reutilización de materiales.....	35
1.1.2.8. La recuperación de energía.....	36
1.1.2.9. Problemática actual.....	37
1.1.2.10. Datos internacionales de la recuperación de NFUs.....	43
1.1.2.11. Estándares para mejorar la calidad de los productos derivados de NFUs.....	43
1.1.2.12. Discusión.....	44
1.1.2.13. Conclusiones.....	44
1.1.3. Tecnología textil.....	45
1.1.4. No tejidos o aglomerados.....	45
1.1.5. El proceso de termocompresión.....	46
1.1.5.1. Sistemas de aplicación del calor.....	47
1.1.6. Fundamentos acústicos.....	48
1.1.6.1. Modelización matemática.....	48
1.1.6.2. Caracterización acústica.....	54
1.1.6.3. Medida de la porosidad.....	55
1.1.6.4. Medida de la tortuosidad.....	55
1.1.6.5. Medida de la resistividad al flujo de aire.....	57
1.1.6.6. Permeabilidad al aire.....	58
1.1.7. Diseño de experimentos.....	59
1.1.7.1. Historia del diseño estadístico.....	59
1.1.7.2. Introducción al diseño de experimentos.....	60
1.1.7.3. Partes del diseño de experimentos.....	61
1.1.7.4. Diseño factorial.....	62
1.1.7.5. Anova en diseños 2k.....	63
1.1.7.6. Diagrama de Pareto.....	64
1.1.7.7. Modelos para los datos.....	64
1.1.7.8. Optimización de un proceso.....	65
1.1.8. Búsqueda bibliográfica.....	65
1.1.8.1. Fuentes de información consultadas.....	65
1.1.8.2. Fuentes de búsqueda utilizadas.....	66
1.1.8.3. Discusión.....	69
1.1.8.4. Conclusión.....	69
1.1.9. Estado del arte.....	69

1.1.10.	.....	etivos73
1.1.10.1.	Caracterización morfológica.....	74
1.1.10.2.	Caracterización composicional .....	74
1.1.10.3.	Búsqueda de experiencias previas. ....	75
1.1.10.4.	Estudio de la influencia de las variables presión, masa, temperatura y tiempo. ....	75
1.1.10.5.	Estudio de la influencia del espesor de las muestras. ....	75
1.2.	Conclusiones. ....	76
<b>2.</b>	<b>EXPERIMENTAL.....</b>	<b>77</b>
2.1.	Planificación del diseño de experimentos .....	79
2.2.	Materiales .....	81
2.2.1.	Materiales obtenidos del reciclado de neumáticos fuera de uso .....	82
2.3.	Equipos y procedimientos.....	82
2.3.1.	Caracterización visual de fibras.....	82
2.3.1.1.	Preparación de las fibras .....	82
2.3.1.2.	Caracterización longitudinal de las fibras.....	83
2.3.1.3.	Caracterización seccional de las fibras .....	84
2.3.1.4.	Caracterización composicional .....	86
2.3.2.	Control del peso de las muestras .....	86
2.3.3.	Configuración de las placas .....	87
2.3.4.	Realización de las muestras.....	89
2.3.5.	Determinación del coeficiente de absorción.....	90
2.3.6.	Determinación de la porosidad.....	92
2.3.7.	Determinación de la Tortuosidad.....	93
2.3.8.	Determinación de la permeabilidad .....	94
2.4.	Resultados y discusión. ....	95
2.4.1.	Diseño de experimentos.....	95
2.4.1.1.	Discusión .....	103
2.4.1.2.	Conclusiones .....	103
2.4.2.	Resultados de la caracterización física de las fibras.....	104
2.4.2.1.	Distribución longitudinal .....	104
2.4.2.2.	Discusión longitudes de fibra .....	105
2.4.2.3.	Distribución seccional .....	105
2.4.2.4.	Discusión diámetros.....	106
2.4.3.	Resultados de la caracterización composicional de las fibras .....	107
2.4.3.1.	Discusión composición fibras.....	108
2.4.3.2.	Conclusión .....	109
2.4.4.	Coficiente de absorción acústica, porosidad, tortuosidad, permeabilidad. ....	109
2.4.4.1.	Monocapa, Fibra N° 1 .....	110
2.4.4.2.	Coficiente de absorción acústica .....	110
2.4.4.3.	Porosidad.....	111
2.4.4.4.	Tortuosidad .....	112
2.4.4.5.	Permeabilidad al flujo de aire.....	113
2.4.4.6.	Parámetros acústicos muestra N°8.....	114

2.4.4.7.	Monocapa, fibra N° 2 .....	114
2.4.4.8.	Coeficiente de absorción acústica .....	114
2.4.4.9.	Porosidad.....	116
2.4.4.10.	Tortuosidad.....	117
2.4.4.11.	Permeabilidad al flujo de aire.....	118
2.4.4.12.	Parámetros acústicos muestra N°14.....	119
2.4.4.13.	Monocapa, fibra N° 3 .....	119
2.4.4.14.	Coeficiente de absorción acústica .....	119
2.4.4.15.	Porosidad.....	121
2.4.4.16.	Tortuosidad.....	121
2.4.4.17.	Permeabilidad al flujo de aire.....	122
2.4.4.18.	Parámetros acústicos, muestra N° 35.....	123
2.4.4.19.	Discusión coeficiente de absorción monocapa .....	123
2.4.5.	Bicapa, fibra N° 1 y N° 2 .....	124
2.4.5.1.	Coeficiente de absorción acústica .....	125
2.4.5.2.	Parámetros acústicos.....	126
2.4.5.3.	Fibra N°1 y N° 3 .....	126
2.4.5.4.	Coeficiente de absorción acústica. ....	127
2.4.5.5.	Parámetros acústicos.....	128
2.4.5.6.	Fibra 3 y 2.....	128
2.4.5.7.	Coeficiente de absorción acústica .....	129
2.4.5.8.	Parámetros acústicos.....	130
2.4.5.9.	Discusión coeficiente de absorción bicapa .....	130
2.4.6.	Tricapa, fibra 1, 3, 2.....	131
2.4.6.1.	Parámetros acústicos.....	131
2.4.6.2.	Coeficiente de absorción acústica .....	132
2.4.6.3.	Fibra 2, 3,1.....	133
2.4.6.4.	Discusión coeficiente de absorción tricapa .....	134
2.4.7.	Muestras compuestas por mezclas de fibras, fibra 1 y 2 .....	134
2.4.7.1.	Coeficiente de absorción acústica .....	135
2.4.7.2.	Discusión coeficiente de absorción mezclas de fibras, fibra 1, 2. ....	136
2.4.8.	Muestras compuestas por mezclas de fibras, fibra 1, 3, 2.....	136
2.4.8.1.	Coeficiente de absorción acústica .....	136
2.4.8.2.	Discusión coeficiente de absorción, mezclas de fibras, fibra 1, 3, 2. ....	137
2.4.9.	Comparativa entre conformado con bicapa y mezcla aleatoria. ....	137
2.4.10.	.....Comparativa entre conformado con tricapa y mezcla aleatoria.	138
2.4.11.	..... Mejor resultado	139
2.4.12.	..... Comparativa con la lana mineral.	139
2.4.13.	..... Conclusiones	140
2.4.13.1.	Bicapa.....	141
2.4.13.2.	Muestras tricapa 1.3.2.....	142
2.4.13.3.	Muestra 2, 3, 1.....	143
2.4.13.4.	Comparativa capas y mezclas 1/2 y 1+2 .....	143
2.4.13.5.	Comparativa capas y mezclas 1/3/2 y 1+3+2 .....	144
2.4.13.6.	Fibras estándar Justificación final.....	144

### **3. CONCLUSIONES FINALES..... 145**

3.1.	Introducción .....	147
3.2.	Experimental .....	149
3.3.	Nuevas líneas de investigación .....	154
<b>4.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>155</b>
<b>5.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>163</b>
	ANEXO I .....	165
	ANEXO II .....	197
1.	ÍNDICE DE TABLAS .....	201
2.	ÍNDICE DE FIGURAS .....	205
3.	ÍNDICE DE ECUACIONES .....	209
4.	GLOSARIO DE TÉRMINOS EMPLEADOS.....	211