

# ÍNDICE SISTEMÁTICO

	<u>PÁGINA</u>
Sumario .....	5
Prólogo .....	7
<b>Capítulo 1. Biomasa como fuente de energía .....</b>	<b>9</b>
Objetivos del capítulo .....	11
1. Biomasa: definición y concepto .....	12
2. Datos generales sobre la biomasa .....	12
2.1. Biomasa en el mundo .....	12
2.2. Biomasa en Europa .....	15
3. Fuentes de biomasa .....	20
3.1. Biomasa industrial .....	22
3.2. Biomasa agrícola .....	25
3.3. Cultivos energéticos .....	26
3.4. Biomasa ganadera .....	28
3.5. Residuos orgánicos urbanos .....	31
3.6. Biomasa forestal .....	33

4. Consideraciones ambientales al uso de la biomasa .....	37
4.1. Efecto invernadero .....	37
4.2. Emisiones y biomasa .....	40
4.3. Otras consideraciones ambientales .....	43
5. Caracterización de la biomasa .....	45
5.1. Poder calorífico de la biomasa .....	46
5.1.1. Poder calorífico superior e inferior .....	48
5.1.2. Poder calorífico superior .....	48
5.1.3. Poder calorífico inferior .....	51
5.2. Humedad .....	52
5.3. Análisis elemental .....	54
5.4. Materias volátiles .....	57
5.5. Porcentaje de cenizas .....	58
5.6. Fusibilidad de las cenizas .....	60
5.7. Distribución del tamaño .....	61
5.8. Densidad .....	62
5.9. Toma de muestras .....	63
Anexos del capítulo .....	65
Conceptos básicos .....	67
Referencias bibliográficas .....	67
<b>Capítulo 2. Tecnologías de combustión .....</b>	<b>69</b>
Objetivos del capítulo .....	71
1. Combustión de la biomasa .....	72
1.1. Proceso de combustión .....	72
1.2. Tipos de combustión .....	73
1.3. Etapas de la combustión .....	76
2. Tipos de calderas .....	77
2.1. Clasificación según el fluido portador .....	78
2.1.1. Calderas de agua caliente .....	78
2.1.2. Calderas de agua sobrecalentada .....	79
2.1.3. Calderas de vapor .....	80
2.1.4. Calderas de fluido térmico .....	81

2.2. Clasificación según la distribución del fluido y gases .....	82
2.2.1. Calderas pirotubulares .....	82
2.2.2. Calderas acuotubulares .....	85
2.3. Clasificación según la tecnología de combustión .....	86
2.3.1. Calderas de parrilla .....	87
2.3.1.1. Parrillas fijas inclinadas .....	87
2.3.1.2. Parrillas fijas vibrantes .....	88
2.3.1.3. Parrillas móviles viajeras .....	89
2.3.1.4. Parrillas móviles alternativas .....	90
2.3.2. Calderas de combustible pulverizado .....	92
2.3.3. Calderas de lecho fluido .....	93
3. Dispositivos de una caldera .....	97
3.1. Cámara de combustión .....	98
3.2. Paredes de agua .....	99
3.3. Calderín de vapor .....	101
3.4. Sobrecalentador .....	103
3.5. Economizador .....	105
3.6. Precalentador de aire .....	107
3.7. Sistemas de limpieza.....	108
4. Depuración de gases de combustión .....	111
4.1. Ciclones y multiciclones .....	112
4.2. Filtros de mangas .....	113
4.3. Precipitadores electrostáticos .....	115
Anexo del capítulo .....	118
Conceptos básicos .....	122
Referencias bibliográficas .....	122
<b>Capítulo 3. Gasificación, metanización y biocombustibles .....</b>	<b>123</b>
Objetivos del capítulo .....	125
1. Otras formas de biomasa .....	126
2. Gasificación de la biomasa .....	127
2.1. Proceso de gasificación.....	127

2.2. Agentes gasificantes .....	129
2.3. Etapas de gasificación .....	131
2.4. Tipos de reactores .....	133
2.4.1. Gasificadores de corriente ascendente o tipo directo .....	134
2.4.2. Gasificadores de corriente descendente o tiro invertido .....	135
2.4.3. Gasificadores de tiro cruzado o transversal .....	135
2.4.4. Gasificadores de lecho fluido .....	136
2.5. Depuración y tratamiento de gases .....	138
3. Metanización de la biomasa .....	141
3.1. Proceso de metanización .....	142
3.1.1. Recepción .....	143
3.1.2. Homogeneización .....	144
3.1.3. Digestión .....	144
3.1.3.1. Etapas de la digestión .....	145
3.1.3.2. Parámetros del proceso .....	147
3.1.3.3. Tipos de reactores .....	151
3.1.4. Desgasificación .....	152
3.1.5. Almacenamiento .....	153
3.1.6. Tratamiento de gases .....	154
3.1.6.1. Filtrado .....	156
3.1.6.2. Limpieza .....	156
3.1.6.3. Concentración .....	156
3.1.6.4. Licuefacción .....	157
3.2. Gas de vertedero .....	158
4. Biocombustibles .....	160
4.1. Bioetanol .....	161
4.2. Biodiésel .....	163
Anexos del capítulo .....	166
Conceptos básicos .....	169
Referencias bibliográficas .....	169
<b>Capítulo 4. Densificación y almacenamiento de biomasa .....</b>	<b>171</b>
Objetivos del capítulo .....	173

1. Densificación de la biomasa .....	174
1.1. Procesos de baja densificación .....	174
1.1.1. Astillas .....	174
1.1.2. Trituradoras .....	175
1.1.2.1. Trituradora de cilindros .....	175
1.1.2.2. Trituradora de martillos.....	177
1.1.3. Astilladoras .....	177
1.1.3.1. Astilladoras de tambor .....	179
1.1.3.2. Astilladoras de disco .....	181
1.1.4. Equipos de trituración y astillado .....	181
1.1.4.1. Equipos fijos de trituración y astillado .....	182
1.1.4.2. Equipos móviles de trituración y astillado .....	183
1.1.5. Empacado .....	184
1.1.5.1. Empacadoras herbáceas .....	185
1.1.5.2. Empacadoras leñosas .....	187
1.1.6. Compactación .....	187
1.2. Procesos de alta densificación .....	188
1.2.1. Peletizado .....	188
1.2.1.1. Proceso de peletización .....	193
1.2.2. Briquetas .....	205
2. Almacenamiento .....	207
2.1. Consideraciones generales .....	207
2.2. Almacenamiento en intemperie .....	211
2.2.1. Almacenamiento en balsas abiertas .....	213
2.2.2. Depósitos .....	215
2.2.3. Silos de almacenamiento .....	216
2.2.4. Almacenamiento semicerrado .....	218
2.2.5. Almacenamiento cerrado .....	219
2.2.5.1. Almacenamiento cerrado en superficie .....	220
2.2.5.2. Almacenamiento cerrado con foso .....	222
Anexos del capítulo .....	224
Conceptos básicos .....	226
Referencias bibliográficas .....	226

<b>Capítulo 5. Manipulación de la biomasa. Plantas de generación con biomasa</b> .....	<b>227</b>
Objetivos del capítulo .....	229
1. Manipulación de la biomasa .....	230
1.1. Equipos móviles .....	231
1.2. Cintas transportadoras .....	232
1.2.1. Cintas estacionarias lineales .....	234
1.2.2. Cintas móviles .....	234
1.2.3. Cintas radiales .....	235
1.2.4. <i>Tripper</i> .....	236
1.3. Tornillos sin fin .....	237
1.4. Transportadores de cadenas .....	238
1.5. Elevadores de cangilones .....	239
1.6. Suelos móviles .....	240
2. Fuego y explosión .....	241
3. Generación de energía eléctrica .....	244
3.1. Ciclo de vapor .....	244
3.1.1. Turbina de vapor .....	246
3.1.1.1. Tipos de turbinas .....	247
3.1.1.2. Grupo turbogenerador .....	253
3.1.2. Sistemas de refrigeración .....	255
3.1.2.1. Refrigeración por agua .....	255
3.1.2.2. Tratamiento del agua .....	261
3.1.2.3. Refrigeración por aire .....	263
3.1.3. Consideraciones al ciclo de vapor .....	264
3.2. Motores de combustión interna .....	266
Anexos del capítulo .....	268
Conceptos básicos .....	274
Referencias bibliográficas .....	274



