

ISBN
Imprime: Taravilla, S.L. Madrid

ISBN de la colección completa 978-84-87381-49-2
ISBN de este Tomo I 978-84-87381-50-8

Autores:
Óscar González-Prieto, Dr. Ingeniero de Montes
Profesor asociado de la Universidad de Vigo
Escuela de Ingeniería Forestal de Pontevedra

J. Enrique Peraza Sánchez, Arquitecto
Secretario General de AITIM

© Óscar González-Prieto y J. Enrique Peraza
© de esta edición Asociación de Investigación de Industrias de la Madera (AITIM)

Agradecimientos:
Javier Hernando González
Ingeniero de montes

Tomo I

Cómo se
fabrican los
productos de
la madera

Presentación

Escribir un libro sobre tecnología de forma amena e instructiva es tarea ciertamente difícil. No sabemos si lo hemos logrado.

Nuestras motivaciones han sido las siguientes:

- (a) Hay un vacío sobre este tema en las publicaciones de AITIM (las que hay son bastante antiguas).
- (b) Conocer la tecnología de fabricación de los productos es útil para comprenderlos mejor y saber usarlos adecuadamente.
- (c) Es posible escribir sobre estos temas de forma atractiva e interesante (un buen ejemplo es el apéndice sobre el aserrado del libro de AITIM Cerchas de madera “a la española” de Joaquín Pueyo Abós). También programas de TV del tipo “Cómo se hace” y determinados videos en internet resultan entretenidos y comprensibles.
- (b) La información tecnológica sobre máquinas y equipos resulta a menudo incomprensible sin conocer mínimamente qué papel juegan en la fabricación.

Hemos de reconocer que el desarrollo del trabajo ha sido bastante más complicado de lo esperado, entre otras razones por las siguientes:

- (a) Analizar y comprender todos los procesos industriales es un objetivo prácticamente imposible.
- (b) La tecnología está en continua evolución y mejora y escribir sobre ella es como si Heráclito tratara de bañarse dos veces en el mismo río.
- (c) Un tema así solo le puede interesar a especialistas por lo que es muy difícil que no sea un aburrimiento... pero siempre habrá alguien que le resulte ameno

Siendo verdaderas las anteriores aseveraciones hemos llegado a las siguientes conclusiones positivas.

- (a) Los principios que subyacen debajo de la mayoría de estas tecnologías son relativamente sencillos.
- (b) La mayoría de las tecnologías en la industria de la madera se desarrollaron al comienzo de su creación y con el tiempo no han hecho más que mejorarse pero apenas han habido saltos cualitativos importantes.
- (c) Detrás de las tecnologías más importantes se encuentran personas de gran creatividad (en algunos casos geniales).

Junto a estos hombres geniales han existido en este sector multitud de héroes anónimos que se ganaban la vida de una forma muy dura como los leñadores o los gancheros¹, que también contribuyeron a su manera. Junto a estos hay que resaltar la valentía de tantos empresarios que invirtieron grandes fortunas para crear fábricas donde llevar a la práctica sus sueños. Muchas de ellas han continuado hasta nuestros días.

Por eso hemos incluido en el libro bastantes ejemplos concretos de empresas reales que ayudan a fijar las ideas que a lo mejor no han quedado suficientemente claras. Esas citas han sido tomadas principalmente de dos revistas:

- (a) World Wood International (ya extinta) y
- (b) Wood Based panels International

Además, muchas de las imágenes del libro se han tomado de la primera. Nuestro reconocimiento es doble ya que poder usar información técnica ya elaborada (lo que podríamos denominar periodismo técnico) ha sido muy útil

¹ La novela “El río que nos lleva”, de José Luis Sampedro o “el Río de la vida” de Norman Maclean son dos libros ilustrativos en este sentido.

porque se ha puesto de forma comprensible una información compleja. Un material de un valor incalculable que no se valora suficientemente.

Tecnología y oficio

Antiguamente los que sabían de maquinaria eran los ingenieros de montes. Actualmente son los fabricantes de maquinaria, pero los usuarios no sabe cómo están hechas las cosas sino cómo funcionan. Eso tiene un problema: convierte a los usuarios en meros operadores de máquinas, no en carpinteros. Tras la última crisis de 2008 ha vuelto el oficio de carpintero y los “meros” operadores de máquinas se han quedado sin trabajo. Es aquello de ser aprendiz antes que maestro y cocinero antes de fraile. Cualquier persona que trabaje en una carpintería debe conocer el por qué y el para qué de las tecnologías.

En el fondo las máquinas actuales son la optimización de las herramientas clásicas de carpintería: la sierra, el cepillo, la gubia, el formón, la lija, etc. que en vez de utilizarse manualmente están gobernadas por el ordenador, y auxiliados por la visión artificial (escaner, modelización 3D, ...) “Fabricar tablero contrachapado de calidad es un arte; fabricar tablero contrachapado de manera rentable es una ciencia”, dijo alguien.

Hoy en día se habla de la industria 4.0 también en el ámbito de la madera, carpintería y mueble, haciendo referencia a la 4ª revolución industrial. Términos modernos y actuales (que tan siquiera se traducen del inglés) como big data, robótica, realidad aumentada, fabricación aditiva, la Nube, Machine Learning, internet de las cosas, ciberseguridad, etc. incluso el tan recurrido término de tele-trabajo que ha sido tan necesario en los últimos tiempos, no hacen más que esconder mejoras de procesos industriales básicos con máquinas y tecnología con años de antigüedad.

También es interesante comprobar que un muy alto número de equipos usados en la industria de la madera son genéricos, se usan en otras industrias (ciclones, cribas, transportadores, secaderos, prensas, lijadoras) lo importante aprovechar lo ya está inventado en beneficio del oficio de la madera. También es curioso comprobar cómo se reciclan y aprovechan máquinas de otras fábricas en un mercado de segunda mano muy activo (son muchas veces las propias empresas fabricantes de equipos las que se ocupan de este mercado).

Un apunte respecto al alcance de este libro. Dada la extensión de los temas se ha decidido dividir el libro en tres tomos: el primero se dedica a las industrias básicas; el segundo se dedicará a los productos estructurales; y el tercero a carpintería y otros.

Finalmente, y por no aburrir al lector antes de tiempo, acabamos rogándoles comprensión en las posibles inexactitudes y que nos hagan llegar los errores y erratas que detecten en estos textos que seguramente tendrán, pensando en la siguiente edición en la siguiente edición, que los autores ya piensan en mejorar.. Esperamos que el libro les resulte entretenido e instructivo

LOS AUTORES

Índice

PRESENTACIÓN	5	Secado al exterior.....	50
MADERA ASERRADA	12	Secado en cámara	50
Definición	12	Pre-secado	50
Sistemas de aserrado.....	12	Secaderos baja temperatura.....	51
Antecedentes	13	Secaderos alta temperatura.....	51
Proceso de fabricación.....	19	Secado por humidificación.....	51
Aserrado con sierra de cabeza.....	22	Secado al vacío	51
Recepción y almacenamiento	22	Retestado y clasificado.....	53
Actividades complementarias.....	23	Clasificado	54
Tronzado	24	Clasificación automatizada	54
Descortezado.....	25	Clasificación por longitud.....	56
Admisión de troncos	26	Reclasificado y cepillado.....	58
Clasificación de los troncos	27	Marcado	58
Alimentado de la sierra.....	27	Cepillado.....	59
El carro.....	28	Almacenado.....	59
Aserrado.....	29	Embalado y empaquetado	61
Despieces.....	31	Rendimiento.....	62
Desdoblado o re-aserrado.....	32	Bibliografía	63
Escuadrado	32	Retos del futuro.....	63
Cepillado y moldurado	33		
Clasificado de la madera aserrada.....	33	CHAPAS	64
Aserrado de grandes producciones.....	34	Definición	64
Antecedentes	34	Normas	64
Patio de apilado y estanques.....	35	Especies	64
Estanques.....	35	Usos	65
Patio.....	36	Tipos	66
Clasificación de troncos.....	37	Chapa aserrada	67
Detector de metales.....	37	Antecedentes	67
Medida de los troncos	38	Especies.....	70
Movimiento de los troncos	38	Chapa aserrada vs chapa de cuchilla.....	70
Tronzado	39	Fabricación.....	70
Descortezado.....	40	Chapa cortada con cuchilla.....	71
Admisión de troncos en aserradero	41	Aceptación de la madera prima	71
Alimentación de la sierra.....	42	Conservación del tronco	71
Primer corte con sierras alternativas.....	43	Tronzado.....	72
Líneas cánter o perfiladoras.....	45	Descortezado	73
Características.....	45	Despiece.....	73
El cánter como sistema integral.....	47	Marcado y almacenado de troncos	74
Acabado	49	Manejo de las trozas	74
Tratamiento anti-azulado.....	49	Ablandamiento de las trozas	74
Secado	49	Cocido.....	75
		Vaporizado	77
		Vaporizado vs cocido	78
		Corte de la cara de referencia	78
		Sistemas de corte con cuchilla	78
		Corte plano.....	78
		Antecedentes.....	78

Funcionamiento.....	78	Selección de la materia prima.....	100
Dispositivo que realiza el corte.....	79	Especies.....	102
Corte a la plana horizontal.....	79	Conservación del tronco.....	103
Corte a la plana vertical.....	80	Preparación del tronco.....	105
Corte a la plana inclinado.....	82	Carga del tronco.....	105
Patrones de corte a la plana.....	82	Detección de metales.....	105
Chapa de desenrollo.....	83	Descortezado.....	105
Antecedentes.....	83	Tronzado.....	107
Desenrollo.....	84	Ablandamiento de la troza	
Chapas discontinuas de desenrollo.....	84	Inmersión tibia.....	109
Secado.....	86	Vaporizado.....	109
Secado artificial.....	86	Cocido.....	110
Secado al aire.....	86	Vaporizado vs cocido.....	111
Secado en prensas calientes.....	86	Alimentación del torno.....	111
Secadero continuo o sin fin.....	87	Desenrollo.....	112
Controles de secado.....	87	Cargado y cilindrado de la troza.....	112
Clasificación de las chapas.....	87	Centrado mecánico.....	112
Corte y seccionado de las chapas.....	87	Centrado láser.....	113
Secuencia de cizallado.....	88	Centrado láser vs óptico.....	114
Juntado.....	88	Cilindrado.....	114
Saneado y reparado.....	88	Desenrollo.....	115
Aparejado y juntado.....	88	Torno en general.....	115
Cosido con hilo.....	89	Base o bancada.....	115
Pegado embutido.....	89	Mecanismo de rotación.....	115
Escuadrado.....	90	Cuchilla y porta-cuchillas.....	116
Lijado.....	90	Barro de presión.....	116
Ordenado, marcado y embalado.....	90	Tornos de desenrollo sin ejes.....	117
Apilado ordenado.....	90	Parámetros de desenrollo.....	117
Expedición de la chapa.....	90	Almacenado de la chapa.....	118
Manejo de la chapa.....	91	Corte y bobinado temporal.....	118
Bibliografía.....	91	Corte y apilado temporal.....	118
TABLERO CONTRACHAPADO.....	92	Tecnología del seccionado.....	118
Definición.....	92	Sobredimensionado de chapa.....	119
Componentes.....	92	Expulsión del curro.....	119
Chapa.....	93	Apilado de las chapas.....	120
Características.....	93	Secado de la chapa.....	122
Grueso.....	93	Tipos de secado.....	122
Longitud.....	94	Control del secado.....	125
Troza.....	94	Montaje del tablero y prensado.....	126
Rolla.....	95	Recuperación de hojas, recortes.....	126
Curro, rulo o bolo.....	95	Escuadrado y juntado.....	127
Propiedades.....	96	Parchado de chapas.....	128
Usos.....	96	Composición del paquete.....	129
Fabricación.....	97	Manual y mecánica.....	130
Antecedentes.....	97	Encolado de las chapa Colas.....	131
Diagrama de flujo.....	100	Extendido de la cola.....	133
		Control del encolado.....	134

Prensado	135	Defragmentadoras o astilladoras	160
Prensado en frío y prensa manual	135	Astilladoras de tambor	160
Pre-prensado.....	136	Astilladoras de disco	160
Prensas calientes.....	137	Astilladoras de martillo.....	160
Prensado frío vs caliente	137	Astilladoras de aspas	161
Prensado caliente prensas multi-vano	138	Molinos o refinadoras	161
Prensas multi-vano vs mono-vano	138	Astilladoras sónicas.....	161
Placas de carga	138	Defragmentado de madera reciclada.....	162
Carga de la prensa.....	139	Humedad de la madera defragmentada	163
Sistemas de carga manual.....	139	Forma y dimensiones de la partícula	163
Sistemas mecánicos de carga.....	139	Esbeltez de la partícula	164
Prensa multi-vano vs prensas mono-vano	140	Distribución de capas	164
Placas de carga en caliente	140	Secado de las partículas	164
Calentamiento de los platos.....	141	Tipos de secaderos	165
Tiempo de prensado.....	141	De calentamiento indirecto.....	165
Cálculo simplificado de prensado	142	De calentamiento directo.....	166
Acondicionado, enfriado y equilibrado	143	De banda continua	167
Acondicionado.....	143	De discos.....	167
Equilibrado.....	143	Clasificación de las partículas	168
Acabado	144	Limpieza de las partículas	169
Escuadrado y dimensionado	144	Encolado	169
Lijado	144	La cola recubre la partícula	170
Recubrimiento y sellado de cantos	145	Dosificación y pesado de la partícula.....	170
Almacenado	145	Encoladoras y mezcladoras	170
Embalaje para la expedición.....	145	Formado de la manta.....	171
Control de calidad.....	146	Formado mecánico	171
Rendimiento de fabricación	147	Formado por corriente de aire.....	172
Normas de referencia.....	147	Distribución de la manta	174
Retos de futuro.....	149	Sistema de placas articuladas	175
TABLEROS DE PARTÍCULAS	150	Sistema de banda de acero	175
Componentes	151	Sistema de formado continuo.....	176
Especies de madera.....	152	Control de calidad de la manta	178
Fabricación	153	Control de peso.....	178
Antecedentes	153	Control de humedad	178
Orígenes.....	153	Control de espesor	179
Resumen del proceso.....	154	Prensado	179
Patio de apilado.....	154	Pre-prensado.....	179
Madera en rollo.....	154	Corte de la manta.....	180
Virutas	155	Control del pre-prensado	180
Organización del patio	156	Diseños de pre-prensa.....	180
Descortezado	158	Variación del grosor	181
Aprovechamiento de la corteza	158	Carga de la prensa	181
Limpieza del tronco	159	Placas de carga.....	181
Preparación de la partícula.....	159	Moldes	182
Partículas a partir de astillas.....	159	Montacargas distribuidores	182
Equipos de astillado	160	El prensado.....	182
		Proceso mecánico.....	182

x CÓMO SE FABRICAN LOS PRODUCTOS DE LA MADERA

Proceso térmico.....	182	Desfibrado	209
Proceso químico	183	Pre-vaporizado de limpieza.....	209
Temperaturas de prensado	183	Alimentado de tornillo.....	210
Tipos de prensas calientes	184	Pre-calentado o digestión	210
Prensas multi-vano.....	184	Tornillo de descarga	210
Funcionamiento	184	Alimentado del refinador	211
Platos de prensado	185	Refinado y desfibrado.....	211
Ciclos de prensado.....	185	Dimensiones de la fibra	212
Prensas mono-vano	186	Secado/encolado de las fibras.....	212
Prensas continuas	187	Encolado	212
Prensas de calandra	187	Control del encolado	213
Prensas de placas encadenadas	187	Secado	213
Prensas continuas de banda de acero	187	Tipos de secaderos.....	213
Sistema Contipress.....	191	Silo intermedio.....	213
Sistema ContiRoll	191	Formado de la manta.....	214
Sistema Contipower.....	191	Sistema de corrientes de aire.....	215
Estabilizado y enfriado del tablero	193	Sistema Pendistor.....	215
Cámaras de enfriamiento	193	Sistema Siempelkamp.....	216
Ruedas de enfilamiento	193	Sistema IMAL PAL.....	216
Acabado	194	Sistema Dieffenbacher.....	216
Canteado.....	194	Control de la manta.....	217
Escuadrado	195	Prensado	218
Lijado	195	Pre-prensado.....	218
Lijado y regruesado	196	Corte de la manta	219
Apilado y almacenado.....	196	Detección de metales.....	220
Condiciones de almacenado	196	Prensado en caliente.....	220
Mecanizado del almacén	197	Radio frecuencia.....	220
Transporte	197	Prensado continuo	221
Rendimiento de producción	198	Prensa de calandra.....	221
Retos del futuro.....	199	Prensado tipo Küsters	222
Bibliografía	199	Prensado tipo ContiRoll.....	223
		Control de prensado	223
TABLEROS DE FIBRAS DE MDF	200	Enfriado	224
Definición	200	Acabado	224
Componentes	201	Lijado	224
Materia prima	201	Dimensionado y corte a medida.....	225
Especies.....	201	Embalado y almacenado.....	225
Propiedades.....	201	Control total de la línea	225
Tableros MDF vs Tablero de Partículas.....	202	Normativa de referencia.....	226
Proceso de fabricación.....	203	Retos de futuro.....	227
Patio de apilado.....	204		
Viruta	204	TABLEROS DE FIBRAS DUROS HARDBOARD	228
Transporte de virutas.....	206	Definición	228
Descortezado.....	206	Antecedentes	228
Limpieza y detección de metales.....	206	Propiedades	229
Astillado	206	Aplicaciones	229
Limpieza y lavado de astillas	206	Dimensiones	230

Especies	230
Componentes	230
Proceso de fabricación.....	231
Patio de apilado.....	232
Apilado al aire libre y bajo cubierta.....	233
Transporte de la viruta a la planta.....	233
Descortezado	233
Astillado	234
Materia prima para astillado.....	235
Limpieza de las astillas	235
Precautado y digestión.....	236
Desfibrado y refinado	236
Tipos de refinadores.....	237
Tanques de acopio de fibra	238
Secado/encolado de fibra	238
Secado/encolado de la fibra (proceso seco)	238
Dilución de las fibras (proceso húmedo)	240
Formado (proceso seco)	240
Formado por vacío.....	240
Formado sistema Pendistor	241
Formado (proceso seco)	242
Sistema Fourdrinier	242
Sistema Asplund	242
Control de la manta.....	243
Corte de la manta	243
Prensado	243
Variación del grosor desde el formado....	243
Transporte y carga de la manta.....	243
Pre-prensado.....	244
Control de la densidad de la manta.....	245
Prensado multivano (proceso húmedo) .	245
Prensado multivano (proceso seco).....	247
Prensado en prensa continua	248
Prensa de calandra	248
Tratamiento térmico o templado	249
Clasificación	250
Acabado	250
Almacenado	250
Normas	250

