

Madera secada al vacío

Estudios comparativos del CTBA muestran que en este sistema, los ciclos de secado, con una presión menor que la atmosférica, se produce una migración de agua desde el interior a la superficie a una temperatura relativamente baja

Los distintos tipos de secadero se diferencian en la forma de suministrar la energía para calentar la madera y en que el proceso de secado sea por fases alternadas de vacío-presión o por una sola fase de vacío, mantenida durante todo el secado.

En el **proceso discontinuo** la madera se calienta durante la fase de presión atmosférica mediante aire que circula entre las piezas de madera. El calentamiento es por tanto por convección, similar al que tiene lugar en los secaderos convencionales. Una vez alcanzada la temperatura deseada se inicia la fase de vacío durante la que el agua comienza a hervir y se evapora de la superficie de la madera. El vapor de agua liberado se elimina por medio de la bomba del vacío.

Las capacidades de los secaderos discontinuos pueden llegar hasta los 100 m³ y pueden estar formados por un solo autoclave o por dos para las capacidades grandes, funcionando en tandem, es decir con las fases vacío-presión opuestas, cuando una cámara está en vacío la otra está en presión y así sucesivamente.

La madera se apila sobre rastreles.

Los secaderos que trabajan con la fase de **vacío en continuo** se distinguen por el sistema de aporte de calor.

Así la madera puede calentarse por medio de unas pla-

cas de aluminio sobre las que se apila ésta y por las que circula agua caliente (aporte de la energía calorífica por conducción). El vapor de agua que va desprendiéndose de la madera se condensa en unas placas verticales frías colocadas en los laterales de la cámara. Este agua se recoge en el fondo de la cámara y se elimina durante el secado o al final de éste. Estos secaderos tienen una capacidad útil pequeña porque las placas ocupan mucho volumen; no suelen tener más de los 10 m³ útiles.

También se puede aportar la

energía suficiente para secar por convección, es decir calentando el aire que se hace circular entre la pila de madera. La diferencia con el primer método es que el sistema para el calentamiento del aire que circula tiene que estar situado dentro del autoclave ya que el aire se introduce frío, se calienta dentro, se hace circular por medio de ventiladores y se retira el vapor por medio de la bomba de vacío. En este método se mantiene una humedad del aire del secadero de manera que sea función de la humedad de equilibrio de

la madera, de igual forma que se hace en los secaderos normales que secan a la presión atmosférica. Esto es, se establecen tablas de secado muy precisas en las que se van reflejando para cada momento del secado (para cada humedad de la madera) las condiciones del aire: humedad, temperatura y presión. El aire húmedo que sale de la cámara se hace circular por una placa fría sobre la que se condensa el agua para su evacuación. Hay que tener en cuenta que por razones medioambientales en un futuro no muy lejano (en algunos países ya es obligatorio) habrá que depurar el aire húmedo que sale de los secaderos y el agua de condensación.

Este tipo de secado permite controlar y modificar si se desea el proceso del secado, de forma que si se secan maderas delicadas, costosas o que pueden sufrir modificaciones en su coloración, el programa de secado se atenúa rebajando el gradiente de humedad aun a costa de aumentar el tiempo de secado. El control del secado puede llevarse con una gran exactitud porque

además de conocer la temperatura y la presión se conoce el agua que sale del autoclave ya que se condensa y recoge en el exterior de ésta.

Hay otra tercera forma de calentar la madera en el **secado continuo**, aunque hasta ahora no se haya extendido, es por medio de la **alta frecuencia**. El mayor problema que se presenta es su coste ya que el calor se obtiene de la energía eléctrica y esto sólo es posible en los países en que la electricidad tiene un precio muy bajo.

El CTBA ha realizado un estudio comparativo entre los secaderos tradicionales y secaderos de vacío, para lo que ha analizado los siguientes parámetros: especies y volumen secadas, humedades inicial y final de la madera, duración del secado y consumo total de energía (energía térmica y energía eléctrica para los ventiladores y la bomba de vacío).

La duración del secado en los secaderos de vacío es de 3 a 5 veces menor que en los secaderos tradicionales y el

consumo de energía depende de varios parámetros como son la especie, el grueso y el proceso que se emplee. Por ejemplo el consumo de energía secando roble de 27 mm con un secadero de vacío discontinuo es del 30 al 40% menor que en un secadero tradicional. En el caso de un secadero de vacío con placas térmicas, es decir sin ventilador, la principal fuente de energía es la térmica ya que sólo se emplea la electricidad para la bomba de vacío que trabaja una de cada doce horas.

Experimentalmente para un secadero discontinuo en el que se seca roble de 27 mm con una humedad inicial del 30% y final del 10%, el secado dura 5 días y se consume 2 kwh/kg. Estos valores se han obtenido secando 3.445 m³ al año. Si se trata de roble de 54 mm de grueso, con humedades inicial y final de 40 y 14%, la duración del secado es de 9 días y el consumo de 2,12 kwh/kg, secando un volumen anual de 1.885 m³. Con precios de 1.992 en Francia, las inversiones son de 3,785 millones de francos y el tiempo efectivo de secado de 24 días al mes durante 11 meses. En estas condiciones el coste del secado es mayor que en secaderos tradicionales para los gruesos de 27 mm, pero son similares para los de 54 mm (el coste en secaderos tradicionales para roble de 27 mm es de unos 190 francos/m³).

La principal ventaja del secadero de vacío es la rapidez del secado de maderas que se han oreado previamente. Como contrapartida, las inversiones son muy grandes y sólo pueden llevarse a cabo en el caso de maderas de mucho precio. En Francia se secan unos 20 mil m³ de roble de grueso superior a 50 mm y 80 mil m³ de haya, lo que representa aproximadamente el 20-25% de la producción de esta madera. En las tablas que se acompañan se han recogido datos comparativos de varios tipos de secadero y los costes de un secadero discontinuo.

	Roble 27 mm Precio por m ³ (en F/m ³)	roble 54 mm precio por m ³ (en F/m ³)
Costes variables	121,80	167,20
Costes fijos	170,30	306,20
Coste de secado con amortización	292,10	473,40
sin amortización	185,90	279,40

Vacío discontinuo	vacío con planchas calientes			vacío con vapor sobrecalentado			artificial			tradicional		
	roble	roble	haya	roble	roble	haya	roble	roble	haya	roble	roble	haya
Especies												
Espesor (mm)	27	54	85	27	64	27	54	50	50	27	54	54
Volumen (m ³)	30	6	8,6	2,2	4,0	4,0	17	37	17	40	36	40
Humedad inicial %	30	40	56	30	36	25	30	35	70	30	40	40
Humedad final %	10	14	10	10	11	10	9	8	8	10	10	14
Duración secado horas	120	216	276	96	240	18	443	192	144	384	1.296	360
Consumo energía (kwh/kg de agua)	2,00	2,12	1,88	2,61	2,68	1,43	2,57	1,80	1,20	3,14	4,00	1,46