

METODO PARA ESTIMAR EL TIEMPO DE SECADO EN SECADORES CONVENCIONALES, Martín Pavon Hinrichsen, Ingeniero Civil Mecánico.

INTRODUCCION

Estimar el tiempo de secado de una determinada especie maderera, es de gran interés, especialmente para calcular el costo de secado y la productividad de una determinada instalación. No existen bases para predecir con exactitud la duración de un ciclo de secado para una carga, en una cámara en particular; sin embargo considerando los factores más importantes de entre los muchos involucrados, es posible hacer una estimación que puede resultar muy útil. Los valores tabulados fueron obtenidos empíricamente en el Princes Risborough Laboratory en Inglaterra para un espesor de 38 mm.

METODO

El método consiste en determinar primeramente, un tiempo básico de secado, mediante factores que consideran la especie maderera, el espesor de las piezas y la reducción de humedad requerida. Posteriormente este tiempo se afecta por un factor que toma en cuenta las diferencias de equipamiento de las instalaciones, la calidad inicial de la madera y la degradación final aceptable de la madera. Es decir el tiempo básico de secado se calcula como sigue:

$$t_b = C \times R \times T$$

Donde

- t_b = Tiempo básico de secado, en días
- C = Factor que considera la especie y su velocidad de secado.
- R = Factor que considera la reducción de humedad requerida
- T = Factor que considera el espesor de la madera.

Los factores C , R , y T , se entregan tabulados en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente. Finalmente el tiempo de secado estimado se calcula como:

$$t_R = t_b \times K$$

Donde:

- t_R = Tiempo real de secado en días
- t_b = Tiempo básico de secado en días
- K = Factor que considera las diferencias de equipamiento, calidad inicial de la madera y de degradación final aceptable.

El factor K se entrega en la Tabla N° 4.

TABLA Nº 1

FACTOR DE VELOCIDAD DE SECADO

Grupo de velocidad de secado	Factor de Velocidad de Secado (C)
1	0.30
2	0.40
3	0.55
4	0.75
5	1.00
6	1.30
7	1.60
8	1.95
9	2.35

TABLA Nº 2

FACTOR DE REDUCCION DE HUMEDAD

Reducción de Humedad %	Factor de Reducción de Humedad (R)
15	7.6
20	9.2
25	10.7
30	12.1
35	13.4
40	14.6
45	15.8
50	17.0
55	18.1
60	19.2
65	20.3
70	21.3
75	22.3
80	23.3

TABLA Nº 3

FACTOR DE ESPESOR

Esesor de la Madera (mm)	Factor de Espesor (T)
25	0.60
32	0.80
38	1.00
44	1.20
50	1.40
57	1.65
63	1.90
70	2.15

TABLA Nº 4

FACTOR DE CORRECCION DEL TIEMPO BASICO DE SECADO (k)

Características de la madera		Características de la Cámara		
Degradación final permisib.	Calidad inic. de la madera	CLASE 1 (1)	CLASE 2 (2)	CLASE 3 (3)
Sobre lo normal	Alta	0.55	0.65	0.85
	Media	0.60	0.80	0.95
	Baja	0.65	0.85	1.05
Normal	Alta	0.75	0.95	1.10
	Media	0.85	1.05	1.20
	Baja	0.95	1.15	1.30
Mínima	Alta	0.95	1.15	1.30
	Media	1.05	1.25	1.40
	Baja	1.15	1.35	1.50

(1) : Velocidad de aire alta (> 1.5 m/s), ventiladores laterales.

(2) : Velocidad de aire media (0.9 - 1.2 m/s), ventiladores de ejes cruzados ubicados en el techo.

(3) : Velocidad de aire baja (< 0.9 m/s), ventiladores de ejes longitudinales ubicados en el techo.

A modo de aclaración, a continuación se entrega un ejemplo de aplicación del método. Determinar el tiempo de secado para madera de Pino oregón de 50 mm de espesor en una cámara con ventiladores tipo ejes cruzados sobre el techo y con velocidad de aire media. La madera es de una calidad inicial media y la degradación final debe ser mínima. La humedad inicial es de 85% y la final de 15%.

$$tb = CxRxT$$

C = 0.3 (Madera tipo grupo 1, velocidad de secado según Tabla N° 5).

R = 21.3 (Reducción de humedad de un 70%)

T = 1.4 (Espesor 50 mm).

$$tb = 0.3 \times 21.3 \times 1.4 = 8.95 \text{ días}$$

$$K = 1.25 \text{ (Tabla N° 4).}$$

$$tR = 8.95 \times 1.25 = 11.2 \text{ días}$$

Si consideramos para el mismo ejemplo que la calidad inicial de la madera es buena y que la degradación permisible es normal, se tiene:

$$K = 0.95$$

$$tR = 8.95 \times 0.95 = 8.5 \text{ días}$$

Es decir en este caso se acorta el ciclo en 2.7 días.

A continuación se presentan en el Anexo, los programas de secado recomendados para diversas especies y utilizados como base. Ellos van desde los más suaves (A) hasta los más rigurosos (M).

TABLA Nº 5

CARACTERÍSTICAS DE SECADO DE ALGUNAS ESPECIES DE INTERES

Nombre Comercial	Programa Sugerido	Grupo de Vel. de Secado	Características de secado de la especie
Pino Radiata	K	(1)	Se seca fácilmente con poca degradación si se toman precauciones.
Eucalipto	C	(7)	Gran tendencia a agrietarse y al colapso durante el secado, se requiere secado al aire previo.
Coigüe	B	(7)	Generalmente se seca mal con pronunciada tendencia a la distorsión, es probable aparición de Colapso. Recomendable un secado al aire previo.
Raulí	E	(6)	Se seca un poco lento pero bien, con poca degradación
Pino oregón	K	(1)	Se seca muy rápidamente y sin demasiadas grietas, distorsión y aflojamiento de nudos.

ANEXO

PROGRAMAS DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa A:		Para espesores 38 mm			HR (%)	Modificación al Program. para Espesores Mayores	
		C.H.(%)	TBS (°C)	TBH (°C)		38 - 75 mm TBH (°C)	<75 mm TBH (°)
Etapa	1	Verde	35	30.5	70	31.0	32.0
	2	60	35	28.5	60	29.5	30.5
	3	40	40	31.0	50	32.0	33.0
	4	30	45	32.5	40	34.0	35.0
	5	20	50	35.0	35	36.5	38.0
	6	15	60	40.5	30	42.5	44.5
Programa B							
Etapa	1	Verde	40	37.5	85	38.5	39.0
	2	40	40	36.5	80	37.5	38.5
	3	30	45	40.5	75	41.5	42.5
	4	25	50	44.0	70	45.0	46.0
	5	20	55	46.0	60	47.5	48.5
	6	15	60	47.5	50	49.0	50.5
Programa C							
Etapa	1	Verde	40	37.5	85	38.5	39.0
	2	60	40	36.5	80	37.5	38.5
	3	40	45	40.5	75	41.5	42.5
	4	35	45	39.5	70	40.5	41.5
	5	30	45	38.5	65	39.5	40.5
	6	25	50	42.0	60	43.0	44.0
	7	20	60	47.5	50	49.0	50.5
	8	15	65	48.5	40	50.5	52.0



PROGRAMAS DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa D: Para espesores 38 mm					HR (%)	Modificaciones al Progr. para Espesores Mayores	
		C.H. (%)	TBS (°C)	TBH (°C)		38 - 75 mm TBH (°C)	> 75 mm TBH (°)
Etapa	1	Verde	40	37.5	85	38.5	39.0
	2	60	40	36.5	80	37.5	38.5
	3	40	40	35.0	70	36.0	36.5
	4	35	45	37.5	60	38.5	39.5
	5	30	45	35.0	50	36.0	37.5
	6	25	50	36.5	40	38.0	39.5
	7	20	60	40.5	30	46.5	48.5
Programa E:							
Etapa	1	Verde	50	47.0	85	48.0	49.0
	2	60	50	46.0	80	47.0	48.0
	3	40	50	45.0	75	46.0	47.0
	4	30	55	47.5	65	48.5	50.0
	5	25	60	49.0	55	50.5	52.0
	6	20	70	54.5	45	56.5	58.0
	7	15	75	56.5	40	58.5	60.5
Programa F:							
Etapa	1	Verde	50	45.0	75	46.0	47.0
	2	60	50	44.0	70	45.0	46.0
	3	40	50	42.0	60	43.0	44.0
	4	30	55	43.5	50	45.0	46.0
	5	25	60	46.0	45	47.5	49.0
	6	20	70	52.5	40	54.5	56.5
	7	15	75	65.5	40	58.5	60.5

PROGRAMA DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

Programa G:		Para espesores 38 mm				Modificación al program. para Espesores Mayores	
		C.H. (%)	TBS (° C)	TBH (° C)	HR (%)	38 - 75 mm TBH (°C)	> 75 mm TBH (°C)
Etapa	1	verde	50	47.0	85	48.0	49.0
	2	60	50	46.0	80	47.0	48.0
	3	40	55	51.0	80	52.0	53.0
	4	30	60	54.5	75	55.5	57.0
	5	25	70	62.5	70	64.0	65.0
	6	20	75	62.5	55	64.0	65.5
	7	15	80	61.0	40	63.0	65.0
Programa H							
Etapa	1	Verde	60	55.5	80	57.0	58.0
	2	50	60	54.5	75	55.5	57.0
	3	40	60	52.0	65	53.0	54.5
	4	30	65	53.5	55	55.0	56.5
Programa J							
Etapa	1	Verde	60	53.0	70	54.5	55.5
	2	50	60	50.5	60	52.0	53.0
	3	40	60	47.5	50	49.0	50.5
	4	30	65	48.5	40	50.5	52.0
	5	20	75	52.0	30	54.5	56.5



PROGRAMA DE SECADO RECOMENDADOS PARA DIFERENTES ESPECIES

		Programa K: Para Espesores 38 mm	Modificación al Program. para Espesores Mayores				
			CH (%)	TBS (°C)	TBH (°C)	HR (%)	38 - 75 mm TBH (°C)
Etapa	1	Verde	70	65.0	80	66.5	68.0
	2	50	75	67.0	70	68.5	70.0
	3	30	80	68.5	60	70.5	72.0
	4	20	90	69.0	40	71.5	73.5
Programa L							
Etapa	1	Verde	80	72.0	70	73.5	75.0
		40	90	69.0	40	71.5	73.5
Programa M							
Etapa	1	Verde	90	81.0	70	83.0	84.5
	2	50	95	78.0	50	80.0	82.0