

P & P
consultores



Asomavalle
Asociación de Madereros del Valle



*OPERACIÓN Y CONTROL
DEL PROCESO DE SECADO
DE MADERA*

¡¡Rompeparadigmas!!

El contenido de humedad final de una carga de secado de madera **NO ES UNA VARIABLE DIRECTA DE CONTROL**

Es el Resultado de

“Conducir y operar de manera eficiente el proceso de secado considerando todas las piezas dentro de la cámara como un solo cuerpo o masa”

NORMA NIMF 15 FAO - ICA

TRATAMIENTO TERMICO

Proceso mediante el cual un producto básico es sometido al calor hasta alcanzar una temperatura mínima, durante un período mínimo (30min a 56°C), *conforme a especificaciones técnicas reconocidas oficialmente.*

1.-EL AGUA EN LA MADERA

1.1.- AGUA LIBRE

-Se ubica en el interior de la cavidades celulares

-PSF Paredes celulares saturadas pero sus cavidades vacías 21%al 32%

Durante la extracción del agua libre la madera no sufre deformaciones

1.-EL AGUA EN LA MADERA

1.2.- AGUA DE SATURACIÓN HIGROSCOPICA O FIJA

-Se ubica en la paredes celulares

-Su evacuación de la madera es lenta hasta lograr el equilibrio higroscópico con la humedad relativa de la atmosfera circundante.

Para la mayoría de la especies el equilibrio higroscópico esta entre 12 y 18% humedad

1.-EL AGUA EN LA MADERA

1.3.- AGUA DE CONSTITUCION

-Forma parte de la materia celular de la madera, su eliminación implicaría la destrucción parcial de la madera

2.-Elementos de una Cámara de secado

2.1.-La cámara o cuarto

2.2.-Sistema de Ventilación

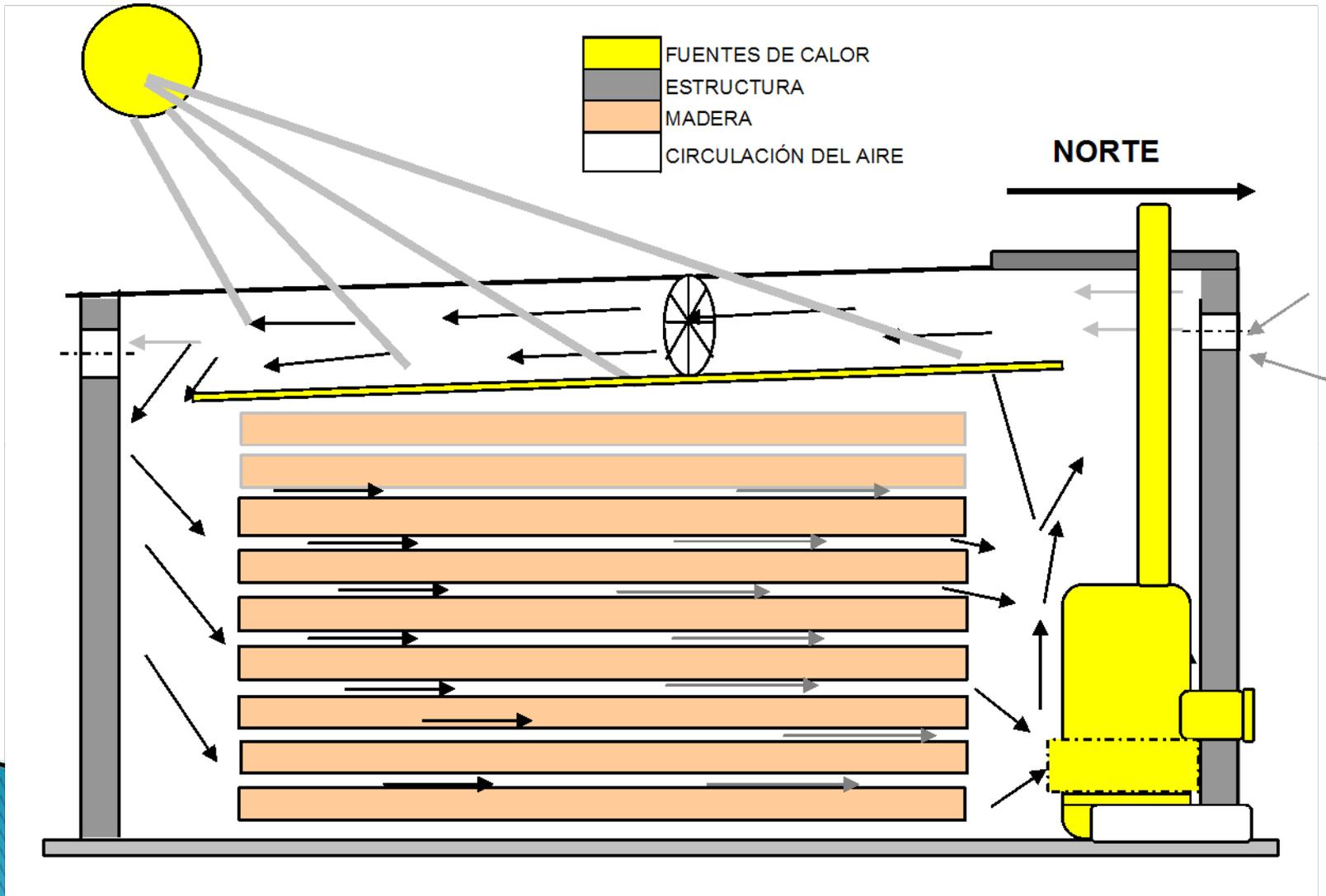
2.3.-Sistema de Calefacción

2.1.-Sistema de Control

2.-Elementos de una Cámara de secado



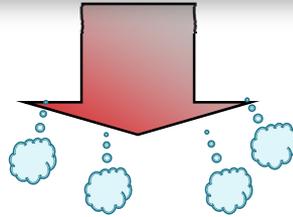
3.-Principio de Operación de la secadora



4.-El Proceso de secado

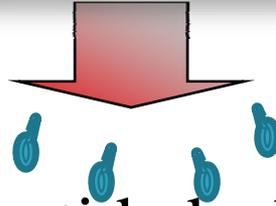
➤ Variables de control

4.1.-LA VELOCIDAD DEL AIRE



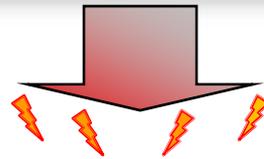
El aire es el medio encargado de transportar la humedad desde la superficie de la madera. A mayor velocidad aumenta la capacidad de arrastre, pero exceso de aire provocaría un resaca miento de la superficie de la madera generando esfuerzos que pueden dañar la madera o interrumpir el proceso de secado.

4.2.-LA HUMEDAD RELATIVA AIRE



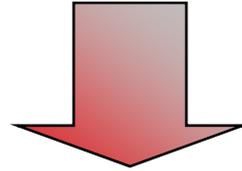
Es la relación entre la cantidad de agua contenida en el aire y la máxima cantidad que puede contener a una misma temperatura.

4.3.-LA TEMPERATURA DEL AIRE



El incremento de la temperatura determina la capacidad del aire para contener vapor de agua (humedad).

❖ 4.4.- HUMEDAD RELATIVA VS. TEMPERATURA



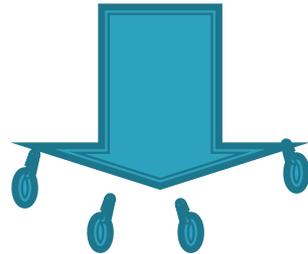
Si aumentamos la temperatura, aumenta la capacidad del aire de contener vapor de agua, lo que quiere decir que puede absorber mayor cantidad de agua de la madera.

Igualmente si extraemos agua del aire, bajamos su humedad relativa y aumenta la capacidad de sacar vapor de la madera.

A una humedad relativa dada, hay un valor de equilibrio de la humedad de la madera. Por eso es que tenemos que ir variando las condiciones del ambiente a medida que la madera se va secando.

5.-La madera es higroscópica

Gana o pierde humedad



“De acuerdo al medio que lo rodea ”

5.1.- Control del proceso basado en:

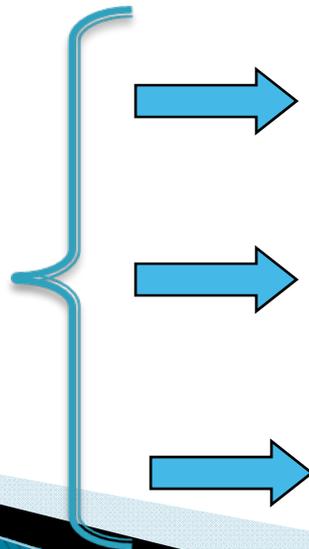
EQUILIBRIO HIGROSCOPICO

Todo cuerpo poroso en contacto con un ambiente absorbe o pierde humedad, hasta lograr la igualdad entre el vapor del aire circundante y el vapor de cuerpo húmedo



I FASE DE SECADO: **ACONDICIONAMIENTO**

PARA



Homogenizar la carga independiente a su origen

Facilidad de extracción del vapor de agua

Disminuir la relación de contracción tangencial y radial resultado de la Anisotropía de la madera

7.-Contenido de humedad de la madera según su uso final

Uso de la madera	Contenido de humedad %
Madera para tratamiento a vacío y presión	19 - 25
Ataúdes , empaques	15 - 19
Carrocerías (vigas y viguetas)	15 - 19
Madera de construcción	15 - 19
Vigas laminadas	12 - 14
Carpintería interior	11 - 15
Muebles interiores (sin calefacción)	10 - 14
Parquet normal	9 - 13
Parquet mosaico	8 - 12
Instrumentos musicales	7 - 9
Contrachapado (úrea formaldehído)	6 - 8
Muebles en ambiente con calefacción central	6 - 8
Contrachapado (fenólico)	4 - 6

Nota 1: Los valores varían para las diferentes especies de madera.

Nota 2: El cuadro indica solamente valores promedio.

Nota 3: El secado artificial es indispensable cuando se requiere madera con un contenido de humedad inferior al 14%.

Nota 4: **La madera con un contenido de humedad del 20% es inmune contra ataque de hongos.**

8.-Programas u horarios de secado de la madera

HORARIO DE SECADO FUERTE

% Contenido Humedad de la madera	Temperatura Bulbo seco ° C	Humedad relativa aproximada M.A.
60	60	80
50	65	70
40	70	60
30	75	50
20	80	40
	80	35

HORARIO DE SECADO MODERADO

60	50	80
40	55	70
30	60	60
25	65	50
20	70	40
	70	35

HORARIO DE SECADO SUAVE

40	40	80
30	40	70
25	45	60
20	50	50
15	55	40
	55	30

6.-¿Cuál es el Tiempo ideal de secado de una carga de madera

Especie de Madera	Tipo de Madera	Tiempo de Secado en Horno
Aliso	blanda	5 días para 1" / 7 días para 4"
Pino	blanda	4 días para 1" / 7 días para 4"
Eucalipto	blanda	6 días para 1" / 7 días para 4"
Álamo	blanda	4 días para 1" / 7 días para 4"
Nogal	blanda	7 días para 1" / 7 días para 4"
Cedro	blanda	7 días para 1" / 7 días para 4"
Roble	semi blanda	8 días para 1" / 12 días para 4"
Haya	semi blanda	9 días para 1" / 12 días para 4"
Inciense	dura	12 días para 1" / 20 días para 4"
Quebracho	dura	17 días para 1" / 25 días para 4"
Lapacho	dura	14 días para 1" / 22 días para 4"
Loro Blanco-Negro	dura	16 días para 1" / 24 días para 4"
Mara	dura	14 días para 1" / 22 días para 4"
Almedrillo	dura	14 días para 1" / 22 días para 4"
Algarrobo	dura	14 días para 1" / 22 días para 4"
Guayacán	dura	14 días para 1" / 22 días para 4"
Shihuahuaco	dura	12 días para 1" / 20 días para 4"
Palo Santo	dura	16 días para 1" / 24 días para 4"
Cebil	dura	12 días para 1" / 20 días para 4"
Quina Quinilla	dura	14 días para 1" / 22 días para 4"

TRATAMIENTO TÉRMICO HT

FASE N°1 (A)
Acondicionamiento

FASE N°1 (C)
Calentamiento

FASE N°2
Secado antes del PSF

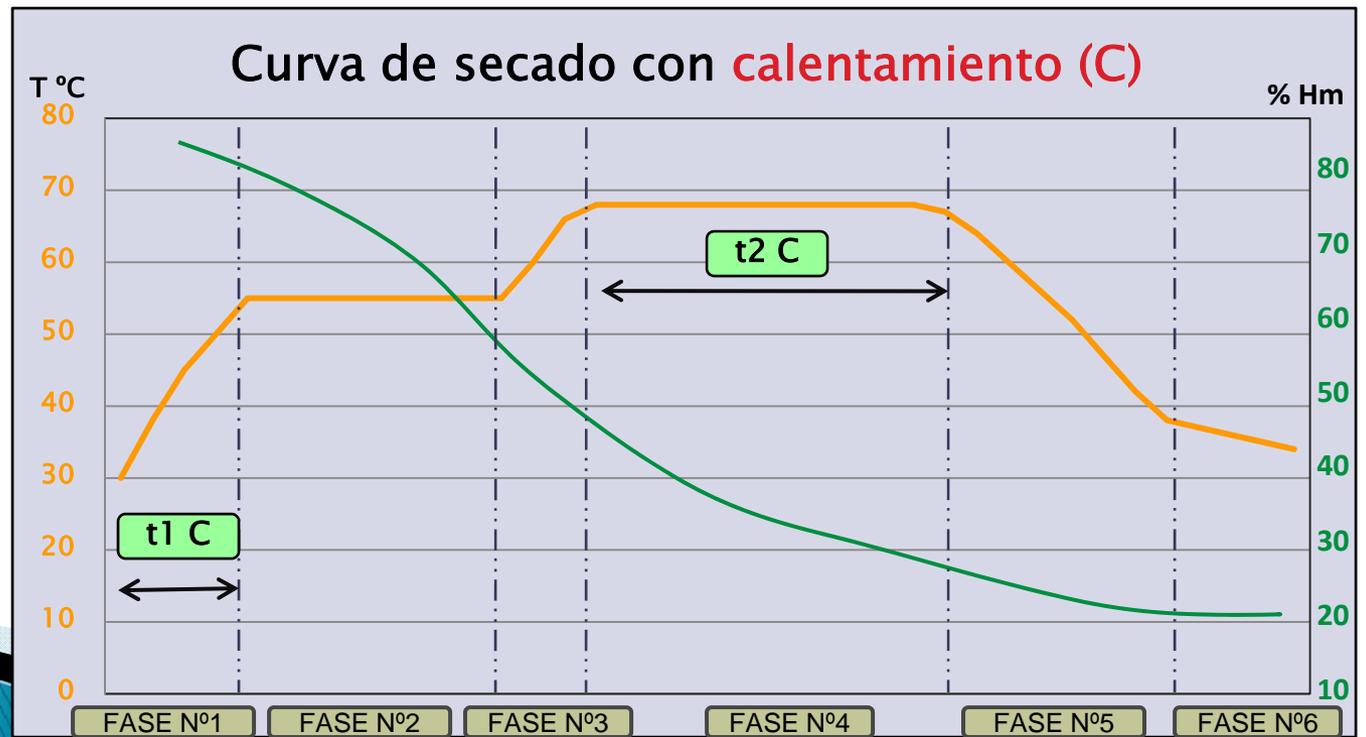
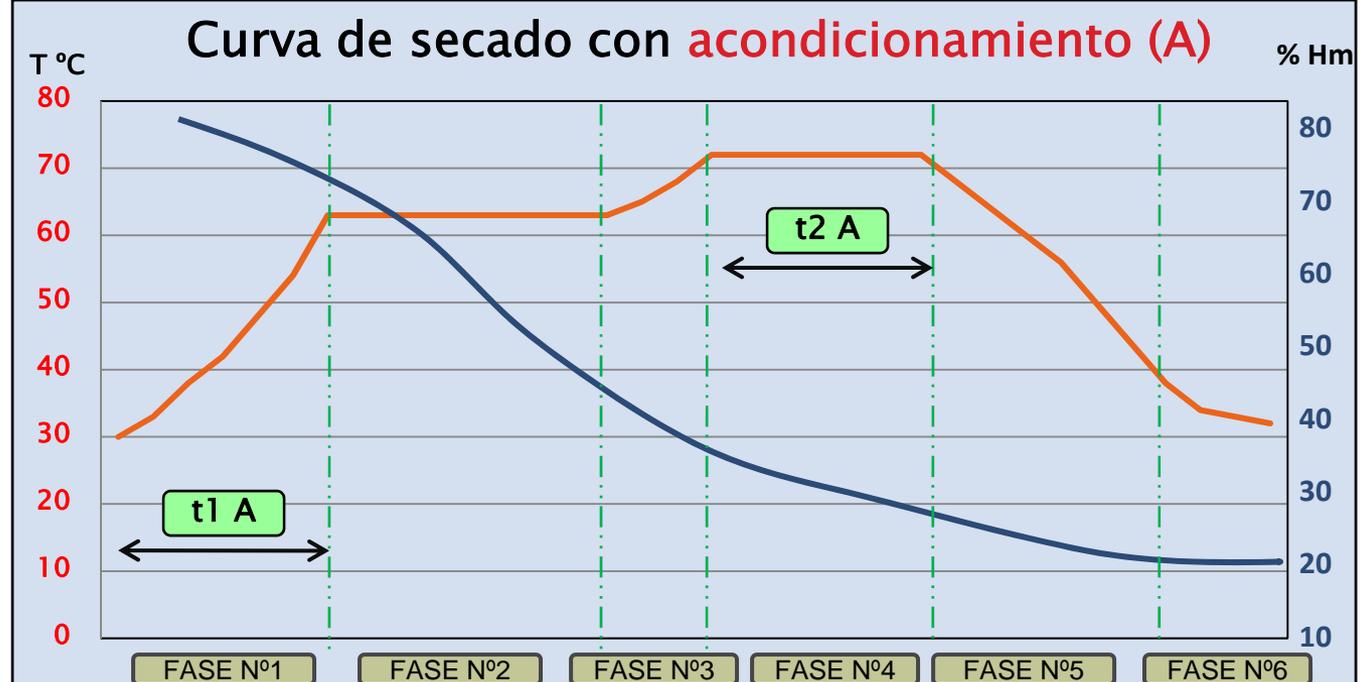
FASE N°3
Calentamiento interno

FASE N°4
Secado después del PSF

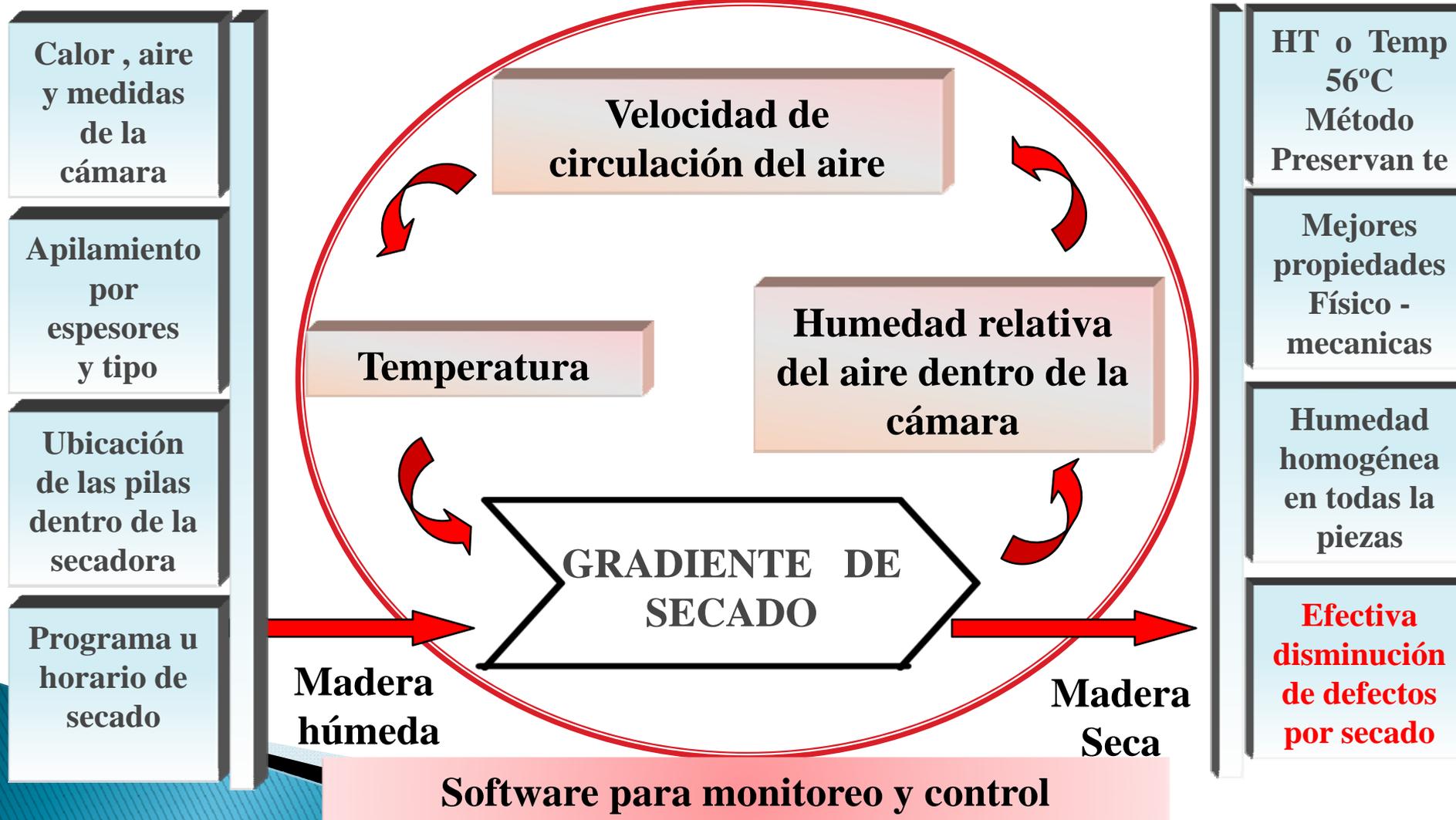
FASE N°5
Acondicionamiento

FASE N°6
Enfriamiento

$t_1A > t_1C$
 $t_2A < t_2C$
 $T^\circ(F_4A) > T^\circ(F_4C)$



8.-Secado de la Madera a través de un proceso controlado



10.-REQUISITO FUNDAMENTAL

- *Compromiso organizacional*
- *Personal capacitado y comprometido*

11.-Etapas del servicio

- **Diagnóstico**

- *Validación de las características de los hornos de secado*
- *Presentación de Informe*

- **Elaboración de Plan de Trabajo**

- *Capacitación al personal involucrado*
- *Asignación de Responsabilidades*
- *Recomendaciones para optimizar los equipos existentes*

- **Asistencia Técnica en la Implementación**

- *Elaboración de horarios o programas de secado*
- *Evaluación*
- *Monitoreo*

- **Evaluación Final**

- *Efectividad del Sistema*
- *Conclusiones y Recomendaciones*

**GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN**

