

# ECONOMIA DE ENERGIA

## en los Secaderos

Por: A. VILLIERE

El señor Villiere es un gran especialista en secaderos, desarrolla su labor de investigación en el Centre Technique du Bois de Paris, es autor de libros y numerosos artículos sobre el tema del secado de la madera.

La economía de energía es un problema actual; pensamos que se puede ahorrar energía durante el secado artificial de la madera, particularmente cuando se emplea el método clásico de secado por aire caliente y húmedo.

El aire es el principal agente utilizado para el secado de los materiales, pero en realidad es un mal agente secante; en efecto, un metro cúbico de aire no puede evacuar, sin reciclado, más de unos gramos de agua; para secar madera húmeda es necesario sacar del orden de los 550 a 400 kg. de agua por metro cúbico.

Un secadero de 50 m<sup>3</sup> de capacidad debe eliminar de 10 a 12 toneladas de agua en tres o cuatro días; esto obliga a asegurar en el secadero un caudal de aire muy importante.

### A) ESTUDIO DE LAS NECESIDADES EN ENERGIA CALORIFICA

Durante el secado, las cantidades de calor puestas en juego son considerables. Hay que calentar todo el lote de madera con el agua que contiene y toda obra del secadero, desde la temperatura ambiente hasta la prevista por la operación de secado. Para asegurar el secado propiamente dicho hay que compensar todas las diversas pérdidas de calor.

Las necesidades totales son muy variables dependiendo del secadero utilizado, la especie de madera que se quiera secar, su grueso y de las humedades inicial y final. Teóricamente es necesario suministrar una media de 600 a 650 kilocalorías para evacuar 1 kg. de agua, pero la práctica nos indica que son de 8 a 9.000 kilocalorías, cuando la madera está húmeda y 1.500 al final del secado cuando la humedad es baja. Estas pérdidas de calor se deben:

● Pérdida de calor en la cá-

mara: Paredes, puertas, chimeneas, etc.

- Pérdidas de calor por el aire caliente saturado de agua que es necesario evacuar durante la operación de secado.

#### 1. Pérdidas de calor en la Cámara,

Este es el punto más importante a considerar para disminuir la pérdida de calor.

En la mayoría de los secaderos existentes, estas pérdidas son muy importantes, ya que por lo general se instalan fuera de los locales de fabricación, lo que hace que la temperatura exterior, en invierno, sea muy baja. Se pueden reducir las pérdidas de calor actuando sobre los tres factores que influyen en el proceso: Constitución de las paredes, condiciones atmosféricas y duración del secado.

#### a) Constitución de las paredes:

Las cámaras tienen una gran importancia tanto en el plan técnico

como económico; sin embargo, no siempre se presta la debida atención a su construcción. Por lo general, la obra corre a cargo del que compra el secadero; si bien los planos de realización se reciben del fabricante de maquinaria, en muchos casos no se respetan estas directrices del fabricante. Por otra parte, hay que tener en cuenta que los materiales de construcción normales no corresponden a las exigencias de una cámara de secado, como pueden ser los aislamientos térmicos de los materiales, etc. Dentro de un secadero, el aire presenta unas condiciones muy particulares: Una temperatura relativamente elevada (50-60° C.) y sobre todo una humedad muy elevada (80-85 por 100 y más). En estas condiciones si la cámara está mal aislada y particularmente en invierno, se producen condensaciones sobre la parte interna de las paredes, lo que hace que los materiales que constituyen la pared estén mojados. Para un material húmedo, el coeficiente de aislamiento térmico, aumenta (2 ó 3 veces) y, en consecuencia, los cálculos teóricos que se realicen para de-

terminar las pérdidas de calor, deben ser corregidos.

Es necesario, por lo tanto, reducir, si no suprimir, este fenómeno, bien empleando barreras de vapor, pinturas más impermeables aplicadas sobre las paredes internas, etc.

Se deben emplear aislantes para reducir los coeficientes de transmisión del calor, ya que el hormigón es un mal aislante.

### b) Condiciones atmosféricas:

Las pérdidas de calor por las paredes son proporcionales a la diferencia de temperatura entre el interior de la cámara y el exterior. Si un secadero está a 60° C y el ambiente exterior es de 0° C, las pérdidas son del orden de 1,5 veces a las producidas cuando el ambiente exterior es de 20° C, durante una misma operación de secado. Es frecuente que el secadero no tenga tejado, con lo cual la lluvia, y sobre todo la nieve, cuando se acumula, aumenta por el techo las pérdidas de calor.

### c) Duración de la operación:

Para una operación determinada, las pérdidas de calor son proporcionales a la duración del secado; de forma que para los mismos gruesos de madera, cuando la madera seca muy lentamente (roble), son mayores que cuando seca más rápidamente (resinosas).

Otros factores que influyen en las pérdidas son las dimensiones de los secaderos, cuanto más capacidad tengan estos, menor es la repercusión de las pérdidas por las paredes, por m<sup>3</sup> de madera secada. Si el aislamiento no es bueno se condensa vapor de agua en las paredes y, por tanto, la humedad del aire del secadero no alcanza los niveles necesarios para la consecución de un buen secado, aparte de las consecuencias de que puedan aparecer fendas en la madera, etc.

d) **Pérdidas de calor accidentales:** Hasta ahora se han comentado las pérdidas de calor inevitables, pero pueden existir pérdidas muy importantes y difíciles de eva-

luar como son las debidas a un mal ajuste de las puertas y de las chimeneas, puntos en que hay que tener especial vigilancia, ya que puede duplicar las pérdidas normales de calor.

## 2. Pérdidas de calor debido al funcionamiento del secadero

En un secadero clásico el aire recorre el circuito siguiente: penetra a través de una chimenea cuya apertura puede regularse, un ventilador impulsa este aire frío y seco a través de una red de calefacción; el aire caliente es obligado a pasar entre la madera, con lo cual arrastra el agua y se humedece; parte de aire saturado de vapor de agua se mezcla con el aire frío recién tomado de nuevo, y parte sale por otra chimenea. Continuamente está saliendo aire caliente y cargado de humedad. Este calor perdido puede ser en parte recuperado y puede servir, por ejemplo, para calentar el aire frío y seco que penetra a la cámara. Por otra parte, la mayoría de los secaderos instalados tienen una regulación manual de la temperatura y el estado higrotérmico del aire, esto trae consigo que la apertura y el cierre de las chimeneas de entrada y salida de aire tenga que hacerse estimativamente, dependiendo de la persona que controla el secadero y por consiguiente con pérdidas importantes.

## B) ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE ENERGIA ELECTRICA

La velocidad con que debe circular el aire entre la madera, para arrastrar el agua es muy grande para que la operación de secado se realice en un tiempo mínimo, y dado que el aire es un agente secante malo, los ventiladores que son en definitiva los impulsores del aire, deben de estar trabajando durante todo el tiempo de secado. Sin embargo, la velocidad del aire tiene una actuación importante cuando se está secando, desde que la

madera está húmeda hasta el 25 por 100; a partir de esta humedad no influye apenas la velocidad del aire en la duración del secado. Se puede economizar energía eléctrica si se disponen ventiladores cuya velocidad pueda regularse de tal forma, que permitan durante la primera fase del secado alcanzar velocidades de 1,5-2 m/seg., y durante la segunda de 0,5-0,75 m/seg.

## C) CALCULO DE UN CASO CONCRETO DE SECADO

Supongamos un secadero que contenga 15 m<sup>3</sup> de haya húmeda de 30 mm. de grueso, las tongadas están separadas por rastreos de 25 milímetros de grueso y se desea secar desde una humedad inicial del 85 por 100 a una final del 8 por 100. Todo el lote está compuesto de una pila de 9 m. de longitud, 1,50 m. de anchura (sentido de circulación del aire) y 2 m. de altura. Para esta pila, y teniendo en cuenta los espacios para la instalación de los seis ventiladores helicoidales (en la parte superior), el secadero deberá tener 9,80 × 3,30 × 2,70 m.

La duración del secado para pasar del 85 por 100 al 8 por 100 (hay que evacuar 6.350 kg. de agua) es del orden de catorce días.

La velocidad del aire entre la madera va a ser de 1,5 m/seg. entre las humedades del 85 y 25 por 100 y de 0,50 m/seg. entre el 25 y el 8 por 100; esto da un gasto horario de aire de 45.000 m<sup>3</sup> para la primera velocidad y 15.000 m<sup>3</sup> para la segunda.

Partiendo de estos datos se puede calcular teóricamente las necesidades de calor, las pérdidas de calor según las condiciones del aire exterior, los coeficientes de las diversas partes del secadero y la energía eléctrica necesaria para la ventilación.

### a) Energía calorífica necesaria para el secado propiamente dicho.

Durante el secado hay que suministrar calor para elevar la temperatura de la madera y agua, y de la

obra del secado hasta un 40 a 65° centígrados, según de las especies de que se trate. Este calor debe ser aportado en un tiempo mínimo, bien entendido de que la capacidad de la batería de calor no debe ser calculada para este primer período de secado, sino para cuando se esté secando normalmente.

Para simplificar los cálculos vamos a suponer que la operación de secado se efectúa después de otro secado, y, por lo tanto, el secadero y sus accesorios están a temperatura alta y sólo es necesario calentar la madera que ha entrado de nuevo desde la temperatura exterior a la de secado.

Como el lote es de 15 m<sup>3</sup> de haya y si suponemos que por m<sup>3</sup> hay 550 kg. de madera seca, tendremos un total de madera seca de 2.250 kilogramos, conteniendo 7.012 kg. de agua (se ha supuesto una humedad inicial del 85 por 100). En la tabla I se da la cantidad de calor necesaria para recalentar la madera en Kcal., dependiendo de la temperatura exterior.

**TABLA I.—Cantidad de calor para recalentar la madera, en Kcal.**

Temperatura exterior		
Períodos	0° C	20° C
85% - 25%	379.175	222.425
25% - 20%	26.400	26.400
20% - 8%	58.160	58.160
<b>Total Kcal.</b>	<b>463.735</b>	<b>306.985</b>

Puede observarse que en invierno el calentamiento de la madera necesita una energía calorífica superior a un 50 por 100 de la necesaria en verano.

b) **Secado de la madera:** Se puede, teóricamente, obtener las cantidades de calor necesarias durante los diversos períodos de la operación. Aquí sólo se darán los resultados globales, teniendo en cuenta las velocidades del aire medias (tabla II).

En el invierno se debe suministrar, si el secadero está al exterior, una energía calorífica del 14 por 100 a la necesaria en verano.

**TABLA II.—Necesidades caloríficas para el secado propiamente dicho**

Condiciones del aire exterior	0° C - 90 %	20° C - 60 %
Secado de 85 % - 25 % en kcal. (velocidad del aire de 1,5 m <sup>3</sup> ) ...	4.429.440	3.843.130
Secado de 25 % - 8 % en kcal. (velocidad del airc de 0,5 m/seg.)	1.371.370	1.252.250
<b>Total Kcal. ...</b>	<b>5.800.810</b>	<b>5.095.380</b>
Kcal. medias por kg. de agua evaporada ...	913	802

**TABLA III**

Condiciones exteriores	0° C - 90 %	20° C - 60 %
K = 0,73 ...	1.749.950	1.229.140
Kcal. por kg. de agua evaporada.	275	193
K = 1,50 ...	3.499.900	2.458.280
Kcal. pérdida por kg. agua evaporada ...	550	386

## Industrial de la Madera y Corcho



trabaja para usted  
poniendo  
la investigación  
técnica al servicio  
de su industria

c) **Pérdidas caloríficas por las paredes:** Casi todos los secaderos están contruidos de obra y las pérdidas de calor son importantes y dependientes de numerosos factores:

- Del coeficiente de aislamiento térmico K de las paredes
- De la diferencia de temperatura  $\Delta t$  entre el aire exterior e interior del secadero.
- De las superficies exteriores S de los muros, techo y suelo.
- De la duración de la operación de secado.

Estas pérdidas de calor pueden calcularse aplicando la fórmula:

$$Q \text{ (kcal.)} = S \times K \times \Delta t$$

por hora de funcionamiento

En el ejemplo, se va a suponer que el secado tiene una superficie exterior de 103 m<sup>2</sup> por los muros y techo y 32 m<sup>2</sup> por el suelo.

Vamos a suponer dos casos: Uno en que el aislamiento de la cámara de (k = 0,75) y otro más elevado (K = 1,5), con respecto a las paredes y k = 2 para el suelo (generalmente se admite para el hormigón k = 2).

Con estos valores se determina la tabla III.

En cualquier caso, las pérdidas en invierno son del orden del 42 por 100 mayores que en verano, de aquí el interés que tiene si es posible instalar el secadero dentro de la nave de fabricación.

No se han tenido en cuenta las pérdidas producidas por un deficiente estado de la cámara o por el mal cierre de la puerta o chimeneas de aireación.

La deficiente conducción del secado también es causa de pérdidas de calor, sobre todo cuando la apertura de la entrada de aire frío y seco y la salida de aire húmedo se hace manualmente. Estas pérdidas, como hemos dicho, pueden ser reducidas empleando sistema de regulación automático o semiautomáticos.

**d) Energía eléctrica necesaria durante el secado:** En un secadero de 15 m<sup>3</sup> de haya en el que se han instalado seis ventiladores helicoidales de 1,2 KW se consume en plena potencia 7,2 Kw cada hora.

Si durante todo el secado se mantuviera una velocidad del aire de 1,5 m/seg. se necesitarían para una duración del secado de 336 horas, un total de 2.420 Kw/hora. Si por el contrario, al cabo de las 176 horas se redujera la velocidad del aire a 0,5 m/seg., el consumo sería:

7,2 × 176 . . . . .	1.268 Kw/h.
1,2 × 160 . . . . .	192 Kw/h.
Total . . . . .	1.460 Kw/h.

es decir, se tiene un beneficio de 960 Kw/h. (del orden del 40 por 100).

## **D) ECONOMIAS QUE PUEDEN REALIZARSE**

### **a) Energía calorífica:**

Mejora de la construcción. Es necesario aislar térmicamente las cámaras y sobre todo los techos. Esto puede conseguirse eligiendo adecuadamente los materiales de la obra y empleando barreras para vapor y pinturas hidrófugas. Si se trata de secaderos existentes se puede actuar añadiendo en la parte interior del secadero una barrera para vapor para evitar que se humedezcan las paredes interiores y dar una capa de pintura impermeable al agua y al vapor.

Cuando sea posible se deben de instalar los secaderos dentro de la nave de fabricación o si se han de construir al aire, dotar el secadero de un tejado para evitar que sobre la cámara llueva y nieve.

Es necesario también observar la perfecta estanqueidad de la cámara (puerta, registro de chimeneas, etcétera).

También es muy aconsejable que la regulación de apertura de chimeneas sea semiautomática.

Mejora o modificación del principio de los secaderos clásicos.

Se ha visto que al evacuar aire caliente y saturado, se perdían calorías; por otra parte, había que sustituir éste por aire frío y seco; si hacemos pasar al aire del exterior por un conducto anular alrededor del tubo de salida se conseguirá calentar el aire frío hasta temperaturas relativamente elevadas (30-50°) con lo cual se habrá recuperado parte de las calorías del aire húmedo.

También puede hacerse que el secadero funcione en circuito cerrado, para deshumidificar el aire se hace pasar éste por unos tubos refrigerados con agua fría en los que se condensa el vapor; este sistema presenta dos inconvenientes, por una parte, se necesita un caudal considerable de agua, y por otra, se pierden también calorías a través de ese agua.

El procedimiento puede ser mejorado si se recupera una cierta cantidad de calor enfriando el agua sobre el evaporador de un aparato frigorífico, ya que se recoge el calor de condensación del agua, en este principio se basan los secaderos por deshumidificación, en ello no hay caldera y sólo se consume la energía que mueve un compresor. El inconveniente es que no se alcanzan más de 30-35° C y el secado es muy lento.

En el plano energético estos secaderos son muy interesantes, ya que el consumo de energía es del orden de 0,6-0,7 Kw. por Kg. de agua evaporada, esto hace que comprendidas las pérdidas por las pa-

redes se consuman unas 600 Kcal. por cada kg. de agua evaporada hasta una humedad final del 15-16 por 100. Para humedades finales más bajas, el consumo de energía eléctrica por kg. de agua evaporada aumenta de forma exponencial. Si se compara este consumo con el anteriormente reseñado, se puede observar que es de dos a tres veces menor. También hay que tener en cuenta que muchas industrias emplean desechos de madera para conseguir energía, bien totalmente o en parte y que la energía eléctrica tiene un precio superior a la dada por otro tipo de combustible.

**b) Energía eléctrica:** El empleo de ventiladores de gasto variable puede permitir disminuir el caudal de aire en las últimas fases de secado. Esto es especialmente importante cuando se trata de secar madera de frondosas con los que la duración del secado es elevada.

Cuando se secan maderas ya oreadas, cuya humedad inicial está entre el 25-30 por 100, el caudal de aire necesario es pequeño, por no tener necesidad de velocidades de aire importantes, este ahorro de energía eléctrica se hace más patente.

Hasta ahora se ha considerado cada secadero como un caso particular, pero tal vez donde más energía pueda ahorrarse es a nivel nacional, estableciendo una política general de secado de la madera, en la que se establezcan las humedades que debe de dar a la madera el aserrador, el negociante y el utilizador.

El aserrador debe servir la madera a una humedad del 20 al 25 por 100, para llegar a ella puede secar o bien al aire dejando ésta dos o tres meses oreando (este procedimiento encuentra el inconveniente de la inmovilización de capital que hace que sea hoy inaceptable) o secando artificialmente. El secado puede hacerse o en secaderos clásicos y también en secaderos frigoríficos o cámaras holandesas. Como por lo general dispone de gran cantidad de combustible a bajo precio, puede conseguir el vapor

a alta presión a precio bajo, y, por tanto, con el empleo de una turbina, autosuministrarse la energía eléctrica necesaria para cualquiera de los tipos de secaderos enunciados.

El secar la madera a esta humedad, además supone un gran ahorro en el transporte de la madera, ya que evita el inútil transporte de agua.

Así observamos tres especies: el roble, pino y chopo, para la primera, la humedad recién aserrada es del orden del 90 por 100 para el roble, el 130 para el pino y cerca del 200 por 100 para el chopo. Si se transportan al 25 por 100 después de oreadas se ha ganado un peso por cada 100 m<sup>3</sup> de 35 tn. para el roble, 37 para el pino y 52 para el chopo.

Este peso de agua transportada grava los costes del transporte y no se beneficia nadie.

Esta política de secado puede ahorrar considerable energía, ya que la mayor parte del agua se evacua de la madera a base de desechos sin apenas valor.

**Revue du bois  
et ses application. Octobre, 1977**

# PALETAS DE MADERA reutilizables

## 1. INTRODUCCION

El diseño de las paletas de madera es consecuencia del sistema de movimiento y transporte utilizado, de la frecuencia en las pérdidas y del tipo de carga.

Las paletas que se utilizan dentro del mismo local permanentemente, por ejemplo las que forman parte de un sistema de transporte automatizado, no necesitan ser diseñadas para resistir los choques de la carga en una carretilla elevadora. Por ello podrán fabricarse con maderas baratas de baja densidad, tales como chopo o abeto. Para darles rigidez suficiente deben diseñarse de manera que los rastreles crucen el espacio situado entre los soportes del sistema de transporte, sosteniendo así la plataforma.

Las paletas expuestas a manipulaciones más frecuentes deben reforzarse en su perímetro. Ello se consigue utilizando madera de frondosas de densidad mediana o alta en las tablas de entrada y en los rastreles exteriores.

Si las paletas se pierden con frecuencia, puede ser más económico utilizar unidades semi-permanentes o no retornables, ya que son lógicamente de menor precio por tener menor resistencia y duración. De todas formas, a largo plazo, este sistema resulta el más caro. Por ello algunos fabricantes cargan a los transportistas una fianza para asegurar el retorno.

El tipo de carga también influye en el diseño de las paletas. Si se transporta sobre ellas tejidos o productos de gran va-

lor, el movimiento se hace con mucho cuidado, lo que favorece la conservación de las paletas. Si se trata de material de construcción, la duración será mucho menor.

## 2. ROTURA DE LAS PALETAS Y SUS CAUSAS

La función de una paleta es soportar una carga con seguridad durante su almacenamiento y distribución. Sin embargo, la capacidad de carga es rara vez el factor crítico para su diseño. Las paletas deben resistir la carga y el movimiento normal, más cierto grado de maltrato.

Durante su utilización, las paletas llegan a romperse. Sin embargo, las estadísticas muestran que ello no es debido a sobrecarga casi nunca, sino a las operaciones de movimiento en la carretilla elevadora. Por ello, al diseñar una paleta retornable es preciso tener en cuenta las causas de rotura y reforzar los componentes que correspondan.

En primer lugar, la mayoría de los daños ocurren en la periferia de la paleta. La tabla de entrada, es decir, la situada en el lado por el cual se introduce la horquilla de la carretilla, presenta del 50 al 90 por 100 de los casos de rotura correspondientes al tablero. Asimismo, los rastreles laterales sufren del 75 al 80 por 100 de las roturas correspondientes a los mismos. Dos tercios de los daños en el tablero son debidos a tablas arrancadas y del 80 al 90 por 100 de los daños en los rastreles son causados por rajadas longitudina-

les. Estas roturas pueden ser originadas por las siguientes causas:

- a) Golpes repetidos de las horquillas que tienden a levantar la tabla de entrada.
- b) Golpes directos contra los rastreles durante operaciones de carga fallidas.
- c) Golpes contra obstáculos o paredes durante el transporte.
- d) Caídas de paletas cargadas desde las horquillas.
- e) Elevación de la paleta de carga de modo inadecuado, que puede dañar el tablero inferior o las tablas centrales del tablero superior.
- f) Golpes en el tablero inferior al introducir inadecuadamente carretillas manuales de horquilla.
- g) Entrada de horquillas excesivamente largas, que pueden golpear a otra paleta situada detrás de la que se quiere cargar.

Las paletas retornables deben ser rígidas. Muchas veces en los almacenes están sólo apoyadas por los bordes. Su construcción debe impedir que se curven excesivamente, ya que ello dificulta la carga con la carretilla y puede provocar la caída de la mercancía.

### 3. SELECCION DE MEDIDAS ADECUADAS

En general, los almacenes se construyen sin tener en cuenta las medidas de las paletas. Ello obliga muchas veces a descargar las paletas en el muelle de llegada, transfiriendo, manualmente, la mercancía a otro medio que lo introduzca en el almacén, con lo que se pierden todas las ventajas de la carga paletizada.

Las medidas que definen las paletas son la longitud y anchura de su tablero superior. La longitud se cita siempre primero y es la dimensión paralela a los rastreles. Si no hay rastreles,

será la dimensión perpendicular a las tablas de dicho tablero.

Por ejemplo, no es lo mismo una paleta de  $1.200 \times 1.000$  que una de  $1.000 \times 1.200$ . En efecto, las horquillas suelen tener 1.050 milímetros, de modo que no pueden coger la citada en segundo lugar, salvo que sea de cuatro entradas. Sin embargo, para ello, las entradas por la anchura de la paleta consisten en escotaduras de los rastreles, lo que debilita a la paleta y hace más difícil la operación de carga que si se realiza por el frente.

Conviene recordar que en las normas ISO se considera longitud la dimensión mayor. Además se dan las medidas empezando por la anchura.

Las paletas reutilizables se fabrican en cualquier medida. Sin embargo, ISO recomienda  $800 \times 1.000$  mm.,  $800 \times 1.200$  milímetros,  $1.000 \times 1.200$  mm.,  $1.200 \times 1.600$  mm. y  $1.200 \times 1.800$  milímetros (anchura por longitud). Las medidas más generalizadas son  $1.000 \times 1.200$  mm., ya que coinciden con la mayor parte de las carretillas que se fabrican. No obstante, otras medidas pueden ser interesantes cuando se trabaja dentro de un circuito cerrado. En caso contrario, debe utilizarse medidas normalizadas. El envío de una paleta no normal a un almacén obliga a descargar la mercancía y a retornarla en vacío, lo cual supone un coste importante.

Otras medidas deben considerarse al diseñar paletas retornables: la altura total y la altura del hueco debajo del tablero. La altura total debe ser la menor posible, sin reducir la resistencia mecánica de la paleta.

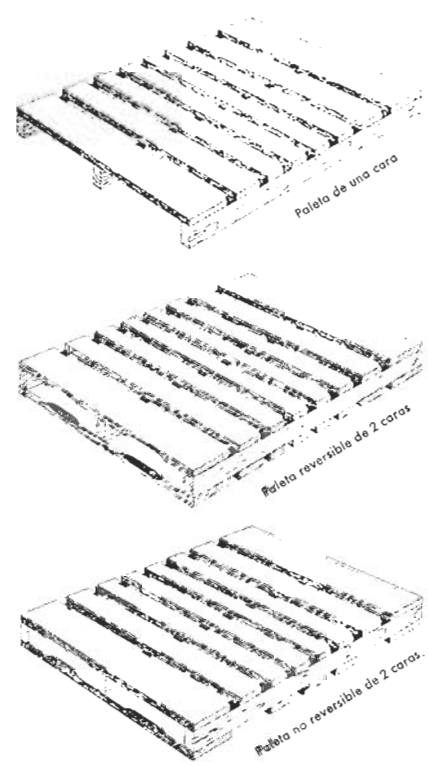
El hueco de entrada debe tener 51 mm. como mínimo para la entrada de la horquilla. Si son carretillas manuales, el hueco debe tener 92 mm.

### 4. DISEÑO DE PALETAS

Los tres tipos básicos son (véase la figura adjunta):

- a) La paleta de una sola cara, que tiene sólo el tablero superior.
- b) La paleta reversible de dos caras, con dos tableros idénticos, que permiten cargar por cualquier cara.
- c) La paleta no reversible de dos caras; con dos tableros, pero diferentes, de modo que el inferior es soporte de la paleta, pero no puede recibir carga, porque la separación entre tablas es demasiado grande.

Las paletas de una sola cara son las más baratas. Sin embargo, al apilar, transmiten presión muchas veces excesiva a la carga situada debajo de ellas, ya que su superficie de apoyo es pequeña. Pueden utilizarse cuando se trata de cargas de mucho volumen y poca densidad, como por ejemplo latas vacías. También se emplean para materiales de construcción, tales como ladrillos, que no se rompen por aplastamiento. Se pueden mover tanto con carretillas eleva-



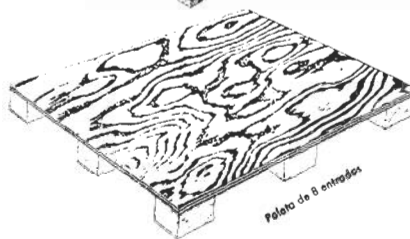
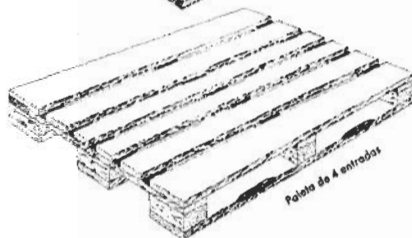
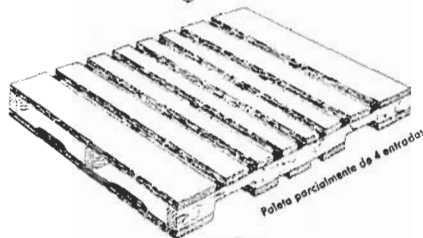
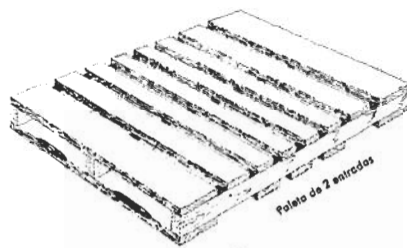
doras como con carretillas manuales.

Las paletas reversibles de dos caras contienen mayor cantidad de madera que los otros modelos. Son fuertes y rígidas y el tablero inferior distribuye la carga, reduciendo la presión. Se emplean para transportar productos tales como aparatos, alambre, etc., y en general cargas que pueden sufrir aplastamientos. La paleta totalmente reversible sólo puede manejarse con carretilla elevadora.

Las paletas no reversibles de dos caras son las más usadas, ya que requieren menos madera y son también fuertes y rígidas. Se pueden adaptar a la mayoría de los sistemas mecanizados de manejo de mercancías y a los programas de intercambio de paletas. Se emplean para el almacenamiento y transporte de productos muy diversos, tales como sacos, cajas, tambores, aparatos, alimentos, bebidas, materiales de construcción. Este tipo de paletas se pueden diseñar tanto para carretilla elevadora como para carretilla manual.

Dentro de estos tipos se distinguen los 4 modelos que observamos en la siguiente columna:

- a) Paleta de dos entradas, que sólo puede levantarse desde dos extremos opuestos.
- b) Paleta parcialmente de cua-



tro entradas, que se puede levantar por los cuatro lados con carretilla elevadora y sólo por dos con carretilla manual.

- c) Paleta de cuatro entradas,

que se puede levantar por los cuatro lados tanto con carretilla elevadora como con carretilla manual.

- d) Paleta de ocho entradas, que es una paleta de una sola cara sobre bloques y que puede levantarse tanto por los lados como por las esquinas.

Las paletas de dos entradas son las más rígidas, las más resistentes y las más duraderas. En cambio, tienen menor versatilidad que las otras, es decir, que sólo se pueden colocar en una determinada posición al estibarlas en el medio de transporte. Ello, a veces, puede disminuir el aprovechamiento del espacio disponible. Las paletas parcialmente de cuatro entradas son más versátiles, aunque algo menos resistentes, pero dan muy buenos resultados.

Las paletas de cuatro entradas pueden ser más baratas que éstas, pero son menos rígidas y menos duraderas. Para aumentar su rigidez, se coloca a veces debajo de ellas un tablero contrachapado.

Además de estos modelos caracterizados por el número de entradas, hay otro detalle que diferencia a las paletas entre sí. Se trata de que el tablero vuela sobre los rastreles o no. De acuerdo con esto, se clasifican en:

- a) Paleta de cantos enrasados.
- b) Paleta de ala simple, en la que solamente sobresale el tablero superior.
- c) Paleta de ala doble, en la que sobresalen los dos tableros.

El primer tablero es el más común. Los otros dos se emplean cuando la carga se levanta con grúa, cables, etc. También son utilizables con las carretillas elevadoras y con las manuales.

Adaptado de  
"Reusable wood pallets:  
Selection and proper design",  
Canadian Forestry Service, 1976

## OFERTA

para entrega sobre seis meses

1.200 m<sup>3</sup> de Tablones de HAYA

600 m<sup>3</sup> de Tablones de ROBLE

Calidad primera como cae

Interesados escribir a:

**ETS. LAFORET**

Gare de Salon-La-Tour  
19510 Masseret-Francia